

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

Sisältö—Innehåll

M. H. Tikkanen:

On the metallurgical research in the Institute of Technology, Otaniemi, Finland.

Risto Makkonen:

Kobolttioksidin virheellisyys.

Heikki Jalakanen:

Kobolttioksidin sintrauksesta.

Kai Lilius:

Ytimenmuodostuksesta ja kasvusta kobolttioksidin vetypelkistyksessä.

Lauri Holappa:

Kuonan virherakenteen merkityksestä teräksen sulatuksessa.

Seppo Yläsaari:

Karboonylinikkelin sintrauksen teoriasta.

Jaakko Autio:

Johtorenkaiden valmistaminen rautapulverista sintraamalla.

Bo Sandberg, Göran Mitts:

Montolan dolomiitti- ja kalkkikivikaivos.

Aimo Mikkola, Georg Strandström, Henry Johnsson:

Jussarön malmikenttä — Jussarö malmfält.

Heikki Raja-Halli:

Harvinaislaatuinen talvikairaus Itämeren tuntu-massa.

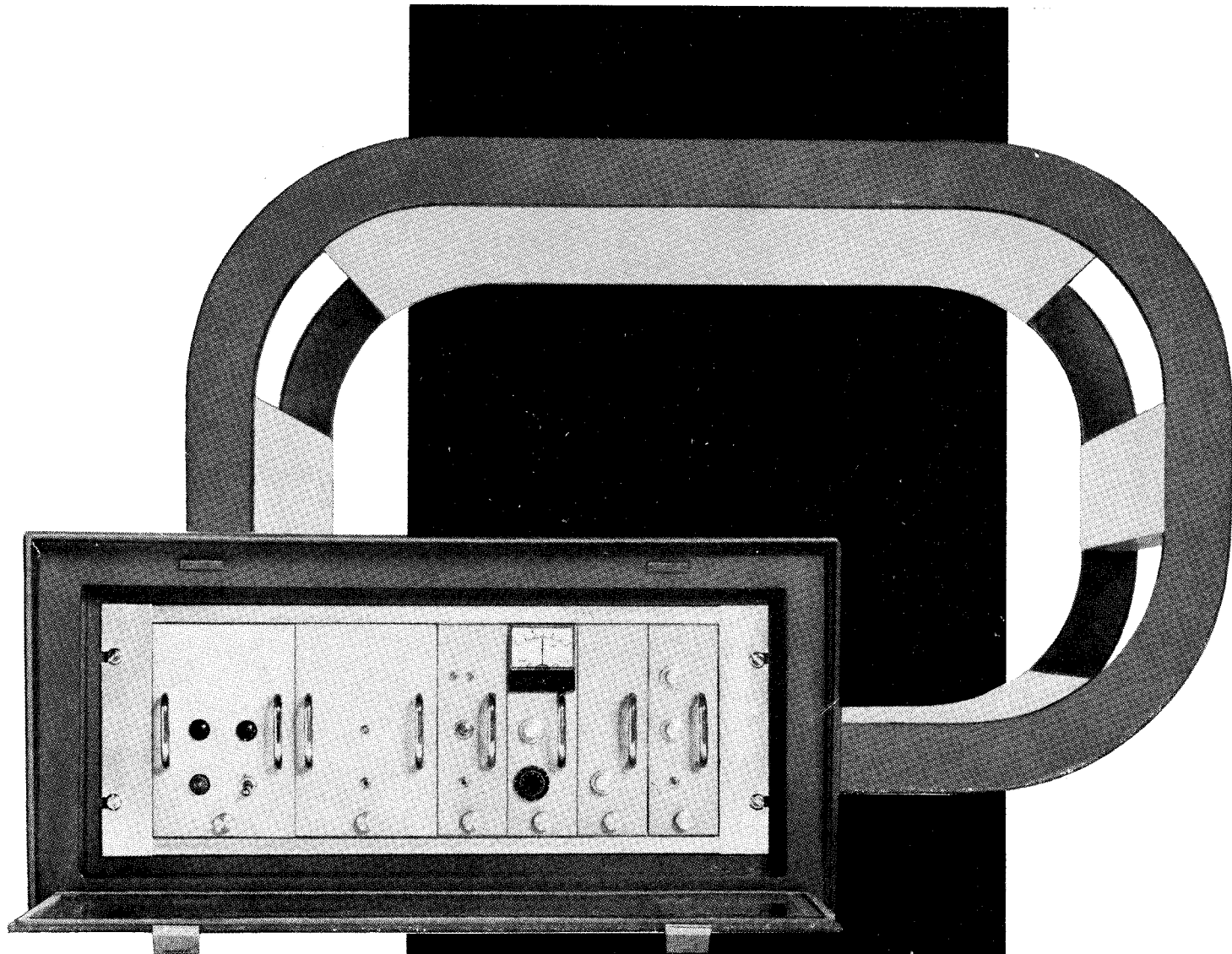
Antero Leppälä:

Outokumpu Oy:n tutkimuslaboratorion laajeneva toiminta.

Urpo Salo:

Huomioita I kansainvälisestä kalliomekaniikan kongressista Lissabonissa 25. 9.—1. 10. 1966.

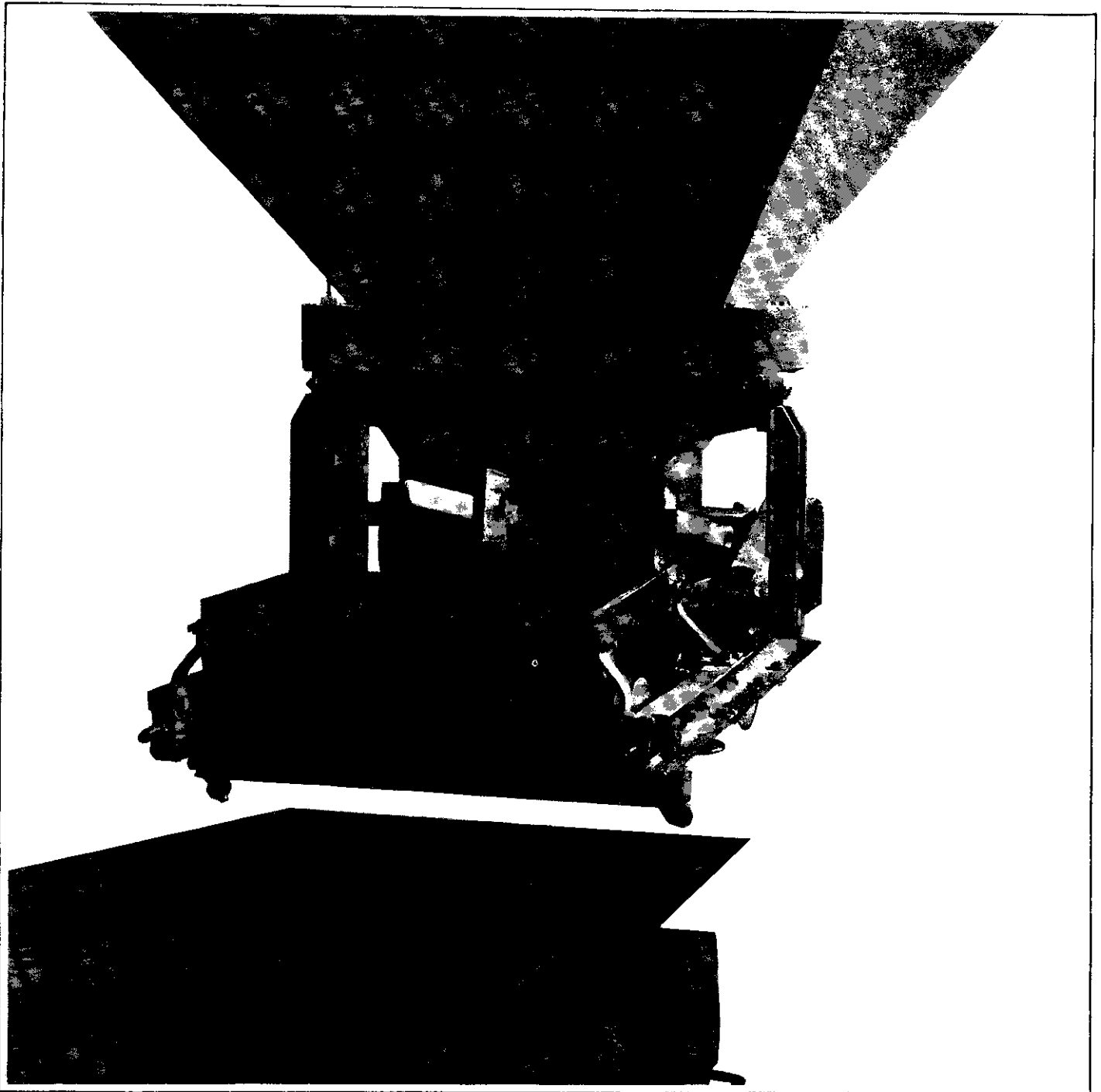
Jäsenluettelo — Medlemsförteckning.



UUSI METALLINILMAISIN

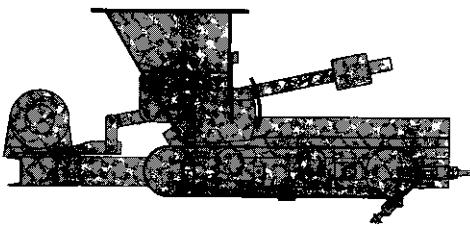
Haitallisten metallinkappaleiden ilmaiseminen hinnalla kuljetettavasta malmista on kauan ollut vaikea ongelma. Outokumpu Oy on vuosikausia tehnyt tutkimus- ja kehitystyötä tämän pulman ratkaisemiseksi. Olemme tyytyväisiä voidessamme ilmoittaa, että meillä nyt on instrumentti, joka ilmaisee pienet metallinkappaleet mitä vaikeimmissa olosuhteissa, esim. magnetiittimalmista. Annamme mielellä lisätietoja laitteesta.

O+K OUTOKUMPU OY
Tapiola, puh. 428 022



 **KRUPP**

**Painovoimainen
annostuslaite
säädettävällä teholla**



Kaikkialla, missä varastoidaan, sekotetaan tai kuormataan, missä irtotavaraa liikutetaan tarkoin mitatuissa määrissä joko jatkuvana virtana tai määrättyssä tahdissa, Krupp-annostelijoille ja -laitteille löytyy käyttö. Laajasta tilavuuteen tai painovoimaan perustuvien annostuslaitteiden joukosta esittelemme tässä painovoimaisen laitteen varustettuna portaattomalla tehonsäädöllä alueella 1...6.

Säätö voidaan suorittaa koneen äärestä tai kaukosäätönä. Usean tällaisen koneen — tai Kruppin erilaisten annostuslaitteiden — yhdistelmästä voidaan

muodostaa sekotusannostuslaitos. Siitä voidaan tuntoelimien, erilaisten lasku- ja ohjauslaitteiden avulla muodostaa täsmällisesti toimiva täysautomaattinen laitos.

Annostelulaitteita toimitetaan suuruuksina B, C ja D tehoja 0,1...220 t/h varten.

Annostettavan aineen raekoko, niiden muoto, valumisominaisuudet ja vaadittu nopeus määrittävät oikean annostelulaitteen valinnan.

Kääntykää senvuoksi Kruppin puoleen kyselyllä. Annamme auliisti neuvoja ja ohjeita.

FRIED. KRUPP MASCHINEN- UND STAHLBAU RHEINHAUSEN

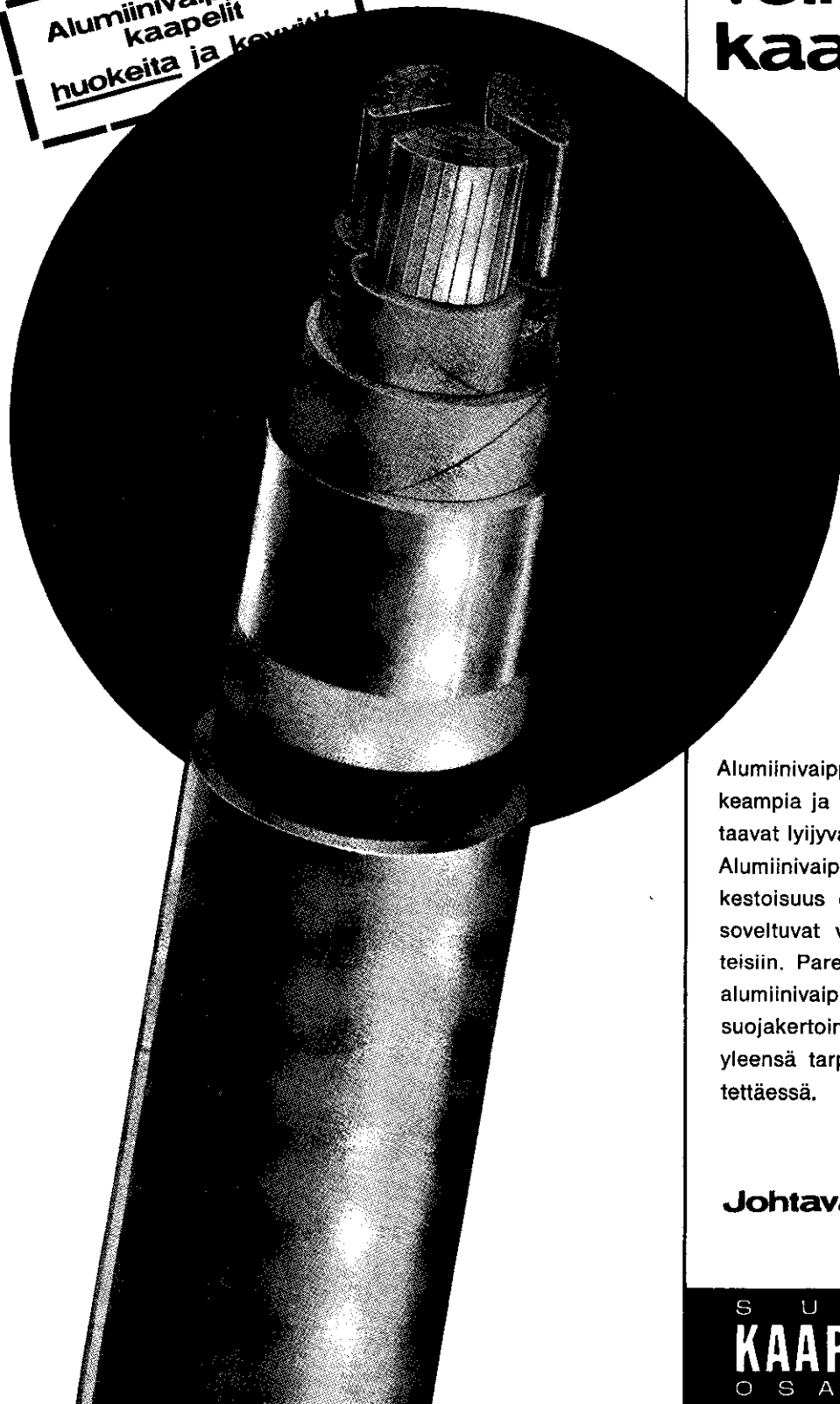
Edustaja:

OY INTERTEK AB, Bomansonintie 6, Helsinki-57-Kulosaari

Puh. 688 625 ja 687 109 sähkeosoite INTERTEK

Alumiinivaipaiset
kaapelit
huokeita ja kevyitä

Alumiini- vaippainen voima- kaapeli



KM

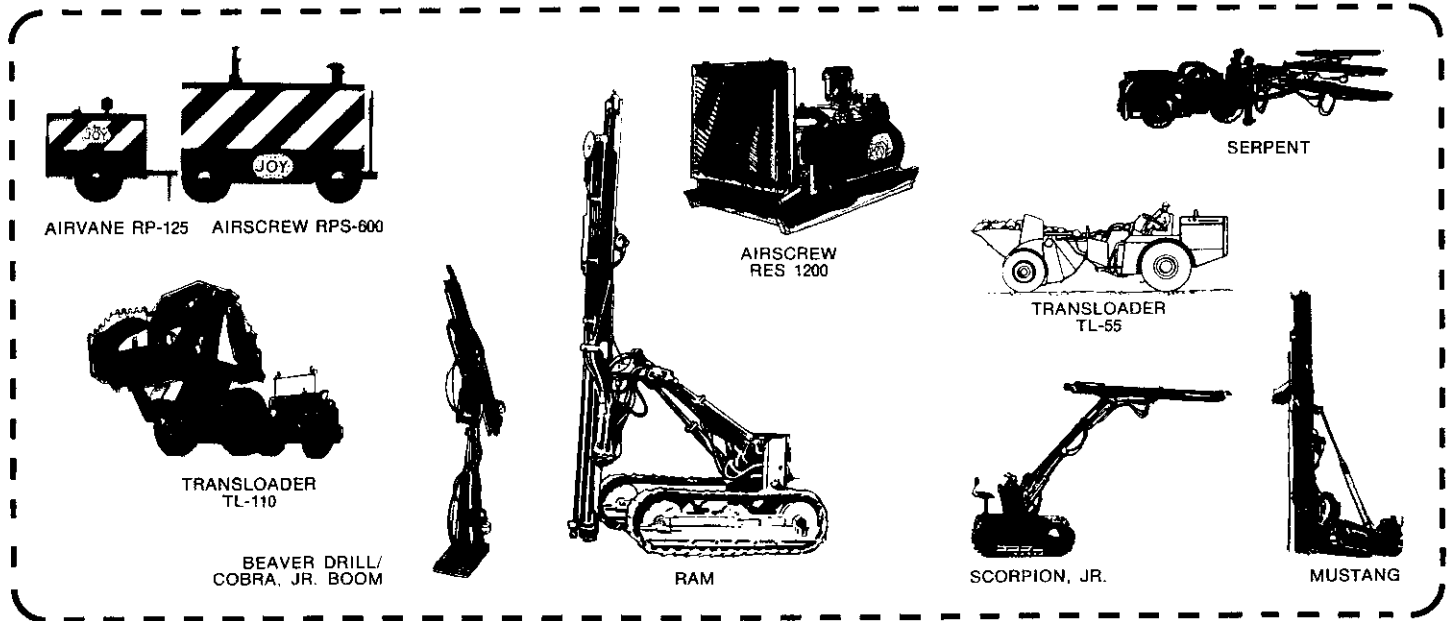
Alumiinivaipaiset kaapelit ovat huokeampia ja kevyempiä kuin muut vastaavat lyijyvaipaiset kaapelirakenteet. Alumiinivaippaisten kaapelien tärinäketoisuus on erinomainen, joten ne soveltuvat vaikeisiin käyttöolosuhteisiin. Paremman johtokykynsä takia alumiinivaippa antaa edullisimman suojakertoimen. Rauta-armeeraus on yleensä tarpeeton maakaapelina käytettäessä.

Johtavaa laatua



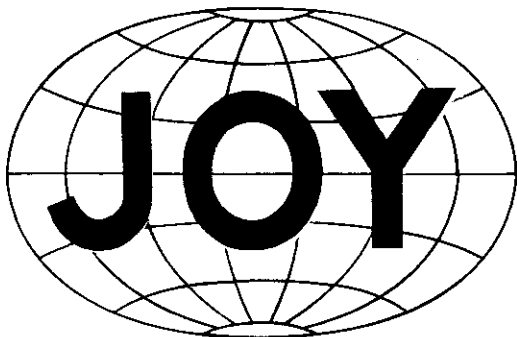
S U O M E N
KAAPELITEHDAS
O S A K E Y H T I Ö

Ilaitkaa Tekin JOY koneista



NÄMÄ KONEET EDUSTAVAT OSAA UUSINTA JOY:TA

- **JOY-kompressorit:** Siirrettävät RP- (lamelli) ja RPS- (ruuvi) sarjat. Semisiirrettävät RES- ja WN-102-sarjat. Kiinteät WN- ja WG-sarjat sekä öljyttömät WNO- ja WGO-sarjat.
- **JOY-kuljetuskalusto:** Transloader TL-52, TL-55, TL-60 ja TL-110. Expadump CB-3, 14D2 ja 20D2. Shuttle car – tyyppiä useita malleja.
- **JOY-porauskalusto** Porakoneet 400-RR, 450A-DR, 500-RR ja 600-RR. Pengerlouhintakoneet Ram, Mustang ja Spider. Peränajobot Serpent ja Scorpion. Porajibit Cobra-sarja ja Cobra Jr.-sarja.
- **Muu JOY-kalusto:** Kuormaajat, vintturit, raapat, kairauskoneet, paineilmamoottorit, väkipyörät, poraus- ja kairausvarusteet, tuulettimet, kuljettimet ym.



OSAKEYHTIÖ
Ekströmin
KONELIIKE

HELSINKI 10 • P.LOK. 10310 • PUH 11 421

STENBERG VALU

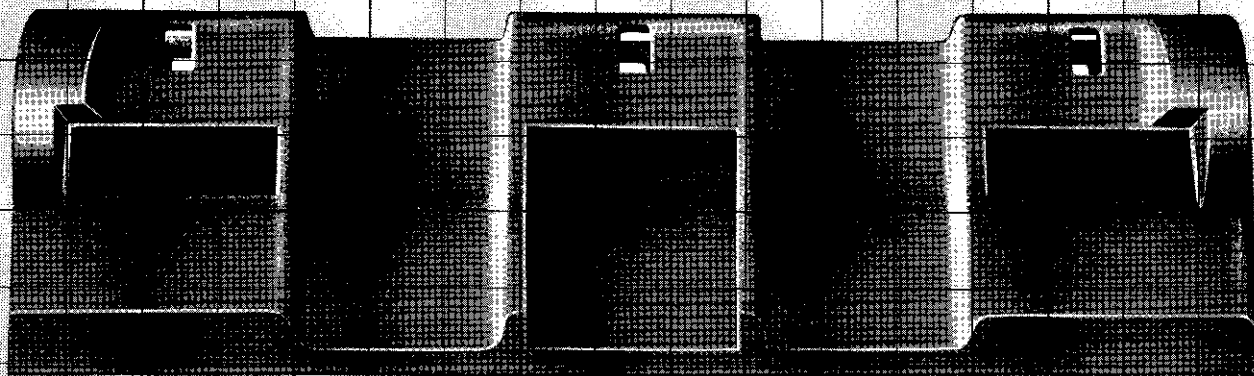
TERÄSVALUA
KAIVOSTEOLLISUUDELLE

Austeniittinen
mangaaniteräs

DIN 120

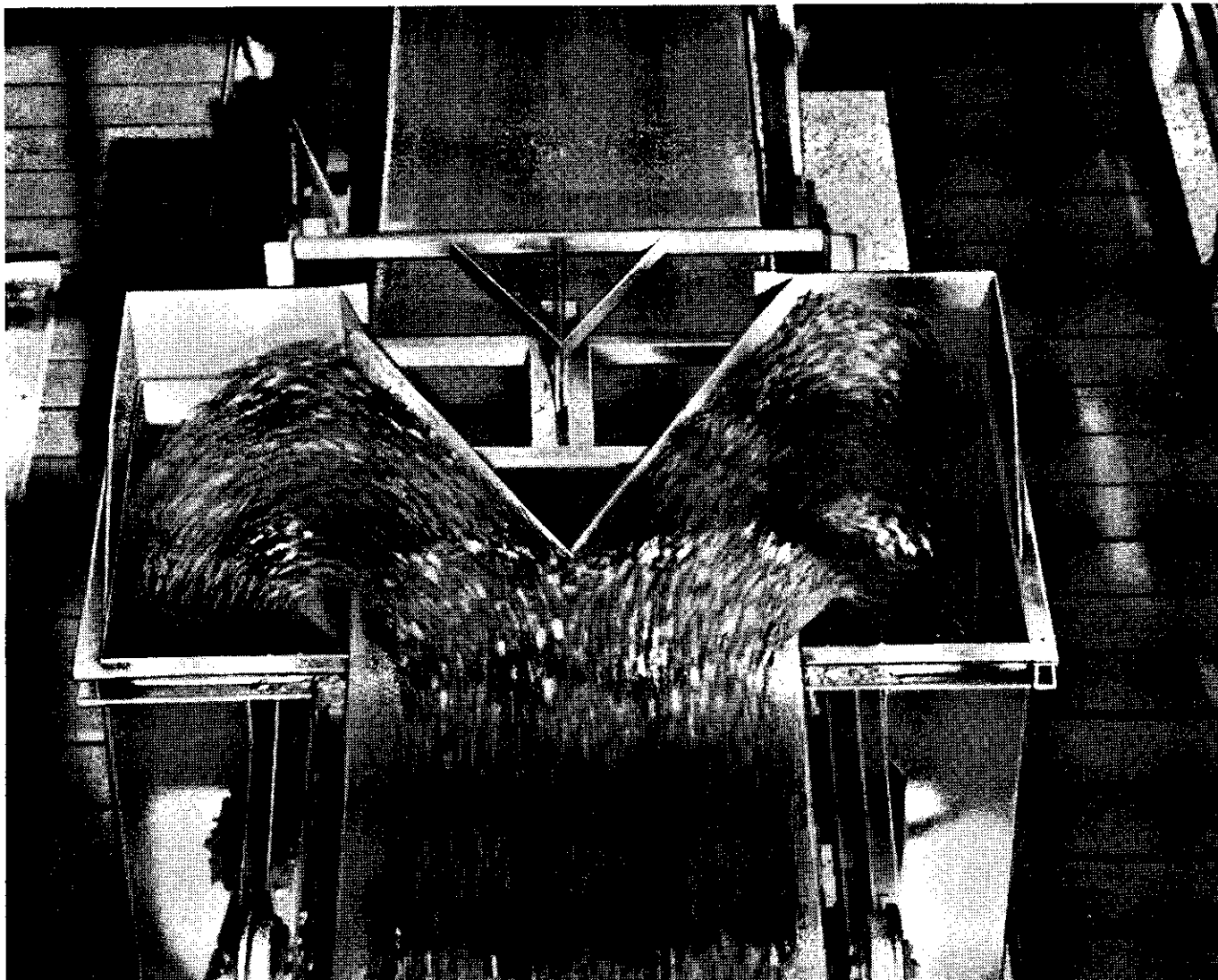
Mn 50

Laahauskauhan terä



Oy JOHN STENBERG Ab

Pitkäsillanranta 1 - Helsinki 53
Puh. 70 421 - Telex. 12 - 1008



SANDVIK-aurakaavari

SANDVIK

teräsnauhakuljettimia teollisuudelle

SANDVIK-teräskuljetusnauhan paremmuus tulee selvästi esille siirrettäessä tavara kaavarilla teräskuljetusnauhalta varastoihin.

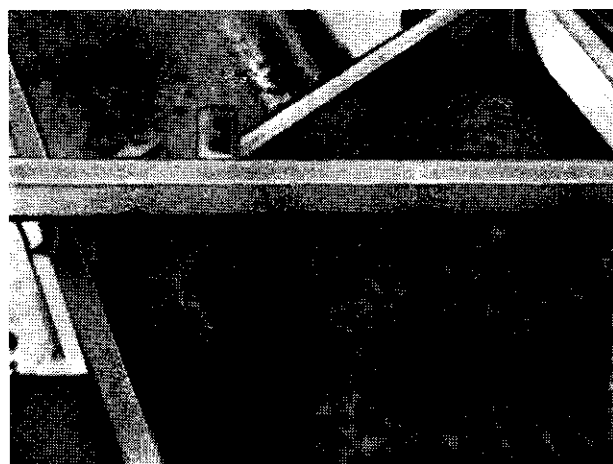
Kuljettimen rumpujen välillä saadaan raaka-aineet kätevästi poistettua kuljettimelta käyttämällä teräskuljetusnauhaa sekä siirrettävässä kaavarivaunussa teräskaavaria.

SANDVIK-teräsnauhakuljettimiin soveltuvat yksipuoliset tai auramaiset kokonais- tai osakaavarit.

Antakaa meidän osoittaa, kuinka yksinkertaisesti tehokas kaa-
vus voidaan aikaansaada.

Suunnitteleme ja rakennamme täydellisiä kuljetusjärjestelmiä.

OTTAKAA YHTEYS KULJETINOSASTOOMME.



Yksipuolinen SANDVIK-kaavari

SANDVIK

SUOMEN SANDVIK OY

HELSINKI 13
ET.ESPLANADIK. 12
PUH. 659 622, TELEX 12-1263

TURKU
TEOLLISUUSK. 50
PUH. 372 300

TEKNILLISTÄ APUA



V/O TJAZHPROMEXPORT TARJOAA APUAAN MUSTAN METALLURGIAN VÄRILLISEN METALLURGIAN VUORITEOLLISUUDEN

alalla toimivien täydellisten teollisuusyritysten suunnittelussa

Yleisliittolainen yhtymä TJAZHPROMEXPORT

- suorittaa malmien etsintää ja tutkimustyötä
- suunnittelee tehtaita ja laitoksia
- toimittaa täydellisiä laitteistoja
- suorittaa rakennus- ja asennustöiden tarkkailua
- antaa teknistä asiantuntija-apua tehtaan käynnistysvaiheessa aina suunnitellun tuotannon saavuttamiseen asti
- tarjoaa käyttöhenkilöstölle mahdollisuuden tuotantotekniseen harjoitteluun asiakkaan kotimaassa ja Neuvostoliiton tuotantolaitoksissa

Teknistä apua antaessaan teollisuusyritysten rakentamisessa yhtymä on kiinteässä yhteistyössä neuvostoliittolaisten tieteellisteknisten instituuttien, suunnitteluorganisaatioiden, teollisuusyritysten ja tehtaiden kanssa. Näillä on laaja kokemus teollisuusyritysten rakentamisesta ja laitetöihin liittyvien teknisten kysymysten ratkaisemisesta.

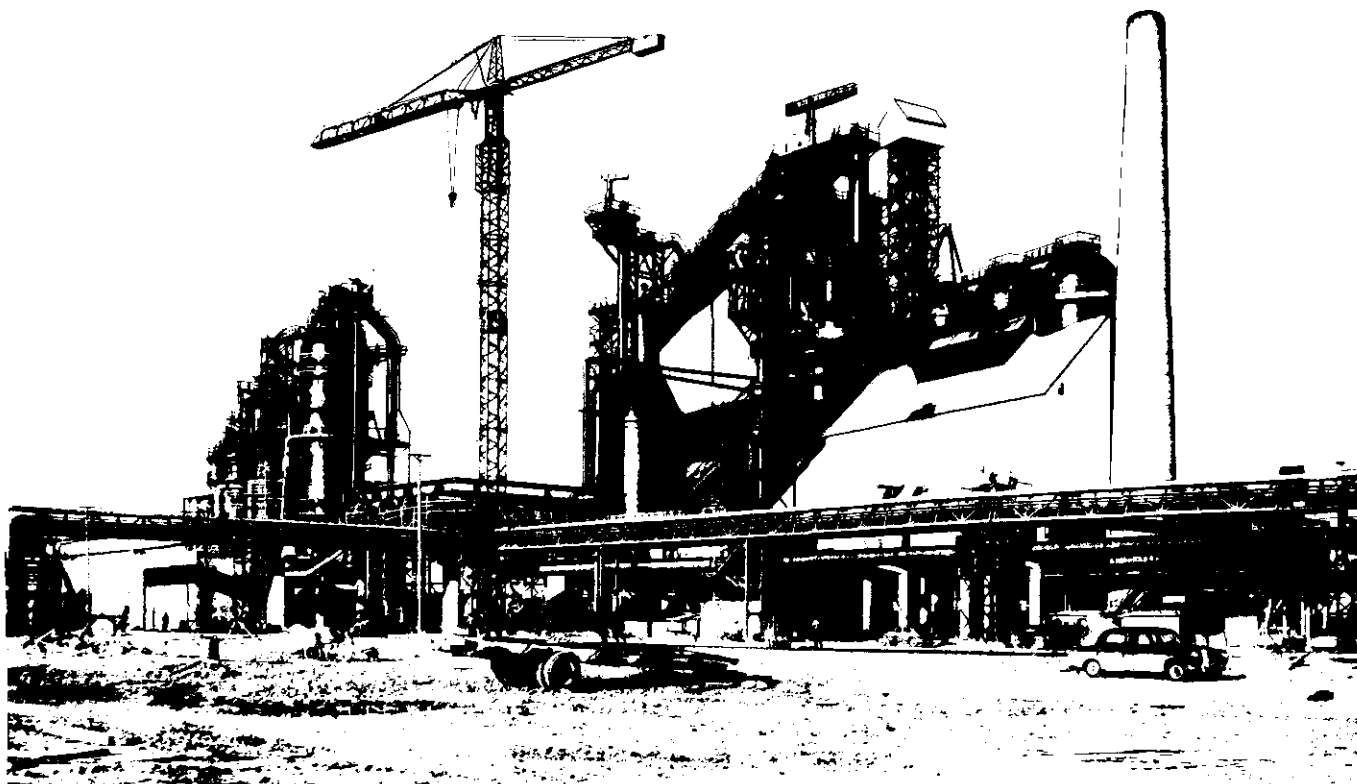
V/O TJAZHPROMEXPORTin toimittamat korkealaatuiset erikoislaitteet toimivat tuotettavasti kaikissa ilmasto-olosuhteissa.

Suomessa V/O TJAZHPROMEXPORT on osallistunut Raahessa sijaitsevan Rautaruukki Oy:n masuunin ja sintraamon rakentamiseen. Tällä hetkellä yhtiö antaa teknistä apuaan samaan kohteeseen rakennettavan happikaasu-terässulaton ja jatkuvavalukoneiden rakentamisessa.

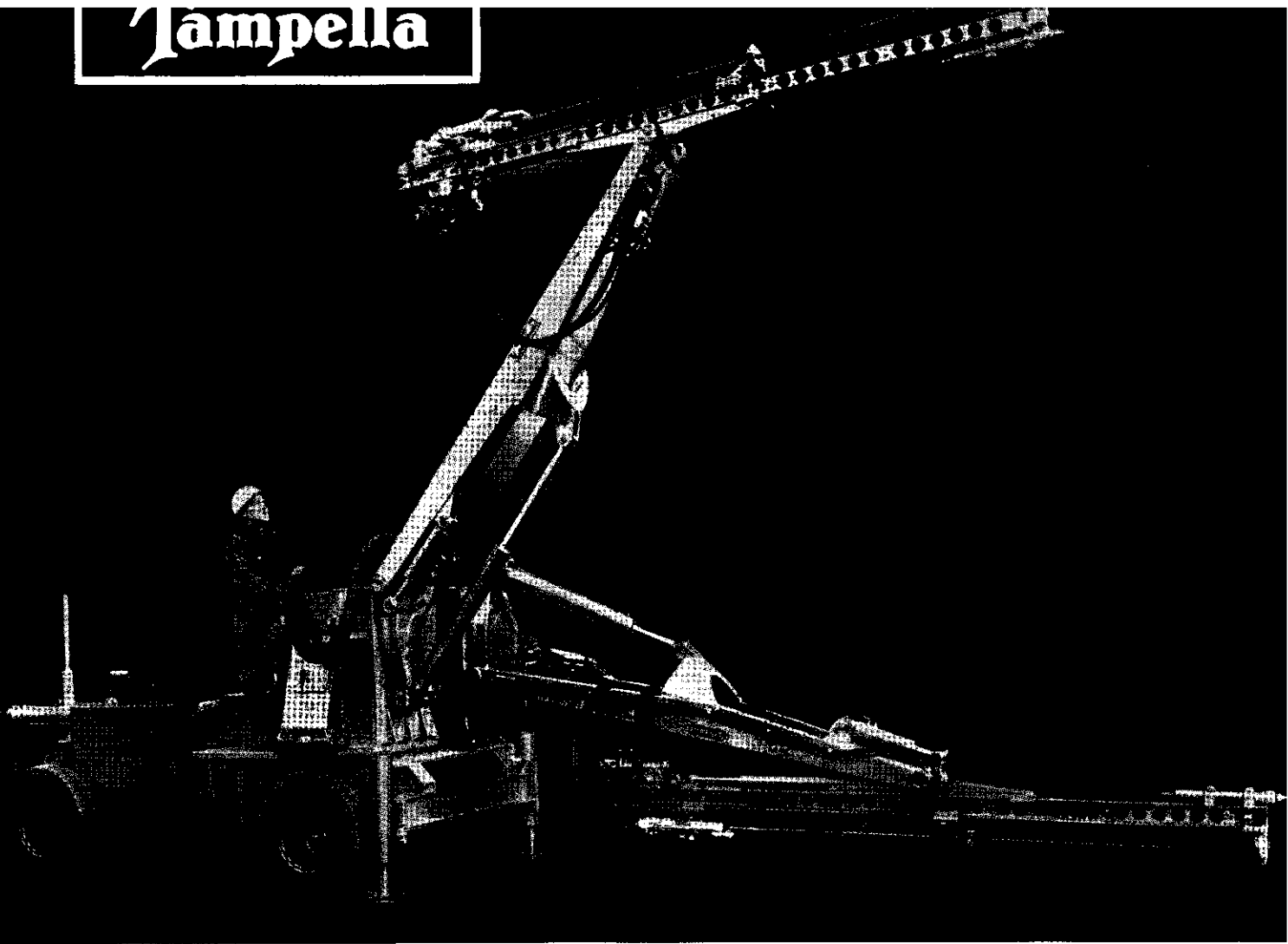
V/O TJAZHPROMEXPORT

Moskova J-324, SNTL

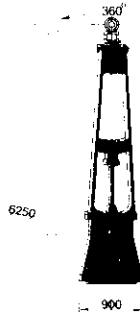
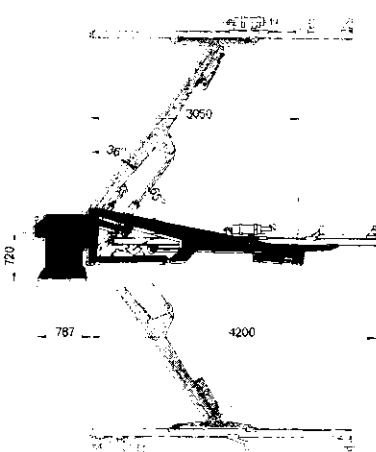
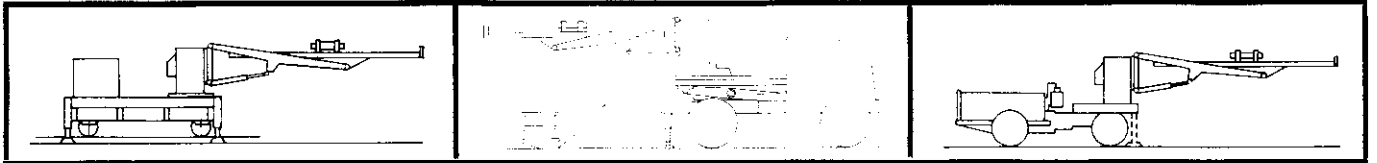
Sähkeos. Tjazhpromexport Moskva – Puh. 2-0-15-89
ja 2-0-16-10



Tampella



perän ajoon tampellan rotapuumi



Tampellan kehittämä uusi **Rotapuumi RP 625** on pat.hak. yhdensuuntaisuusautomaatiikalla varustettu pyörivä puomiyksikkö, jota käytetään erilaisille alustoille asennettuna perien ja tunnelien ajoon.

Asentamalla RP 625 Tampellan kääntöpöydälle TT96 saadaan tyyppi **RP 625K**, joka soveltuu yhdensuuntaisavauksen lisäksi myös aurakiila-avaukseen.

Yläkuvassa kaksi rotapuumia RP 625 asennettuna runko-ohjatulle Terra-traktorille. Puomit on varustettu Tampellan pitkäreikäporakoneella S 125 ja ketjususytölaitteella KS 50 A.

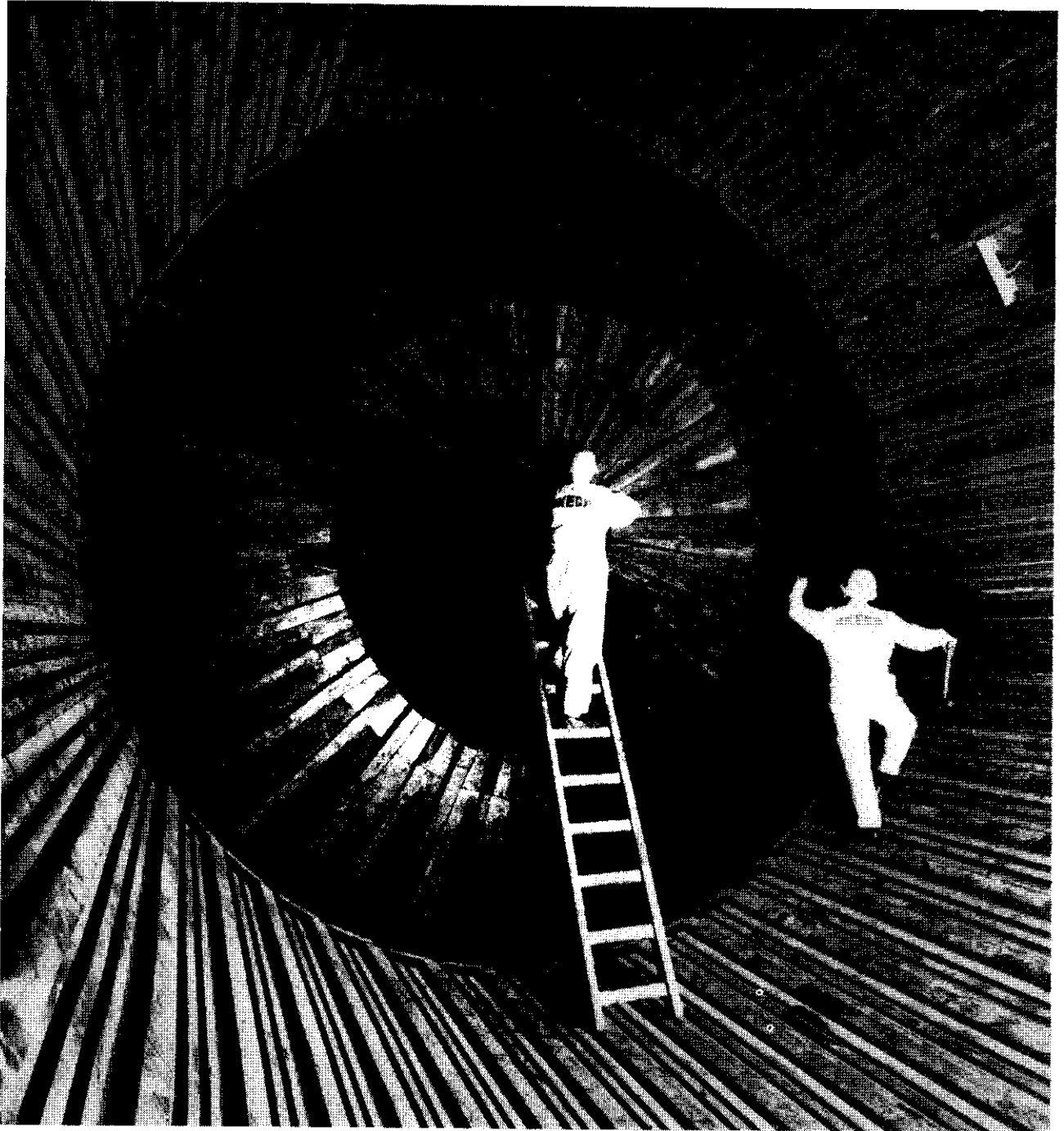
OY TAMPELLA AB KONEPAJA TAMPERE

MYynti:

Oy Telko Ab

HELSINKI,
TAMPERE, TURKU, OULU, ROVANIEMI

SKEGA-LINING KESTÄÄ



SKEGA-LINING mullistava ruotsalainen kuminen myllyvuoraus

- Alentaa vuoraukuskustannuksia
- Lyhentää asennusaikaa 25-75 %
- Alentaa vuorauksen painoa 85 %
- Tekee asennuksen turvallisemmaksi
- Pienentää melua
- Pitää arinan puhtaampana

Valmistaja:

SKELLEFTEÅ GUMMIFABRIKS AB

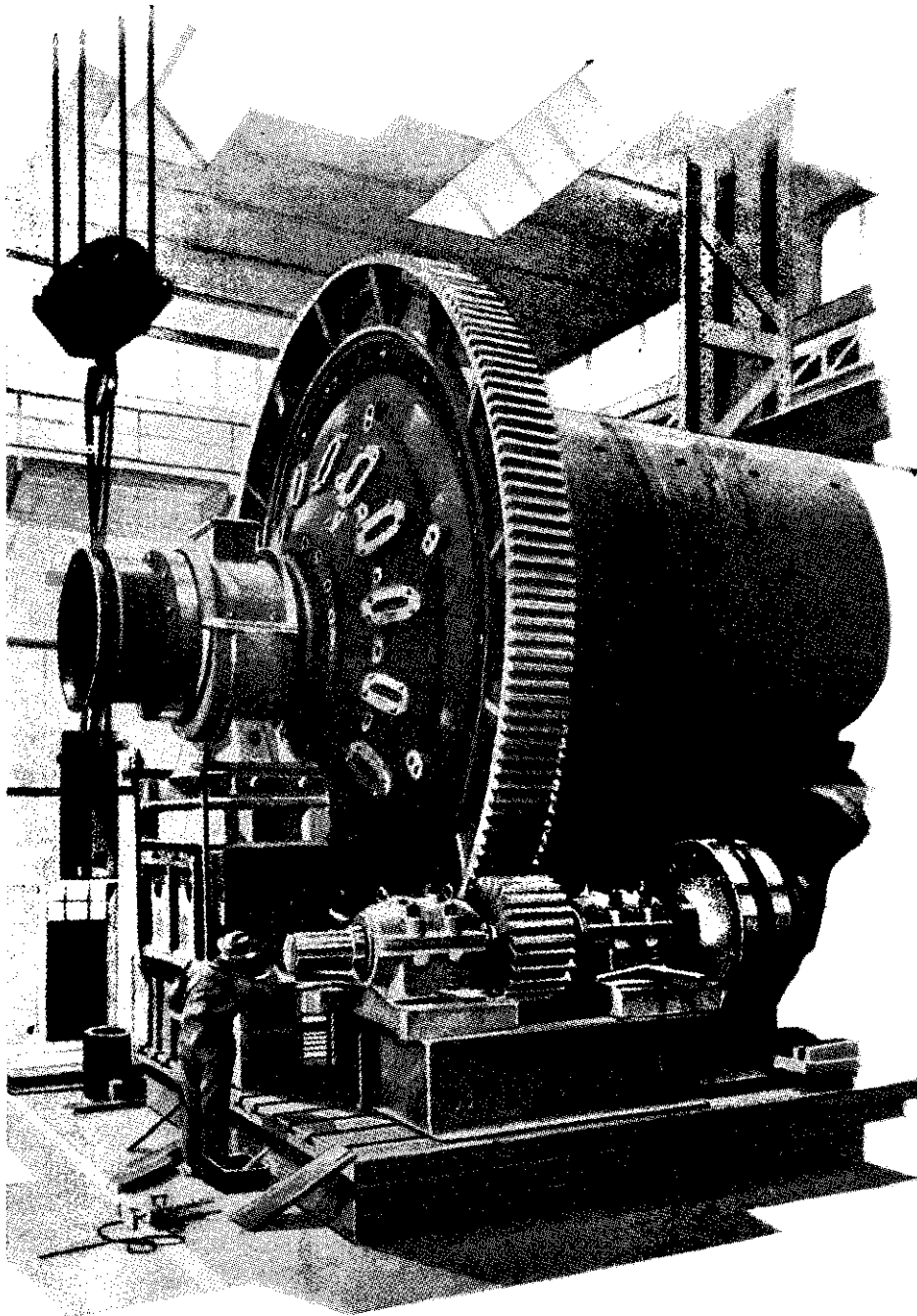
Ersmark, Sverige

Edustaja Suomessa

Oy Telko Ab

Vuoriteollisuuskoneet

Aleksanterink. 13
Helsinki 10,
puh. 65 80 11



⋮
**Kova
nimi
kaivos-
ja
rikastus-
teolli-
suudessa**
⋮
⋮
⋮
⋮
⋮
⋮
⋮

HUMBOLDT

Murskaajia:

Karamurskaajia, kartiomurskaajia, leukamurskaajia, vasaramurskaajia, iskumurskaajia.

Rikastuslaitteita:

Vaahdotuskennoja, Sink-Schwimm-laitteistoja, magneettisia erottajia

Jauhatuslaitteita:

Kuulamylyjä, tankomylyjä, tärymylyjä, putkimylyjä, jauhatuskuivatusyksikköjä

Vedenpoistajia:

Sakeuttajia, rumpu-imusuotimia, keskipakoisseuloja, keskipakoislinkoja

Raesuuruuden säännöstelijöitä:

Spiraaluokittelijoita, raappaluokittelijoita, ilmaluokittelijoita, täryseuloja

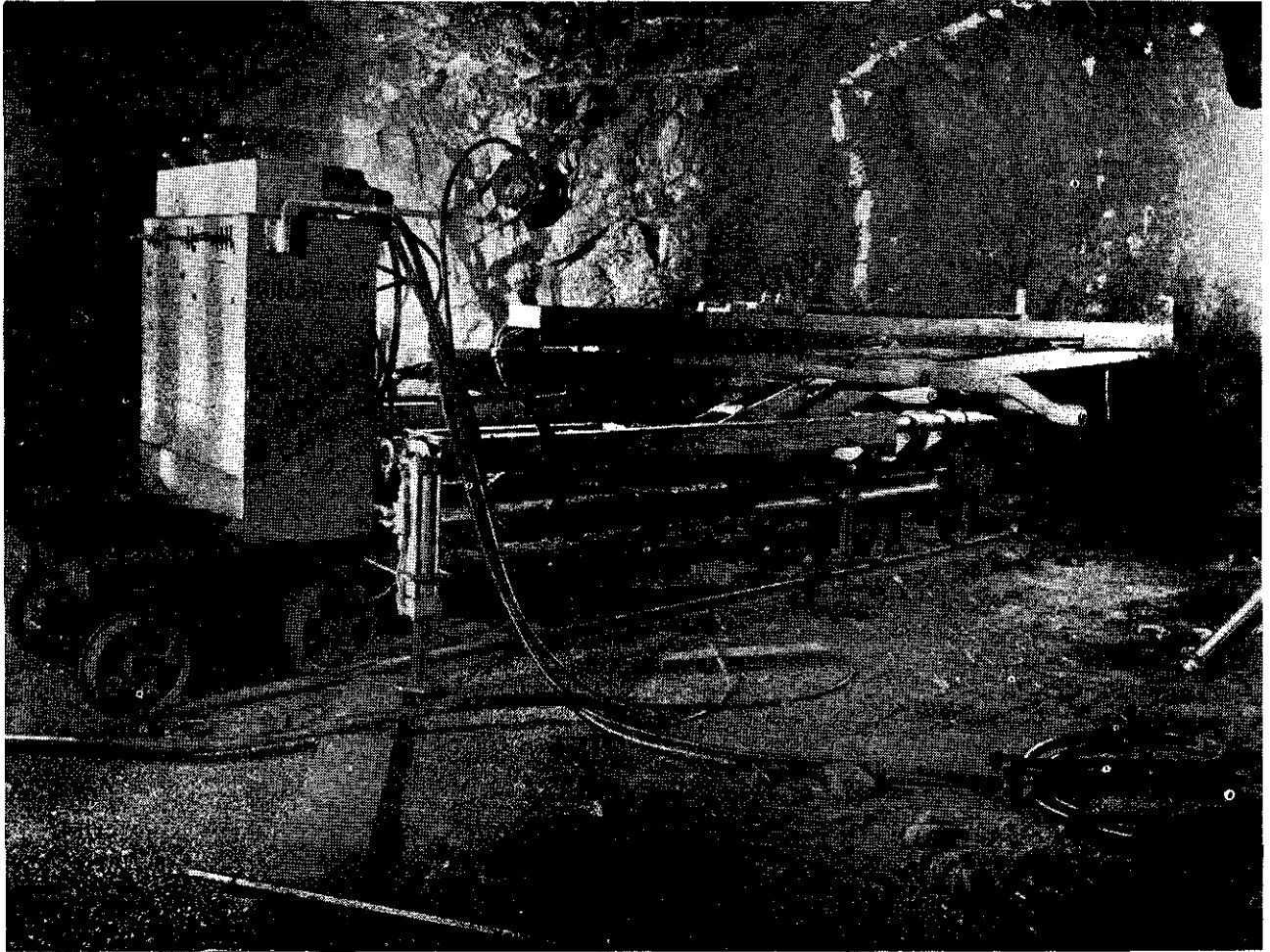
Kuljetuslaitteita:

Tärykuljettimia, ketjukuljettimia, lietepumppuja

MACHINERY

TEOLLISUUSK. 29, HELSINKI, PUH. 71 6711

KLÖCKNER - HUMBOLDT - DEUÖZ AG. KÖLN



Atlas Copco

TUNLER avaa **kaivosperät** **tehokkaammin**

- Yksi mies hoitaa kahta porakonetta
- Täsmällinen porien suuntaus
- Ei porien vaihtoja
- Koneeseen voidaan asentaa suoraan 320 mm:n poranterät
- Kone asennetaan kiskoille tai pyörille

Myyntikonttorit Kuopiossa, Tapionkatu 11, puh. 14 418 ja 14 419 sekä Tampereella Järvensivuntie 71, puh. 500 23 ja 500 24



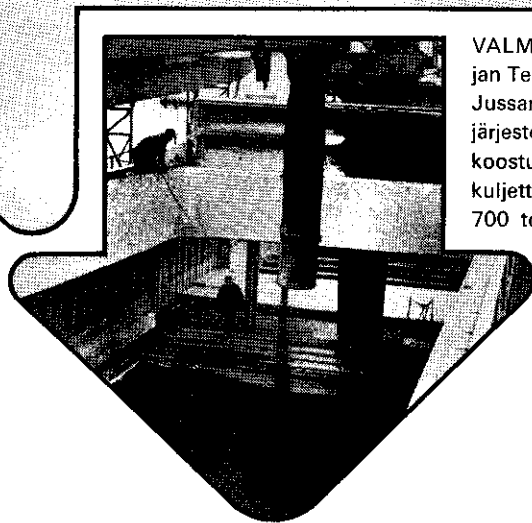
JULIUS TALLBERG

ATLAS-COPCO-OS.
Aleksanterink. 21 H:ki 10
Box 10210 Puhelin 13 611

**nopeampi
lastaus**



**vähemmän
kustannuksia**



VALMET OY:n Rautpohjan Tehdas on toimittanut Jussarön sataman lastausjärjestelmän. Järjestelmä koostuu neljästä hihnakuljettimesta. Kuljetusteho 700 tonnia tunnissa.

Jussarön kaivoksen, Suomen suurimman malmilöydön, malmi sijaitsee kokonaan vedenpinnan alapuolella. Jussarön kaivoksen omistaa Vuoksenniska Oy.

Kaivoksessa käytössä oleva lastausjärjestelmä on seuraava:

Rikaste syötetään kauhakuormajien avulla syöttösuppiloiden kautta lyhyille syöttökuljettimille. Syöttökuljettimet vievät rikasteen hihnakuljettimelle, jonka syöttöpiste sijaitsee betonitunnelissa rikaste-

aukean alla. 98 m pitkä hihnakuljetin vie rikasteen malmisatamaan ja syöttää sen poikittaiskuljettimelle, joka liikkuu pitkittäissuunnassa ja kuljettaa rikasteen laivan ruumaan kahden lastauskuljettimen avulla.

Valmet Oy, Rautpohjan Tehdas, Jyväskylä, puh. 18 100
Pääkonttori: Punanotkonkatu 2, Helsinki 13, puh. 11 441

VALMET

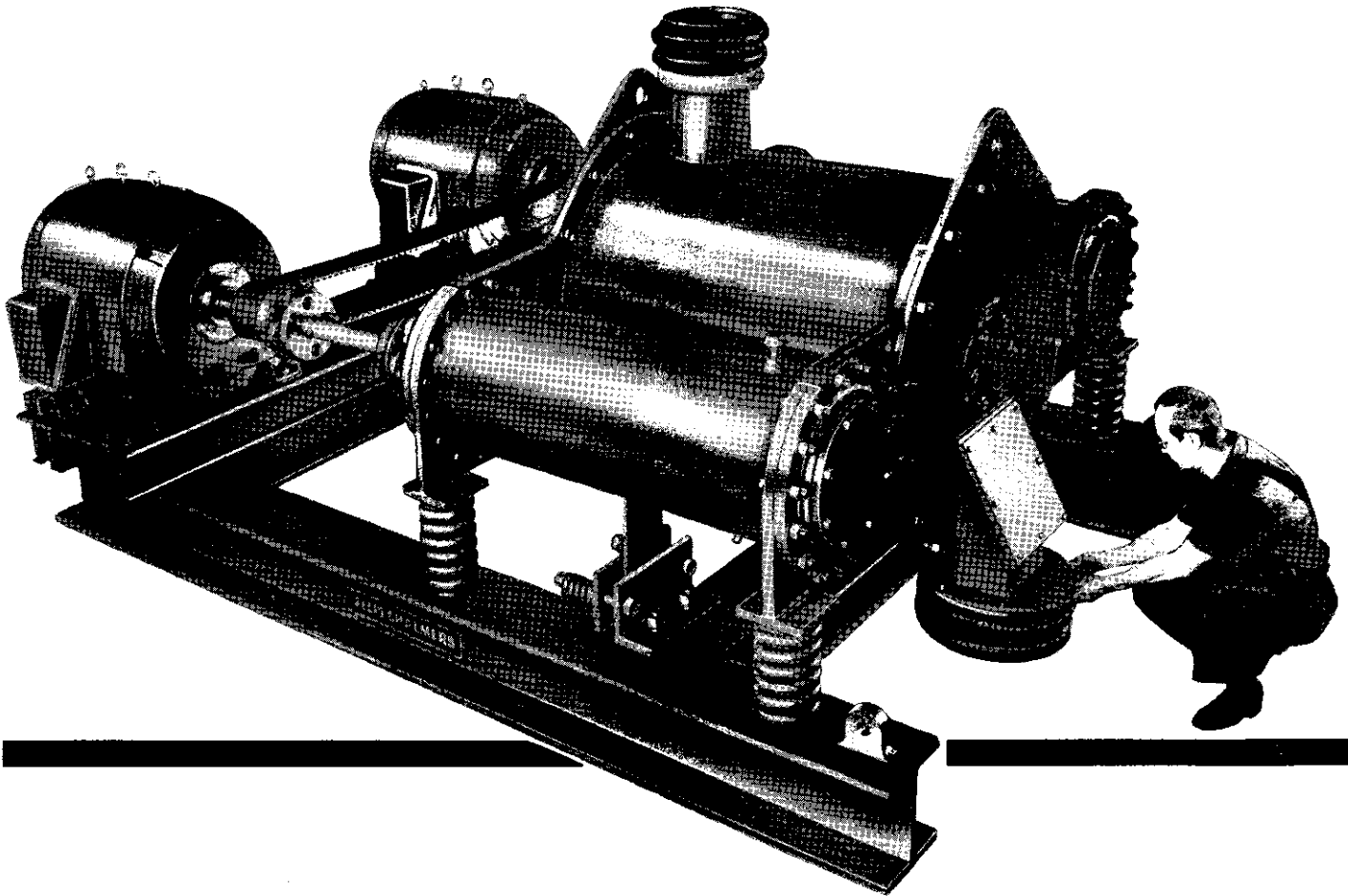
ROLAC

64 4411

Malminkatu 20, Helsinki
Puh. 64 44 11

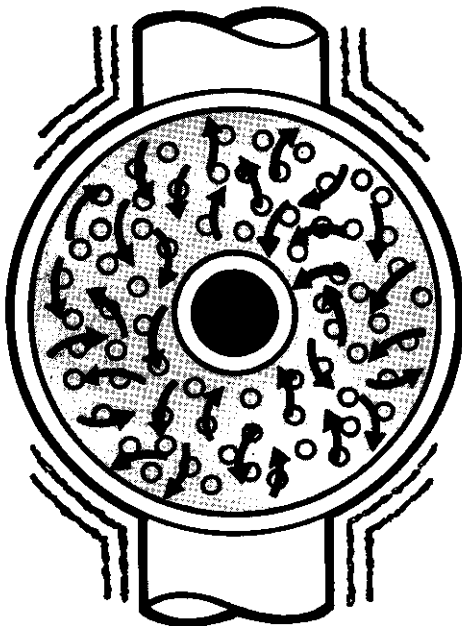


SVEDALA-ARBRA



ALLIS-CHALMERS

TÄRYMYLLYT MALLI VBM



SOVELTUVAT PARHAITEN ERI MATERIAALIEN HIEÑOJAUHATUKSEEN

Ne perustuvat periaatteessa voimakkaaseen täryliikkeeseen kiertoliikkeen asemesta, hienojauhetun tuotteen valmistamiseksi.

TUNNUSOMAISTA ALLIS-CHALMERS'in VBM TÄRYMYLLYLLE ON:

Suuri teho, monasti 10–20 kertainen verrattuna tavanomaisiin pyöriviin myllyihin, joissa on sama tilavuus.

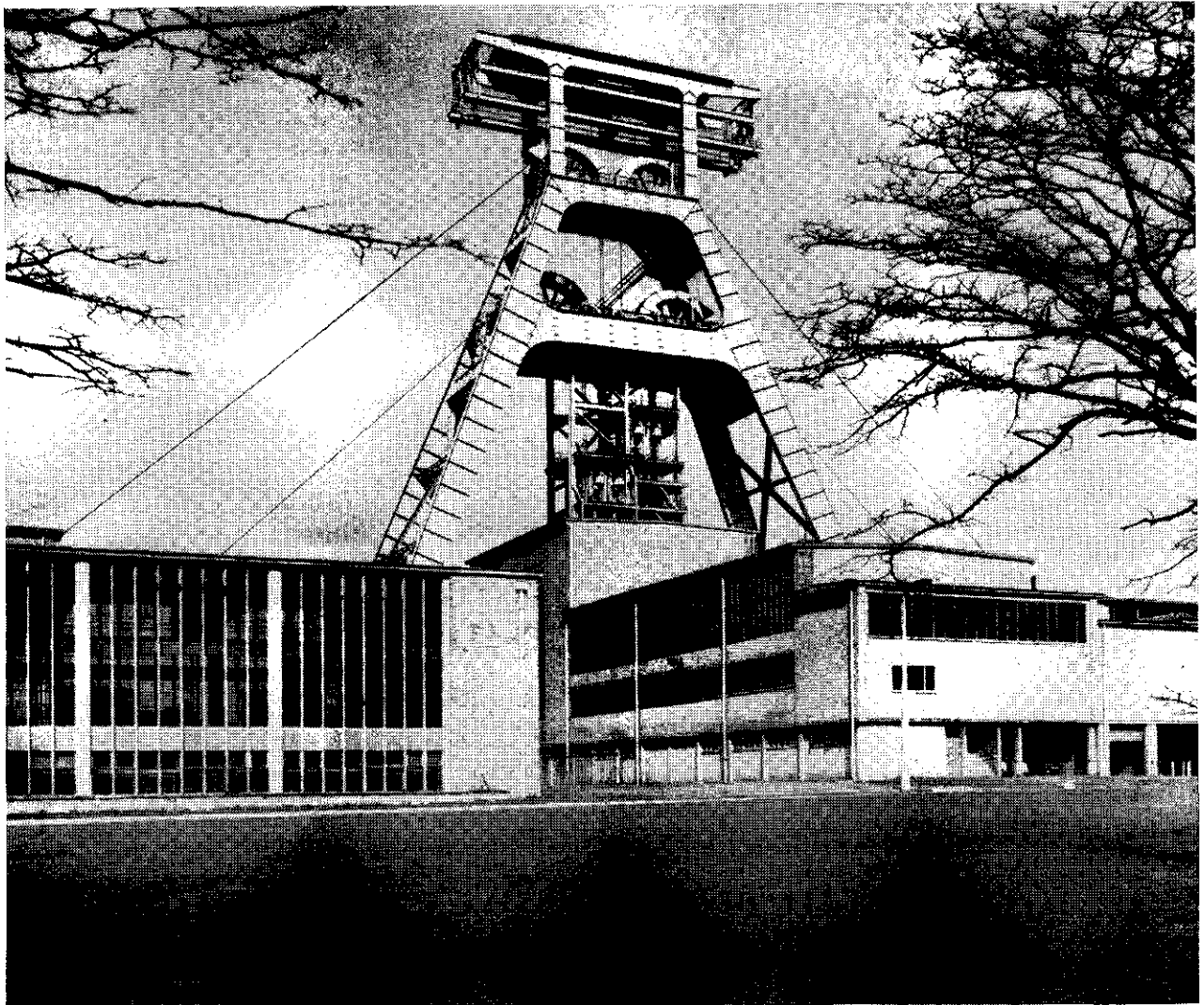
Pieni tilantarve myllyrummun pienen halkaisijan ansiosta.

Pienet investointikustannukset verrattuna samantehoisiin tavanmukaisiin myllyihin.

Pienet käyttökustannukset verrattuna samantehoisiin tavanmukaisiin myllyihin.

Pienet käyttökustannukset pienen myllyrummun ansiosta, joka säästää sekä jauhinkappaleita että vuorauksia.

KAIVOSTENNE KÖYSIPULMAT

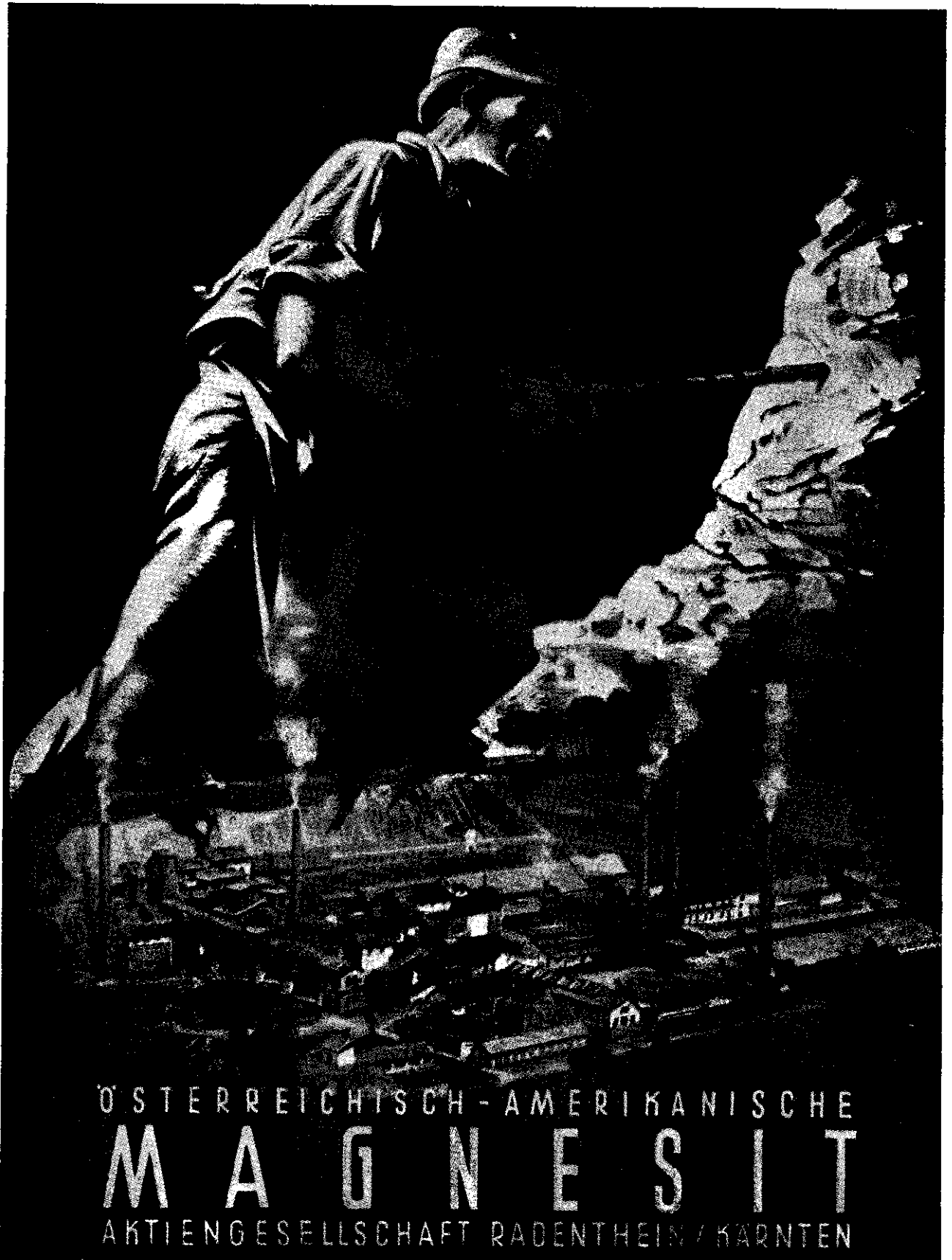


RATKAISEE BRITISH ROPES LTD.

Ottamalla yhteyden edustajaamme Helsingissä voitte käyttää hyväksenne maailman eturiviin kuuluvan yhtiön vertaansa vailla olevia mahdollisuuksia varustaa kaivoksenne kaikilla tarvittavilla köysillä.

EDUSTAJA: RAUTAKONTTORI OY, Rautatalo, Keskuskatu 3, Helsinki Puh: 12121

BRITISH ROPES LTD · WARMSWORTH HALL · DONCASTER · ENGLAND



ÖSTERREICHISCH - AMERIKANISCHE
MAGNESIT
AKTIENGESELLSCHAFT RADENTHEIN / KÄRNTEN

OY TULENKESTÄVÄT TIILET AB

Eerikinkatu 14 A Helsinki 10 Puh. 64 53 41 - 64 53 42

Eriksgatan 14 A Helsingfors 10 Tel. 64 53 41 - 64 53 42



terässulattojen koneet ja laitteet

Tarjoamme suuren valikoiman Neuvostoliiton metallurgisen teollisuuden tuotteita, joille on ominaista suuri kapasiteetti, taloudellisuus ja korkea teknillinen taso

Myynti:

Maahantuoja:

TELKO OY

Aleksanterink. 15
puh. 65 80 11

oy **koneisto** ab

Lönnrotinkatu 25,
Helsinki 18.
Puh. 64 50 07

Teollisuuden mittauksiin

ASEA-PRESSDUKTOR

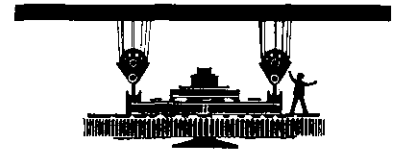
ilmaisee kuormituksen



Kemiallinen teollisuus:
Mitä tapahtuu prosessin aikana?



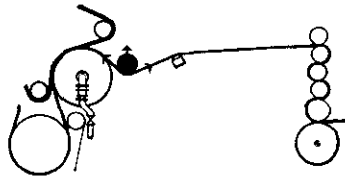
Liikenne:
Mikä on akselipaino ja kuorman paino?



Ihmisten ja tavarain suoja:
Kuinka suuri on nosturin kuorma?



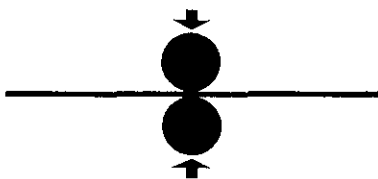
Tarkkailu:
Kuinka paljon kuluu raaka-ainetta?



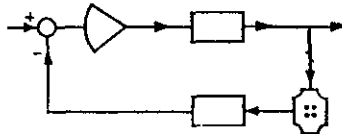
Paperitehtaat:
Kuinka suuri on vetojännitys?



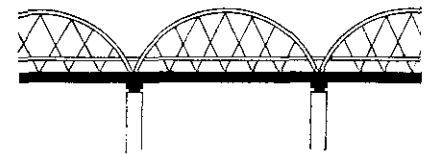
Laivat:
Mikä on potkuripaine?



Valssilaitokset:
Kuinka suuri on paine?

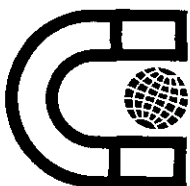


Automaatio:
Voiman, vetojännityksen ja paineen mittaaminen.



Pilaripaineen mittaus:
Kuinka suuri on kuormitus?

Vääntömomentin mittaukseen soveltuu ASEAn kehittämä TORDUKTOR, joka ei vaadi liukurenkaita eikä muita mekaanisesti akseliin kytkettäviä laitteita.



luovaa sähkötekniikkaa

ASEA

OSAKEYHTIÖ ASEA AKTIEBOLAG

HELSINKI Puh. 12501	KUOPIO Puh. 15071	LAPPEENRANTA Puh. 14405	OULU Puh. 23103	TAMPERE Puh. 21150	TURKU Puh. 26020	VAASA Puh. 13230	HUOLTO:KILO Puh. 409535
------------------------	----------------------	----------------------------	--------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	----------------------------



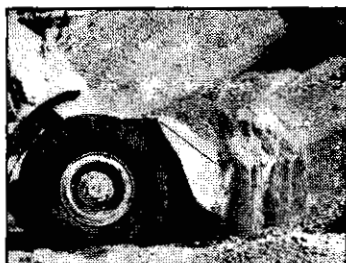
Perinteellisen varmaa Wärtsilä- teräsvalua

Wärtsilän Taalintehtaan tuotteisiin kuuluvat raskaat laiva- ja koneiteollisuuden teräsvalut sekä ruostumattomat, haponkestävät ja tulenkestävät teräsvalulaadut. Valmistusohjelmaan sisältyy seostamaton sekä niukkaseosteinen SM-teräsvalu aina 35 tonniin saakka ja seostamaton sekä seostettu sähköteräsvalu aina 1300 kg:aan. Kaikki teräsvalut voidaan toimittaa koneistettuina.



WÄRTSILÄ
Taalintehtas

HANKKIJAN MAANSIIRTOKONEET



Hyvä tasapaino – kauha kuljetus-
asennossa mahdollisimman lähellä
konetta.



Helppo pääsy huoltokohteisiin.

CHASESIDE

pyöräkuormaajat

CHASESIDE SUPER LOADMASTER 3000

Moottori	224 (SAE) hv, 2200 r/min
Siirtokyky	4536 kg
Kauhan tilavuus	2,48 m ³
Työpaino	yli 14 tonnia

CHASESIDE SUPER LOADMASTER 2000

Moottori	137 (SAE) hv, 2400 r/min
Siirtokyky	3620 kg
Kauhan tilavuus	2 m ³
Työpaino	n. 11 tonnia

CHASESIDE SUPER LOADMASTER 1500

Moottori	137 (SAE) hv, 2400 r/min
Siirtokyky	2721 kg
Kauhan tilavuus	1,53 m ³
Työntöpaino	n. 9 tonnia

Lämmityslaitteella varustettu hytti.

Nostovarsien kiinnityskohta ajajan edessä turvallisuussyistä.

HYVÄ HANKKIJAN KONE –
HYVÄ HANKKIJAN HUOLTO



HANKKIJA



... talo paloi maan tasalle ja
vain osa irtaimistoa saatiin
pelastetuksi.

EI MIKÄÄN HARVINAINEN UUTINEN

**SIKSI: OMAKOTITALOJA, TALOUSRAKEN-
NUKSIA tai TEOLLISUUSRAKENNUKSIA**
rakennettaessa kannattaa
LÄMPÖTALOUTTA ja PALOTURVALLISUUTTA
silmälläpitäen eristeeksi valita palamaton

Vuorivilla

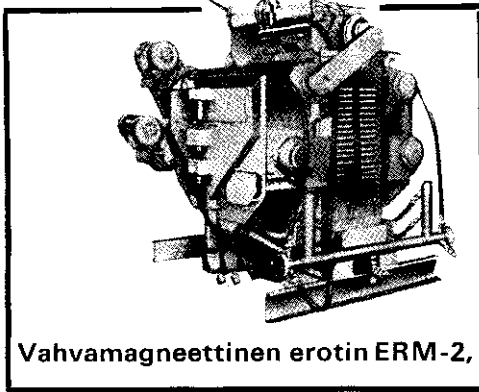
Vuorenvarma mineraalivilla

paloluokiteltu a-luokan rakennustarvikkeeksi

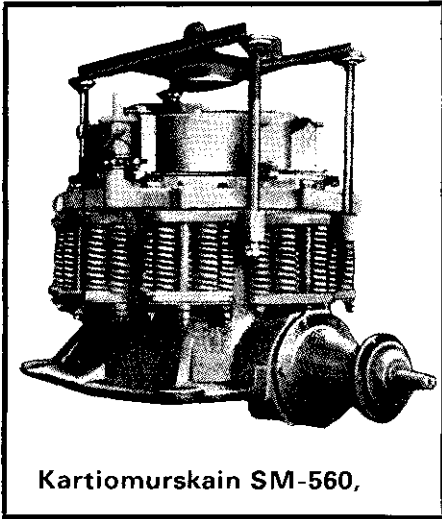
PARAISTEN KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ

Rakennusneuvojamme antavat korvauksetta eristysteknistä opastusta:

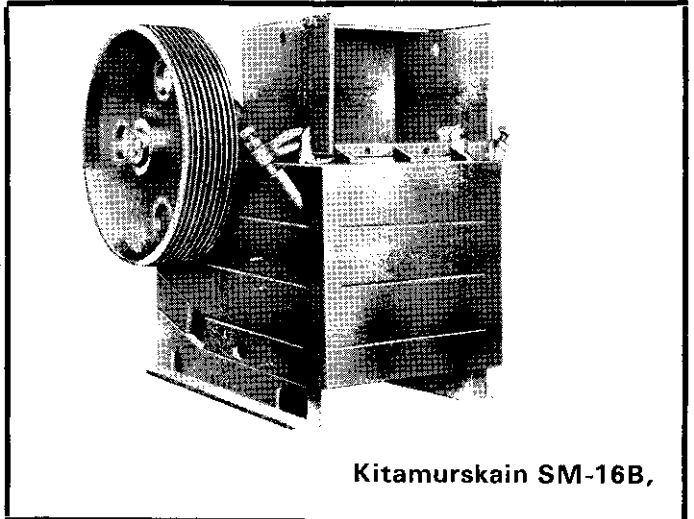
PARAINEN	puh. Tku 44 422	JYVÄSKYLÄ	puh. 17 962	KUOPIO	puh. 21 851
HELSINKI 10	puh. 642 020	TAMPERE	" 28 251	OULU	" 13 771
LAPPEENRANTA	" 12 860	VAASA	" 11 803	ROVANIEMI	" 3 727
PORI	" 15 442				



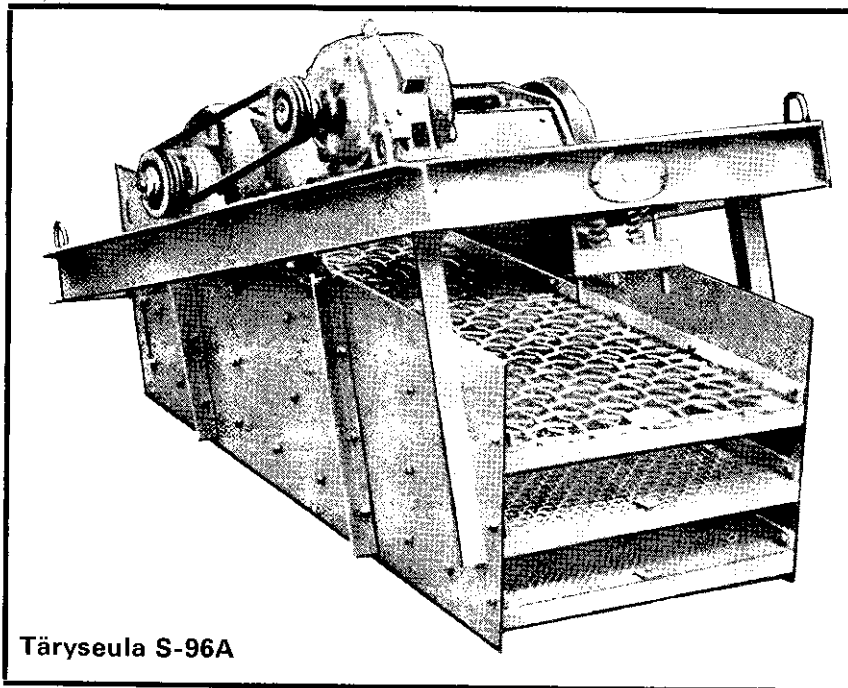
Vahvamagneettinen erotin ERM-2,



Kartiomurskain SM-560,



Kitamurskain SM-16B,



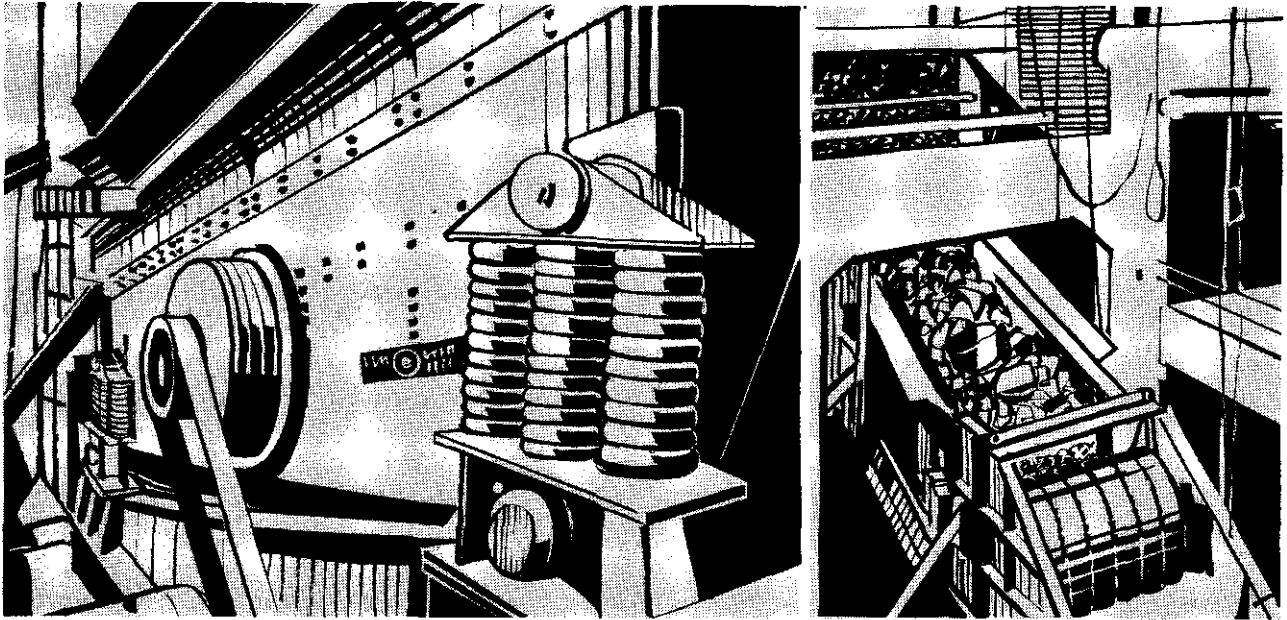
Täryseula S-96A

NEUVOSTOLIITTOLAISIA VUORITEOLLISUUSKONEITA

Asetamme käyttöönne Neuvostoliiton tekniikan saavutukset. Tehtaiden suurten valmistussarjojen ja pitkälle viedyn automaation tuloksena on valmistuskustannukset saatu alhaisiksi.

Myynti:
TELKO OY
Aleksanterink. 13
puh. 65 80 11

Maahantuoja:
oy koneisto ab
Lönrotink. 25.
Helsinki 18.
Puh. 64 50 07



HEWITT-ROBINS

syöttäjiä, seuloja,
täryritilöitä,
tärytyhjentäjiä

kaivos- ja valimoteollisuudelle

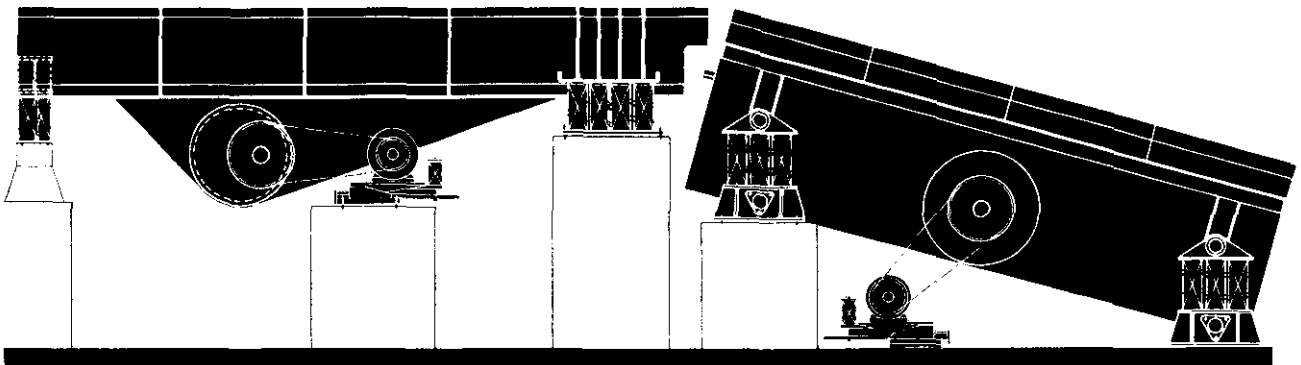
Kuvassa oleva laitos Ranskassa on tehollaan 500 tn/h. Suurin lohkokoko on n. 6 tonnia. Syöttäjä on siilon alla, karkeaseula eroittaa — 80 mm aineksen ennen murskaajaa.

Eliptex-syöttäjä

Tyyppi E-13. 60" x 216"
Paino 13.100 kg.
Iskunpituus 10 mm.
Kierros-luku säädettävä
350—800
Moottori 35 hv,
kommutaattori

Vibrex-karkeaseula

Tyyppi: MH-16 72" x 192"
Paino 10.540 kg
Iskunpituus 15 mm
Kierros-luku 600
Moottori 45 hv

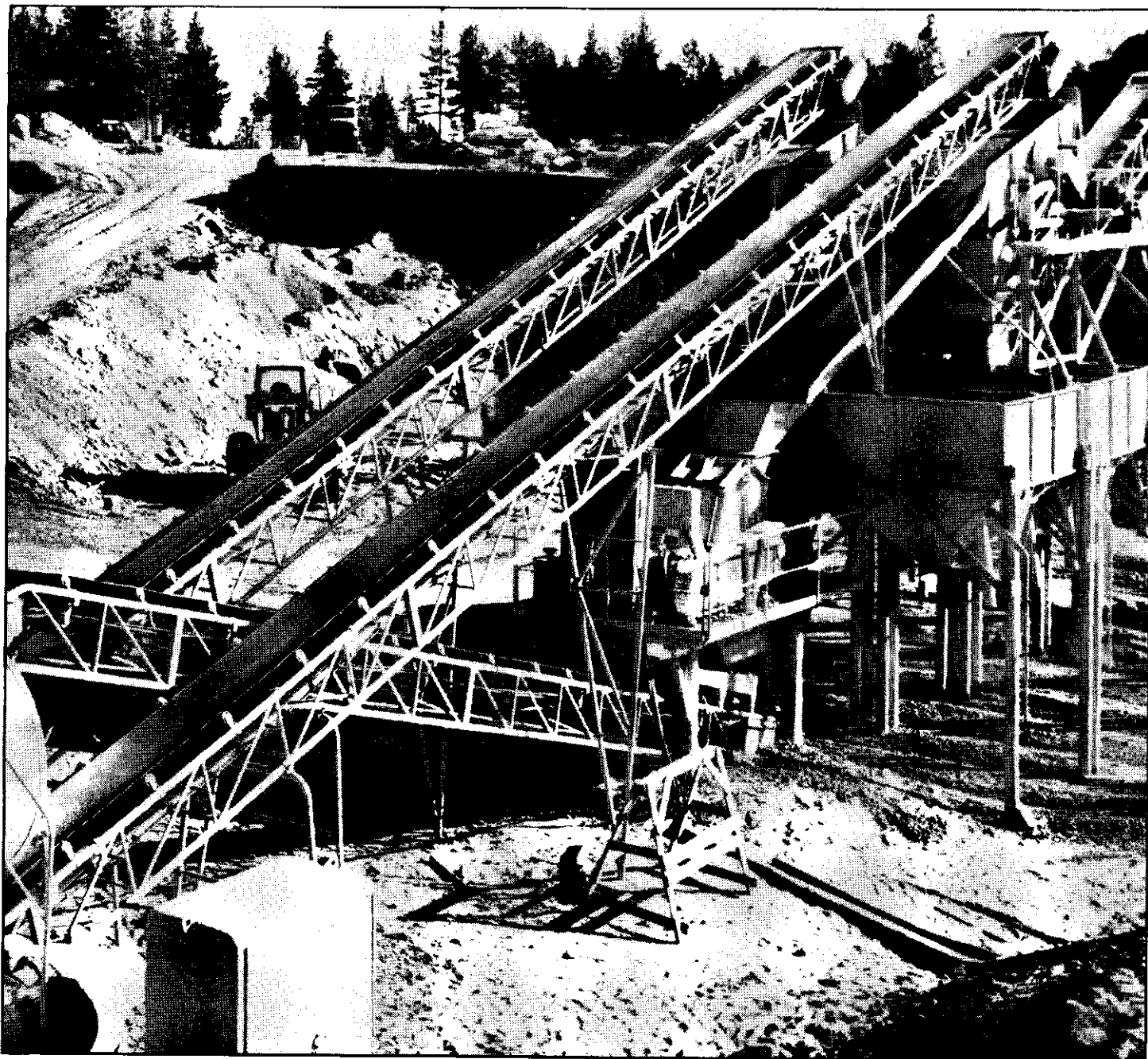


OY GRÖNBLÖM AB

HELSINKI — TURKU — TAMPERE — OULU

Lokomo tarjoaa täydellisen valikoiman hihnakujuettimia. Jokaiseen käyttötarkoitukseen sopiva malli. Ja kaikille materiaaleille. Toimitamme täydellisiä hihnakujuetinjärjestelmiä. Myös automatisoituja.

Hihnakujuettimia jokaiseen tarkoitukseen



Murskainmyynti

LOKOMO

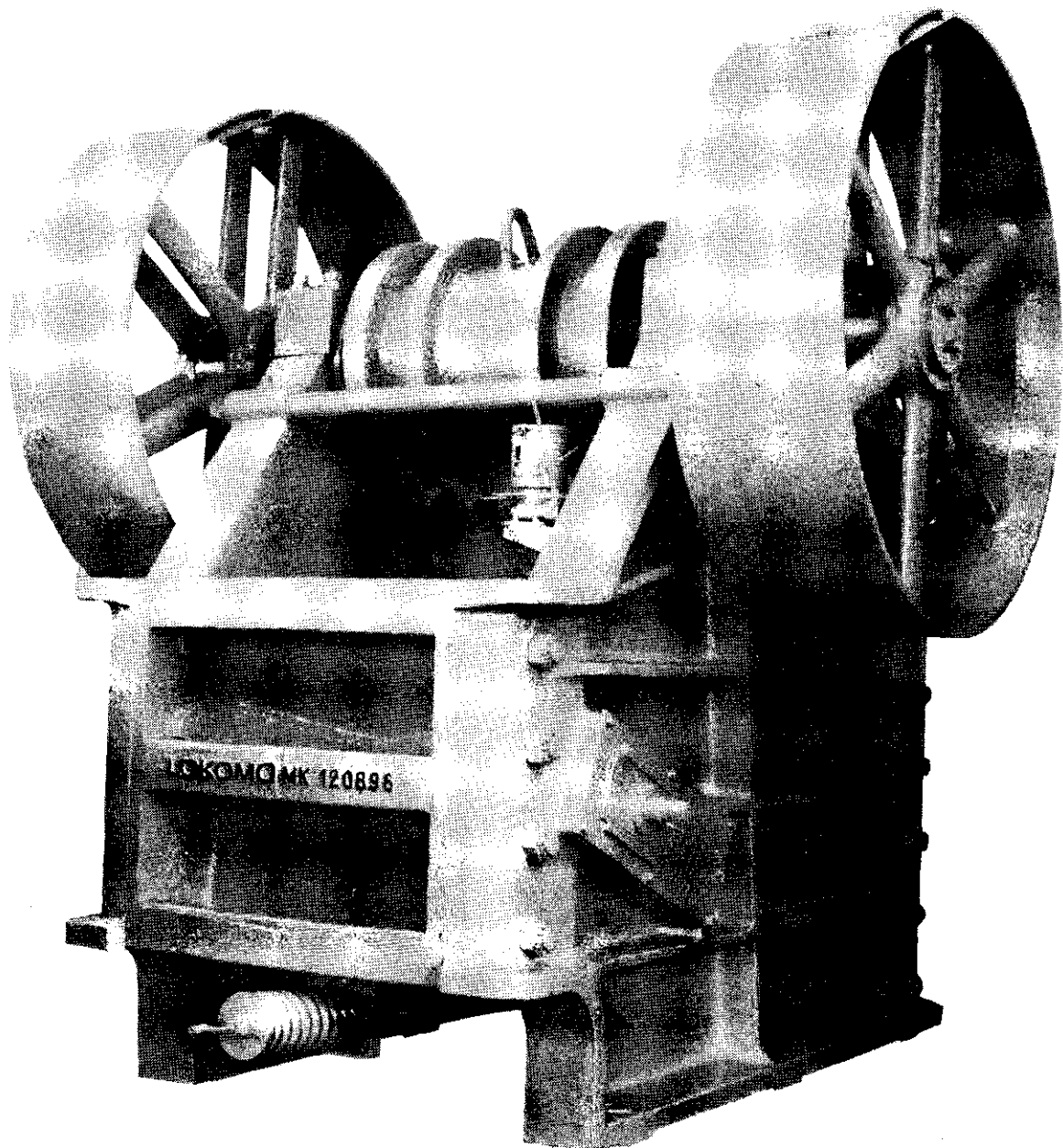
Tampere, puh. 931-28120

Lokomo on valmistanut tähän mennessä yli 1300 kivenmurskauskonetta. **Tiedustelkaa murskausalan asiantuntijalta.** Ammattimiehenä Te tiedätte, että murskauslaitoksissa esimurskaimen on oltava suuri, koska jälkimurskaimet muuten joutuvat tarpeettoman kovalle rasitukselle ja siten pienentävät koko laitoksen tehoa.

Lokomo-murskaimissa on pitkät leuat, jotka suurellakin kivikoolla sallivat pienen asetuksen alapäässä ja siten suuren murskausasteen. Runsaasti mitoitettu runko, vauhtipyörät ja käyttömoottori takaavat suuren murskaustehon.

Ottakaa yhteys ja pyytäkää tarjouksia. Annamme mielihyvin myös suunnitteluapua.

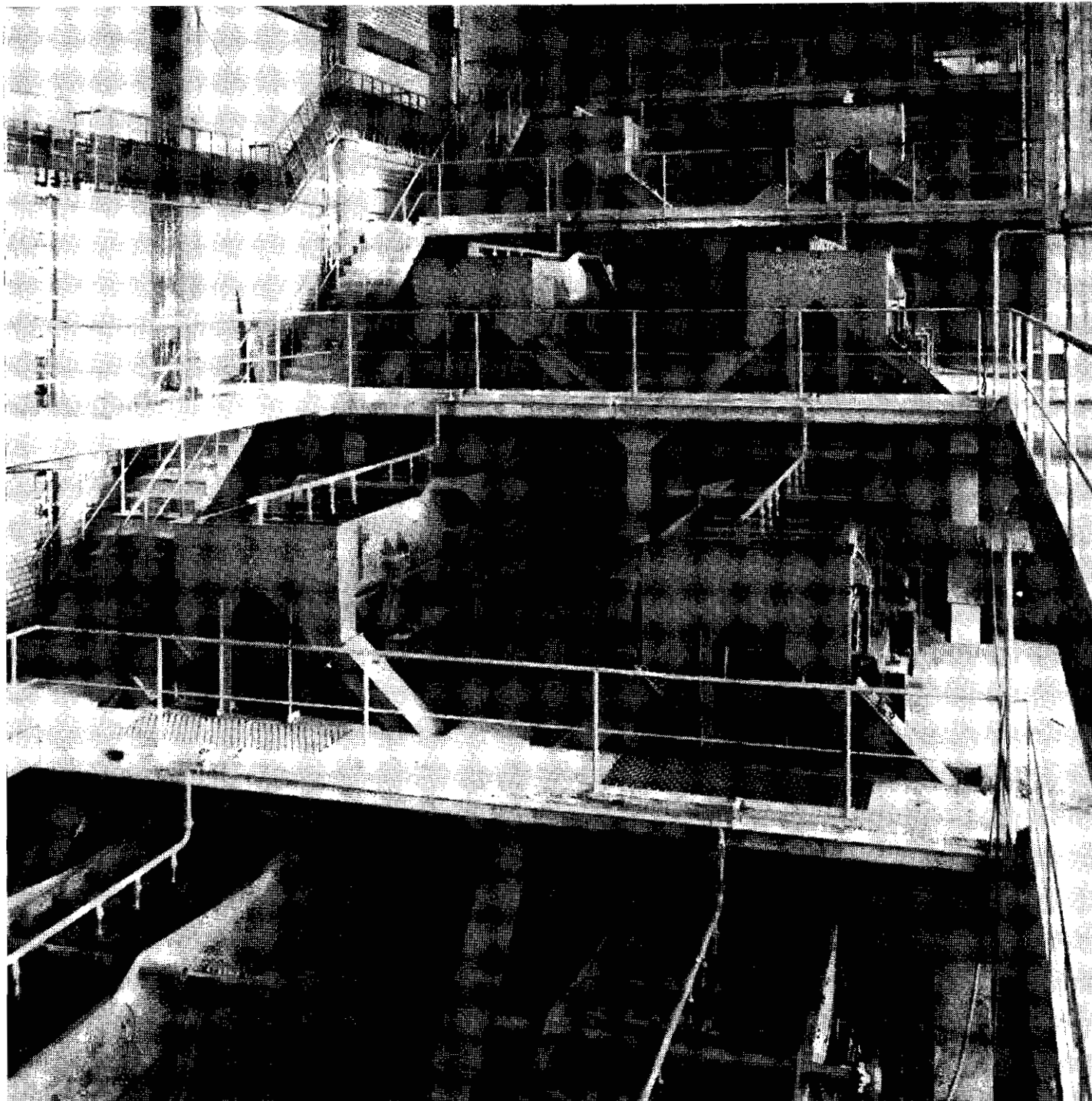
Lokomon murskaimilla on ainakin yksi inhimillinen piirre: ne ovat kaikkiruokaisia



Murskainmyynti

LOKOMO

Tampere puh. 931-28120



Zweimassen-Schrägwurfsiebe

Tasapainoitettu seula nimenomaan karkeaan ja keskikarkeaan seulontaan.

Etuja: käynnistettävissä kuormitettuna – riippumaton kuormitusvaihteluista ominaispainon vaihdella – vankka, kestävä rakenne – suurtehoinen, maks. 1000 m³/h – syötettävissä sysäyksittäin – täysin tasapainoitettu sekä tyhjänä että kuormitettuna – pieni tehonkulutus – vähäinen huollontarve.

Karkeaseulontaan lievästi kaltevana. Keskikarkeaan seulontaan vaakasuorana.

WEDAG

WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPELAG · 463 BOCHUM
VUORIKONE OY · HELSINKI · TEL. 65 55 43 · 65 55 19

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r. y.

Hallitus: dipl.ins. Börje Forsström, puheenjohtaja, dipl.ins. Erkki Hakapää, varapuheenjohtaja, professori Kauko Järvinen, ylijohdaja Vladi Marmo, dipl.ins. Igor Osipow, yli-ins. Lauri Pietiläinen, dipl.ins. Jürgen Schmidt ja fil.tri. Veikko Vähätalo.

Rahastonhoitaja: dipl.ins. Paavo Maijala, Outokumpu Oy, Töölönkatu 4, puh. 44 05 11.

Sihteeri: yli-ins. Kalervo Nieminen, Paraisten Kalkkivuori Oy, Fredrikinkatu 47, puh. 64 20 20.

Kaivosjaosto: dipl.ins. Jarmo Soininen, puheenjohtaja, dipl.ins. Rainer Tuovinen, sihteeri, Otanmäki Oy, Otanmäki.

Metallurgijaosto: tekn.tri. Sakari Heiskanen, puheenjohtaja, dipl.ins. Raimo Keinänen, sihteeri, Oy Fiskars Ab, Lehtijoustehdas, Pinjainen, puh. 911-30 944.

Geologijaosto: fil.maist. Tor Stolpe, puheenjohtaja, fil.lis. Kauko Korpela, sihteeri, Imatran Voima Oy, Ruoholahdenkatu 8, puh. 64 78 11.

Toimitus: teollisuusneuvos Herman Stigzelius, päätoimittaja, virkapuh. 60 13 59, prof. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, virkapuh. 46 00 11, rouva Karin Stigzelius, toimitussihteeri, puh. 64 17 53. Toimituksen osoite: Bulevardi 11 A 10, Helsinki 12, puh. 64 17 53.

Ilmoitushinnat: kansisivu 600:—, muut sivut 450:—, puolisivu 300:— ja neljännessivu 200:—.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 2

1966

24 VUOSIKERTA

On the metallurgical research work in the Institute of Technology, Otaniemi, Finland

Professor M. H. Tikkanen, Institute of Technology, Otaniemi

The scope of the process metallurgical research is extremely wide and its problems scattered and mostly difficult to investigate. Although these problems mainly are of chemical nature, it has to be remembered that metallurgical chemistry has very little common with the so called classical chemistry. When dealing with metallurgical processes one has to understand the principles of solid and molten state chemistry, both areas almost totally neglected by the chemists.

In the metallurgical department of the Institute of Technology we have during the last years selected our research problems deliberately inside these areas. This has been done in order to get more information about the fundamental principles which form the basis of our understanding of the pyrometallurgical process.

The first two papers by Makkonen and Jalkanen concern the structure and reactivity of CoO, an non-stoichiometric oxide with p-type semiconducting characteristics. According to our theories about the relation between the structure and reactivity of a solid compound reactivity of a non-stoichiometric compound is a function of its content of defects (ions with abnormal valence, vacancies and so on).

The deficient structure of CoO is for the first time wholly interpreted in the paper of Makkonen based on the results with different refined investigation methods. The paper by Jalkanen deals with the sintering kinetics

of CoO in atmospheres with different oxygen pressures. His results, when combined with those of Makkonen, show that the sintering rate of CoO is controlled by the Lattice diffusion process.

The next two papers by Lilius and Holappa are dealing with certain properties of metals. Lilius describes how the metallic phase nucleates and grows up during the gaseous reduction of CoO. His pictures, taken at high temperatures during the reduction process, are unique. In the paper of Holappa new results of carbon-oxygen reaction between molten steel and molten slag are presented. According to the accepted view the only gaseous product during the oxidation of a molten carbon steel is carbon-monoxide at temperatures above 1500°C and in contact with iron. These results indicate, however, that carbon dioxide is being produced in great amounts in such cases where the Fe^{3+} — content of the oxidizing slag is high enough.

The last two papers by Yläsaari and Autio are dealing with the sintering phenomena of metals. The paper by Yläsaari is an experimental one explaining the theory of sintering. The paper by Autio describes the work on rotating bands for artillery shells with the objective of improving the practice in Finland. The results indicate that the sintered iron shell bands are superior to copper ones provided that the speed of the projectile exceeds 1000—2100 metres a second.

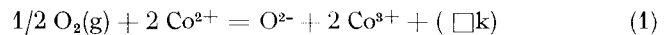
Kobolttioksidin virheellisyys

Tekn.lis. Risto Makkonen, Valtion teknillinen tutkimuslaitos, Otaniemi

Kun ioniyhdiste esim. metallioksidi on kontaktissa toisen komponenttinsa kanssa, ei yleensä termodynaaminen tasapainoehto ole tyydytetty, ellei kide ole epästökiometrisen. Syy tähän on se, että vaikka sisäistä energiaa (H) on kulutettava ylimäärä komponentin yhdistämiseen, systeemin entropia (TS) lisääntyy aluksi äärimmäisen nopeasti ja sitten hitaammin, kun epästökiometriisyysaste ($\square k$) kasvaa. Siten tasapainoehto — systeemin vapaaenergia ($G=H-TS$) on minimissään — täytetään epästökiometriisyyden jollain äärellisellä asteella.

CoO pystyy ottamaan ylimäärän happea, jonka voidaan ajatella muodostavan kiteen pinnalle uuden kerroksen oksidia, jolloin happi asettuu ioneina omille normaaleille hilapaikoilleen. O^{2-} -ioneja muodostamaan tarvitaan elektroneja ja uutta oksidikerrosta muodostamaan tarvitaan Co^{2+} -ioneja. Nämä hankitaan kiteen sisäosista. Tällöin muodostuu kiteeseen vapaita elektronitasoja — positiivisia koloja (Co^{3+}) — ja vapaita kationipaikkoja — ka-

tionivakansseja ($\square k$). Reaktiona tämä voidaan kirjoittaa seuraavasti:



Reaktion tasapainovakio K voidaan laskea massavaikutuslain perusteella:

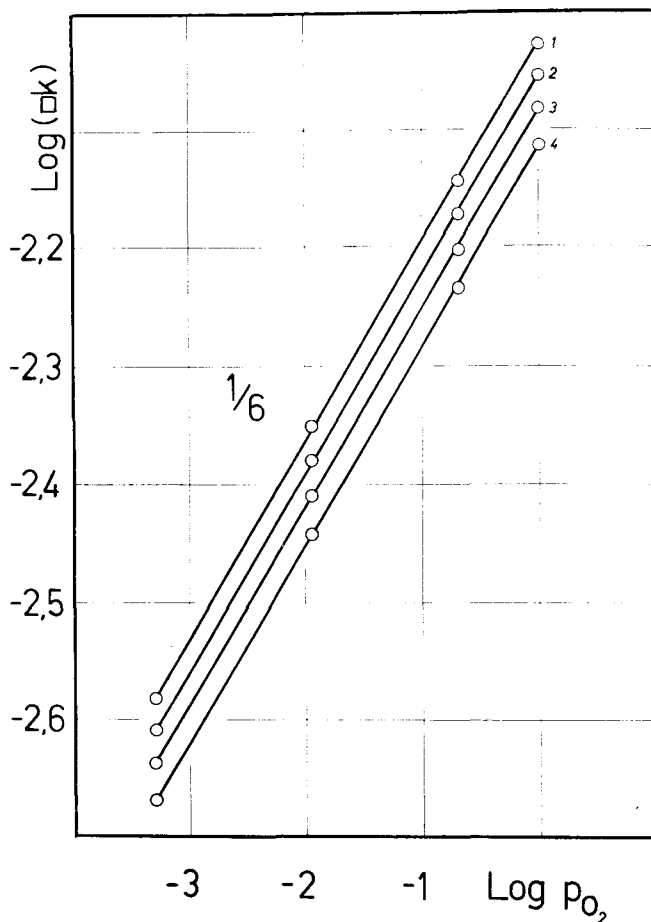
$$K = \frac{(O^{2-}) (Co^{3+})^2 (\square k)}{Po_2^{1/2} (Co^{2+})^2} \quad (2)$$

Sijoittamalla kaavaan seuraavat arvot: $(O^{2-}) = 1$, $(Co^{3+}) = 2(\square k)$ ja $(Co^{2+}) = 1$, koska $(Co^{2+}) + (Co^{3+}) + (\square k) = 1$ ja $(Co^{2+}) \gg (Co^{3+}) + (\square k)$, saadaan,

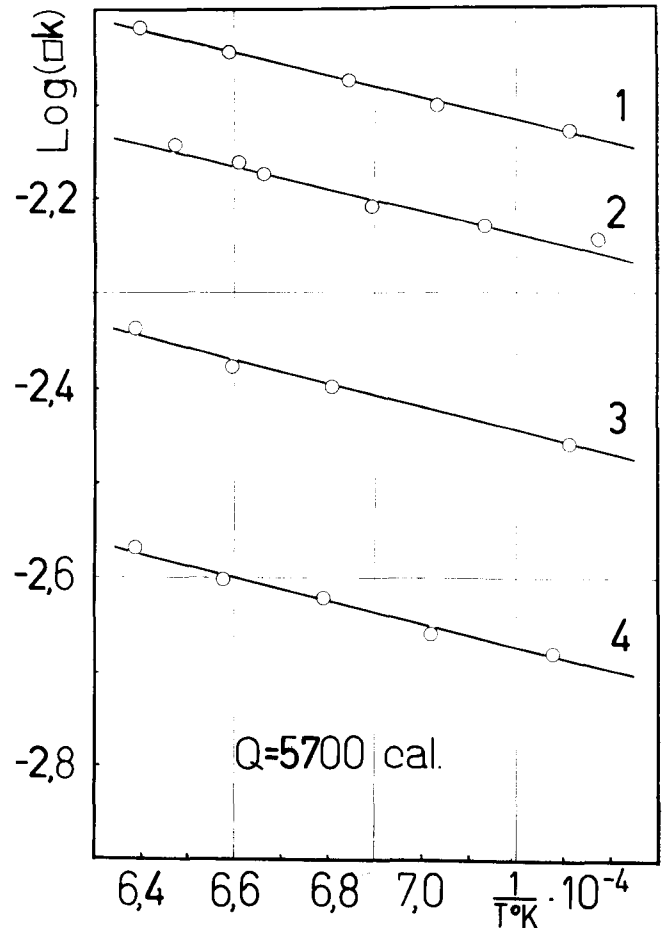
$$K = \frac{4(\square k)^3}{Po_2^{1/2}} \quad (3)$$

josta saadaan kun vakiot yhdistetään,

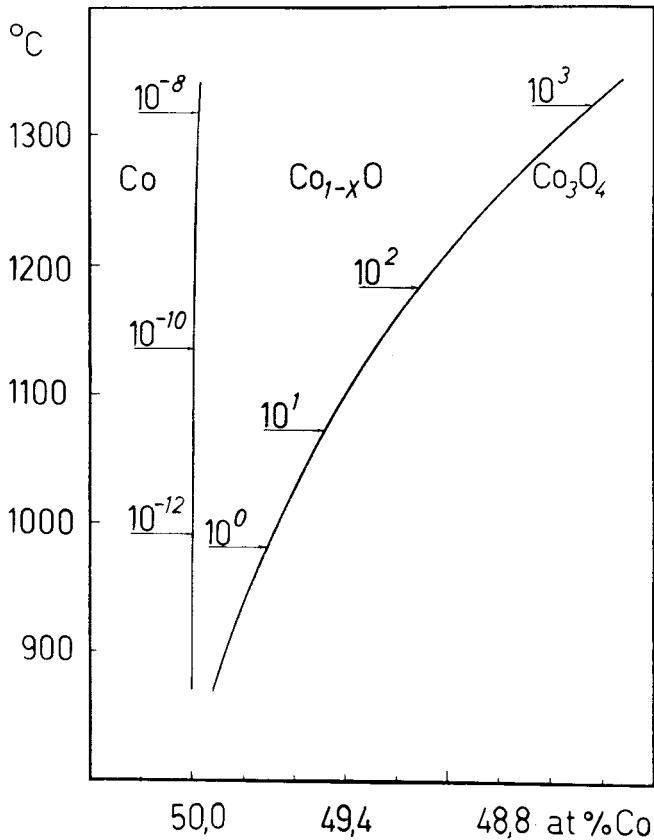
$$(\square k) = K'' Po_2^{1/6} \quad (4)$$



Kuva 1. Tuloksista interpoloitujen kationivakanssimäärien logaritmit happipaineiden logaritmien funktiona. Suorat 1, 2, 3 ja 4 1550, 1500, 1450 ja 1400°K.



Kuva 2. $\log (\square k) 1/T$:n °K funktiona. Suorat 1, 2, 3 ja 4 vastaavat happipaineita 1; 0,21; 0,011 ja 0,0005 atm. Suorien kulmakertoimista saadaan aktivaatioenergiaksi n. 5700cal.

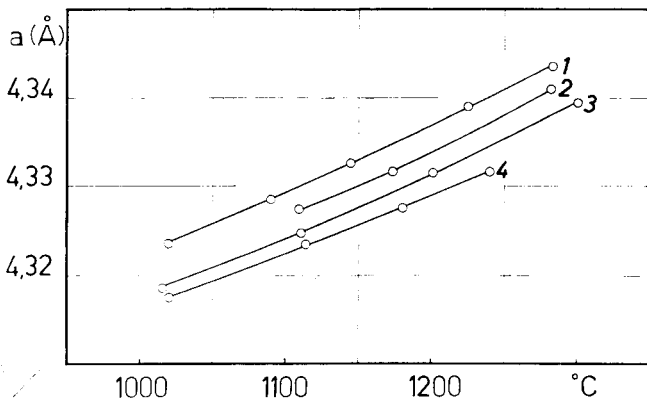


Kuva 3. Yhtälön 5 mukaan laskettu Co_{1-x}O :n esiintymisalue, potenssit ilmoittavat happipaineita, jotka vallitsevat, kun Co on tasapainossa CoO:n kanssa (vasen) ja CoO on tasapainossa Co_3O_4 :in kanssa (oikea).

Kaavan 4 mukaan on epästökiömetrinenvirhe vakio lämpötilassa verrannollinen happipaineen 6:een juureen.

Kokeellinen osa:

On tunnettua, että pienetkin määrät vieraita alkuaineita voivat muuttaa huomattavasti perusaineen olemusta, ja koska tämän kaltaisessa työssä, jossa on kysymyksessä hyvin pienet muutokset, lähtöaineen puhtausaste voisi vaikuttaa ratkaisevasti kokeiden tuloksiin, valittiin lähtöaineeksi mahdollisimman puhdas koboltti (99,999 % Co, Light). Tästä metallista hapetettiin eri happipaineissa ja lämpötiloissa tutkittavat oksidinäytteet. Näistä määrättiin vetypelkistyksellä kationivakanssimäärät, jotka ovat esitetyt taulukossa 1.



Kuva 4. CoO:n hilavakio eri lämpötiloissa ja happipaineissa. Käyrät 1, 2, 3 ja 4 vastaavat happipaineita n. 2,0002; 0,011; 0,21 ja latm.

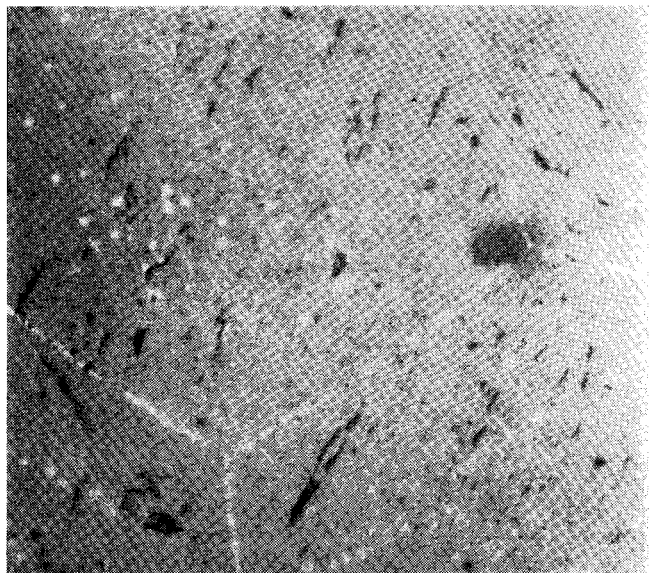
Taulukko 1. CoO:n epästökiömetrinen virhe eri happipaineissa ja lämpötiloissa.

T ^o C	Po ₂ atm	(□k)	± 0,0001
1291	1	0,0096	
1245	1	0,0090	
1188	1	0,0084	
1149	1	0,0079	
1094	1	0,0074	
1272	0,21	0,0072	
1240	0,21	0,0069	
1228	0,21	0,0067	
1178	0,21	0,0062	
1129	0,21	0,0059	
1083	0,21	0,0057	
1293	0,011	0,0046	
1244	0,011	0,0042	
1196	0,011	0,0040	
1095	0,011	0,0035	
1293	0,0005	0,0027	
1248	0,0005	0,0025	
1200	0,0005	0,0024	
1152	0,0005	0,0022	
1101	0,0005	0,0021	

Näistä tuloksista eri lämpötiloissa interpoloitujen kationivakanssimäärien logaritmit on esitetty kuvassa 1 happipaineen logaritmien funktiona. Näiden tulosten perusteella voidaan todeta, että yhtälö 4 pitää täysin paikkansa CoO:n suhteen, sillä ovathan kuvaajat suoria, joiden kulmakertoimet ovat 1/6.

Kun tulokset esitetään lämpötilan funktiona, saadaan eri happipaineissa samansuuntaiset suorat, joiden kulmakertoimet antavat aktivaatioenergian $Q = 5700 \text{ cal}$. Sijoittamalla kaavaan 3 tasapainovakion K:n riippuvuus lämpötilasta, ja käyttämällä saatua aktivaatioenergian arvoa 5700 cal , voidaan laskea kobolttioksidin esiintymisalue:

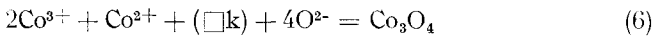
$$K = k e^{-Q/RT} = \frac{4(\square k)^3}{P_{O_2}^{1/2}} \quad (5)$$



Kuva 5. Mikrokuva CoO:sta. Suurennus 500 ×

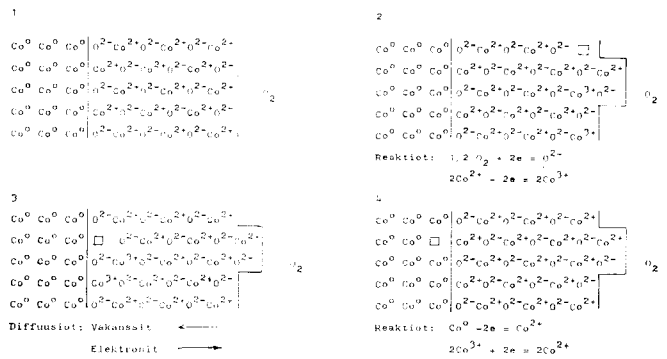
Tämän kaavan mukaan on laskettu kuvassa 3 esiintyvä CoO:n olotilapiirros.

Koska jo vuonna 1933 Jette ja Foote olivat todenneet Wüstitissä, FeO:ssa, joka on samanlainen oksidi kuin CoO, että kun sen virheellisyys lisääntyy niin hilavakio pienenee, ovat useat tutkijat koettaneet todistaa tämän paikkansapitävyyttä myös kobolttioksidissa kuitenkin onnistumatta. Tämä johtuu siitä, että korkeassa lämpötilassa virheellisyyden kasvu pienentää hilavakiota kuten kuva 4 osoittaa, mutta näytteen jäähtyessä siinä 900—700°C lämpötilassa, virheellisyys erkanee omaksi faasikseen Co₃O₄:ksi.



Tämän mukaan ovat aikaisemmat tutkijat röntgen-tutkimuksissaan huoneenlämpötilassa tutkineet lähes virheetöntä CoO-matriisia. Tällainen erkautuminen on todistettu sillä, että mikroskooppisessa tutkimuksessa, kuva 5, havaitaan selvästi vierasta, erkautunutta faasia, joka mikroanalysaattorissa voitiin todistaa olevan Co₃O₄:ää.

Lopuksi esitän erään tapauksen, jossa tämän tapaisella



Kuva 6. Kobolttin hapettumisen mekanismi.

tutkimuksella on käytännöllistä hyötyä. Kuvassa 6 on esitetty kobolttimetallin hapettuminen. Metallin hapettumisnopeus riippuu olennaisesti pinnalla olevan oksidin vakanssimäärästä, ja tätähän on nyt suoritettussa tutkimuksessa koetettu kartoittaa.

Summary: See page 25.

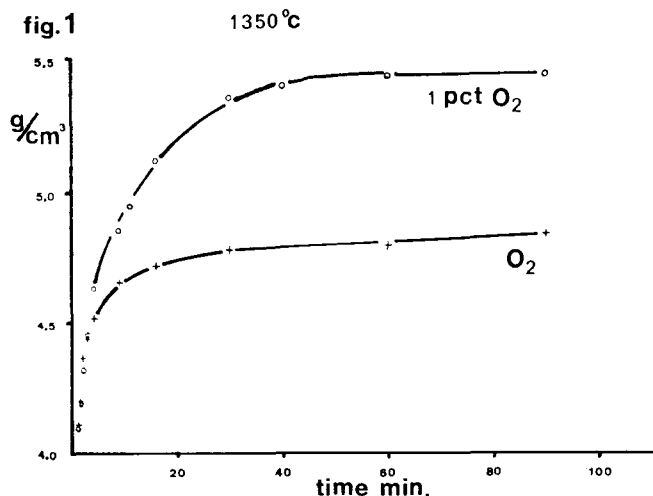
Kobolttioksidin sintrauksesta

Dipl.ins. Heikki Jalakanen, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

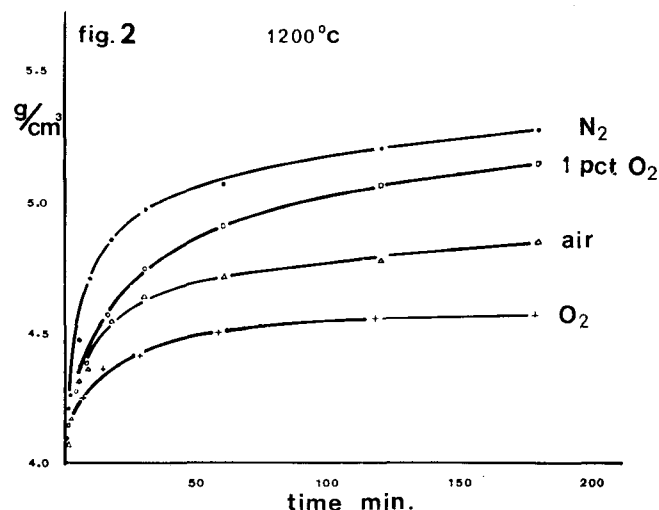
Sintraus on tärkeä valmistusprosessi sekä metallurgian että keraamisessa teollisuudessa, jossa se on lähes ainoa mahdollinen tuotteiden valmistusmenetelmä. Kuitenkaan sintrauksen teoriaa oksideilla (tai karbideilla, nitrideilla, borideilla yms.) ei ole tutkittu läheskään siinä määrin kuin metalleilla, vaan tutkimukset ovat pääasiassa liittyneet parhaiden prosessiolosuhteiden etsimiseen jonkin määrätyn tuotteen valmistuksessa. Vasta korkealuokkaisen keraamisen materiaalin tarve ydin- ja ohjusteollisuudessa on synnyttänyt kymmenen viime vuoden kuluessa järjestelmällisen oksidien sintrautumiseen kohdistuvan tutkimuksen.

Luonnollisesti sintrautumislmiö ja siihen vaikuttavat

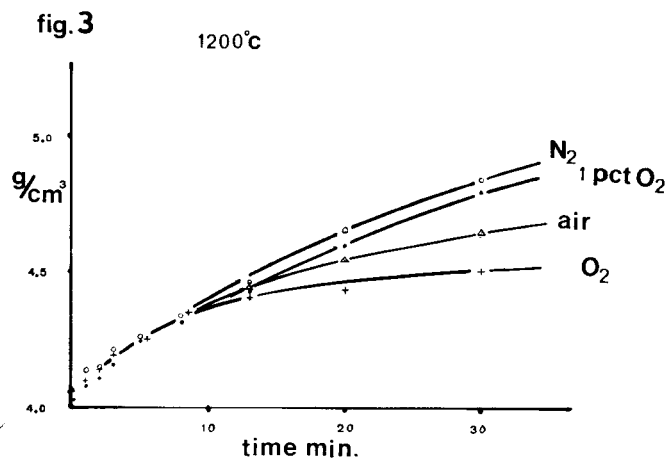
tekijät ovat suuressa määrin samat riippumatta materiaalista. Sintrauksen ajava voima on partikkelien ja huokosten pintaenergia ts. pintajännitys ja materiaavirtaus, joka synnyttää juuri sintrausilmion, tapahtuu metalleissa ja oksideissa lähes poikkeuksetta volyymidiffusion — hila- ja raerajadiffusion — välityksellä. Suuri ero metallien ja oksidien hilarakenteen välillä tekee kuitenkin mahdolltomaksi sen, että mekanismi, jolla aine siirtyy pintaenergioiden ajamana, olisi molemmilla täysin samanlainen. Oksidihilassa on kaksi komponenttia, kationi ja anioni, joiden liike on mahdollista vain omissa hilapaikoissa olevien vakanssien kautta. Hilassa täytyy vallita sähköinen tasapaino. Hilan virheellisyydet ovat ns. termodynaamisia virheitä, jotka kuuluvat tasapainokokoomukseen.



Kuva 1.

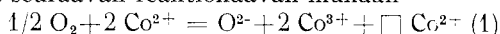


Kuva 2.



Kuva 3.

Koska hiladiffuusion on oletettu olevan materiaalin virtausmekanismi ja toisaalta tiedetään hilavirheiden oleellisesti vaikuttavan diffuusionopeuteen, valittiin sintrauskokeiden kohteeksi kobolttioksidi (CoO), jonka virherakennetta TKK:n metallurgian laboratoriossa on tutkittu. CoO on ns. p-tyypin puolijohde, jonka ionihilassa on kahdenarvoisen koboltin (Co²⁺) lisäksi pieni määrä kolmenarvoista kobolttia (Co³⁺) ja kationivakansseja (□Co²⁺), jotka ovat tasapainossa atmosfäärissä olevan hapen kanssa seuraavan reaktiokaavan mukaan



Koboltin itsediffuusiomekanismin CoO:ssa on todettu olevan hilaitsediffuusio ja diffuusiokoeffisientin riippuvan happipaineesta likimain reaktioyhtälön (1) mukaan.

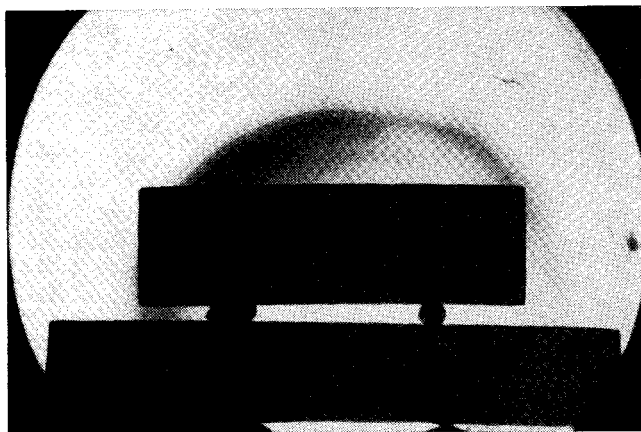
Kokeissa oli tarkoituksena tutkia sintrausatmosfäärin happipaineen, siis virherakenteen, vaikutusta sintrautumiseen ja ne tehtiin valokuvausmenetelmällä ts. CoO-pulverista puristetun koesylinterin mittamuutoksia seurattiin valokuvaamalla uuniputken päässä olevan ikkunan kautta. Filmi luetaan tarkoitusta varten muunnellulla mittamikroskoopilla. Sintrauskokeet suoritettiin kahdessa eri lämpötilassa:

1350°C:ssa hapessa ja kaasuseoksessa 1 % O₂ + 99 % N₂, materiaalina 1200°C:ssa ilmassa tasapainoehkutettu CoO-pulveri

1200°C:ssa tehtiin kaksi koesarjaa atmosfääreissä O₂, ilma, 1 % O₂ ja pullotyyppi (n. 0,1 % O₂) käyttäen toisessa koesarjassa materiaalina samaa 1200°C:ssa ilmassa tasapainoehkutettua CoO:a ja toisessa vastaavissa sintrausatmosfääreissä valmistettua kobolttioksidia.

Tulokset. 1350°C: Atmosfäärin vaikutus on ilmeinen. Kun 1 %:n hapessa sintrattu sylinteri on 80 min:ssa sintrautunut tiheyteen 83 % teoreettisesta (6,6 g/ccm), on puhtaassa hapessa sintrattu jäänyt vastaavasta 73 %:in. Molempien alkutiheys oli n. 4,0 g/ccm—61 % teoreettisesta tiheydestä. (kuva 1).

1200°C: Ensimmäinen koesarja (kuva 2), jossa CoO-pulveri oli valmistettu kussakin sintrausatmosfäärissä ja siis erot vakanssipitoisuudessa (virherakenteessa) olemassa jo heti sintrauksen alkuhetkellä. Sintrautuminen on erilaista eri atmosfääreissä alusta lähtien. Toinen koesarja (kuva 3), jossa käytettiin samaa CoO-pulveria kaikissa atmosfääreissä ja sintrauksen alkuhetkellä vakanssipitoisuus sama. Sintrautuminen alussa samanlaista, kunnes sintrauskäyrät eroavat toisistaan johtuen siitä, että virherakenne siirtyy vähitellen tasapainoon atmosfäärin kanssa ja vakanssipitoisuus muuttuu. Sama ilmiö havaittavissa 1350°C:ssa, jossa myöskin käytettiin materiaalina samaa CoO-pulveria molemmissa atmosfääreissä.



Koesylinteri sintrausalustalla

— Tuloksista siis havaitaan, että happipaineen kasvaessa, jolloin kationivakanssimäärä kasvaa, sintrausnopeus pienenee ja erilainen sintrautuminen johtuu primäärisesti CoO:n virherakenteesta eikä suoranaisesti sintrausatmosfääristä. Tulos vaikuttaa epäjohtomukaiselta, kun toisaalta tiedetään koboltin itsediffuusionopeuden kasvavan hapenpaineen ja kationivakanssipitoisuuden mukana ja sintrauksen materiavirtauksen oletetaan tapahtuvan hila-diffuusion avulla.

Kokeissa havaittu käänteinen riippuvuus vakanssipitoisuuden ja sintrausnopeuden välillä ei kuitenkaan ole ristiriidassa oksidien sintrausmekanismista aivan äskettäin esitetyn teorian kanssa. Teoria on lyhyesti esitettyä ja suuresti yksinkertaistettuna seuraava: Pintaenergia ts. pintajännitys »vetää koveriin pintoihin vakansseja — aineen sisällä olevat pinnat ovat koveria huokosten pintoja samoin kuin kahden toistensa kanssa kiinni kasvavan rakeen välinen »kaulakin» —, jotka riippuen energettisistä mahdollisuuksista voivat olla anioni tai kationivakansseja. Koveran pinnan alle syntyy vakanssiylimäärä muuhun hilaan nähden ja vakanssit liikkuvat vakanssipitoisuusgradientin suuntaan diffuusionopeuden ollessa verrannollinen gradientin suuruuteen. Vakanssivirtaus luonnollisesti merkitsee vastakkaisuuntaista materiavirtaa koveriin pintoihin, jotka täyttyvät ja pintaenergia pienenee. CoO:n ollessa kysymyksessä on kationivakanssien syntyminen energettisesti helpointa. Pintajännityksen synnyttämien vakanssien määrä on verrannollinen sen suuruuteen ts. pinnan kaarevuussäteeseen. Mitä pienempi on rakeiden sisäinen vakanssipitoisuus, sitä suurempi on vakanssipitoisuusgradientti huokosten pintojen ja aineen matriisiin välillä, sitä voimakkaampi on vakanssivirtaus huokosista pois päin ja materiavirta huokosiin eli huokosten täyttyminen, mikä juuri ilmenee sintrautumisena. Huokosten syöttäessä jatkuvasti vakansseja syntyy matriisiin jatkuva gradientti, jonka suuntaan vakanssit liikkuvat purkautuen energettisesti edullisiin kohtiin kuten raerajoille ja ulkopintoihin. Jos tämä mekanismi kontrolloi sintrausta, on materiaalin liikkuminen ja aggregaatin sintrautuminen nopeinta oksidin ollessa mahdollisimman stökiometrinen ts. tässä tapauksessa kationivakanssipitoisuuden ollessa pienimmillään, siis juuri kuten CoO käyttäytyi suoritetuissa sintrauskokeissa.

Suoritetut kokeet ovat vasta esikokeita, jotka eivät luonnollisesti vielä riitä todistamaan uuden oksidien sintrausteorian paikkansapitävyyttä. Tutkimuksia tullaan kuitenkin jatkamaan sekä CoO:lla että muillakin oksideilla.

Summary: See page 25.

Ytimenmuodostuksesta ja kasvusta kobolttioksidin vetypelkistyksessä

Tekn.lis. Kaj Lilius, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

Läheisessä analogiassa monien muiden heterogeenisten kaasureaktioiden, kuten metallien hapettumisen kanssa, olisi vain luonnollista odottaa, että myös oksidien pelkistyksessä ytimen muodostus ja kasvu muodostaisivat, jollei kinetiikkaa määrävään, niin ainakin käsitteellisesti olennaisen vaiheen siinä tapahtumaketjussa, joka johtaa oksidien muuttumiseen metalliksi.

Suoranaisiin kokeellisiin havaintoihin perustuvan todistusaineiston lähes täydellinen puuttuminen kertoo niistä vaikeuksista, joita tämänkaltaisten pintareaktioiden suuri nopeus ainakin teknologisissa olosuhteissa asettaa tapahtumien välittömälle seuraamiselle ja rekisteröimiselle.

Seuraavassa on tarkoitus lyhyesti ja deskriptiivisesti esittää eräitä havaintoja ytimen muodostuksesta ja kasvusta kobolttioksidin vetypelkistyksen yhteydessä. Reaktionopeus oli hidastettu käyttämällä pieniä vedyn osapaineita ja vety-happi kaasuseoksia. Siten on saatu mahdolliseksi muuten erittäin nopeiden ilmiöiden varsin yksityiskohtainen seuraaminen. Tutkimuksessa on käytetty VTT:n Metallurgian laboratorion korkealämpötilamikroskooppilaitteistoa (»Schnellheizkammer Vacutherm Bauart Reichert»), johon suoritettiin tutkimuksen erikoisluonteen vaatimat muutokset. Koemateriaalina oli Sherritt Gordonin kobolttinauhasta hapetettu tiivis kobolttioksidiksi.

Ytimen muodostus on tapahtuma, jossa energieettiset tekijät, vapaaenergian ja pintaenergian muutokset mm. näyttävät ratkaisevaa osaa. Asian teoreettista käsitteilyä vaikeuttaa mm. se, että kiinteiden aineiden ja kaasujen välisen rajapinnan energia-arvot ovat varsin puutteellisesti tunnetut ja lisäksi se, että mahdollisuutta quasi-kaksiulotteisten ytimien muodostukselle ja kasvuille ei voida ilman muuta jättää huomioimatta. Suuri kiistakysymys onkin, analogisissa tapauksissa, tapahtuuko ytimen muodostus heterogeenisesti ts. pintojen rakennevirheisiin, kuten raerajoille, jotka mahdollisesti tarjoaisivat energiasyistä edullisimmat kohdat ytimen muodostukselle, vai homogeenisesti ts. umpimähkään pinnan mielivaltaisiin kohtiin. Yleisempi on se kanta, että ytimen kasvamiselle stabiiliksi on tarpeen ylittää tietty energia-

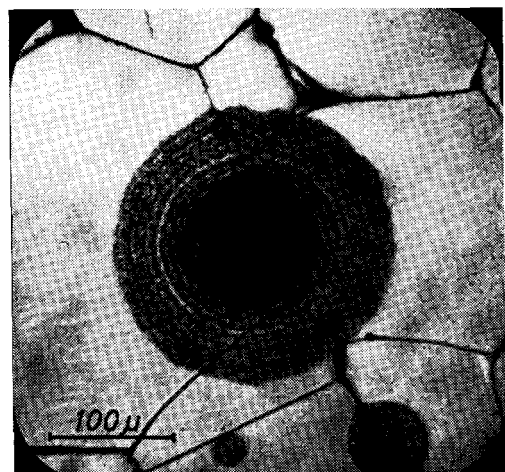
kynnys, jonka alenemista ytimen muodostuminen pinnan rakennusvirheisiin merkitsee.

Kokeellinen osa:

Myöhemmin ilmenevästä syystä johtuen jaetaan käsittely kahteen osaan ts. havaintoihin lämpötiloissa alle 430°C ja yli 430°C.

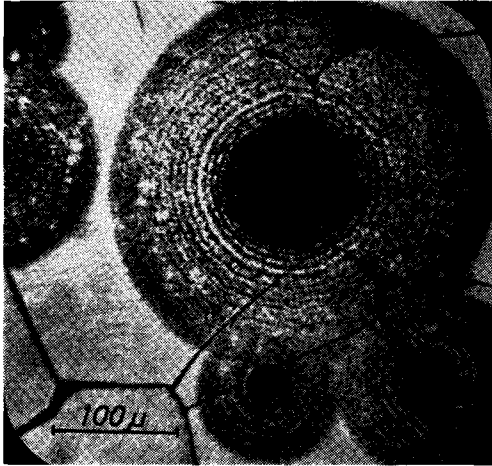
1. $T < 430^{\circ}\text{C}$

Hyvin lievästi pelkistävässä olosuhteissa muodostuu harvoja, lähes ideaalisia ympyränmuotoisia ytimiä. (Kuva 1) Ytimien harvalukuisuuden vuoksi ei niitä voida käsitellä tilastollisena materiaalina, mutta yleisvaikutelmaksi jäi, että ytimet muodostuvat lähes poikkeuksetta raerajoille tai niiden välittömään läheisyyteen.



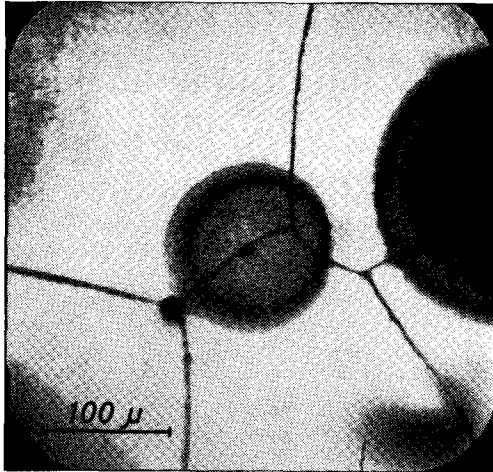
Kuva 1.

Ytimet kasvavat noudattaen lineaarista aikalakia. Hyvin alhaisissa lämpötiloissa ts. n. 300°C voidaan todeta ytimien kasvavan kiinni toisiinsa häiritsemättä toistensa kasvua. (Kuva 2)

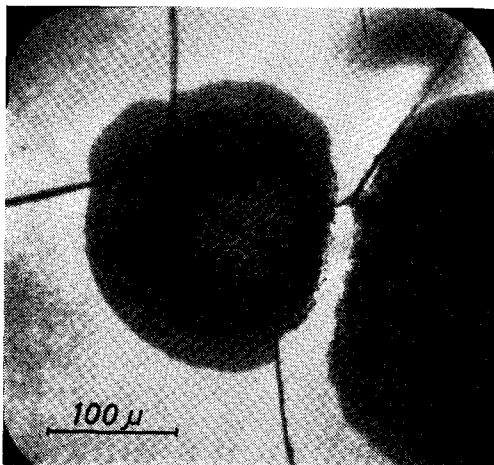


Kuva 2.

Jo n. 50°C korkeammissa lämpötiloissa on tilanne oleellisesti toinen. Ytimet kasvavat nytkin vakionopeudella, mutta lähestyessä toisiaan ilmenee kasvavien ytimien välillä selvä vuorovaikutus. (Kuvat 3 ja 4)



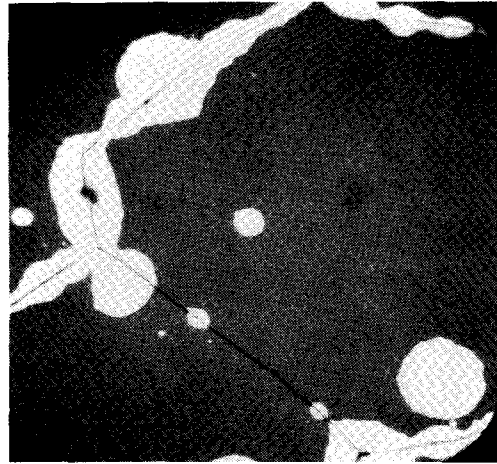
Kuva 3.



Kuva 4.

Kun kaasuatmosfääri on huomattavasti pelkistävämpi on ytimien määrä samalla suurempi ja ytimien muodos-

tuksen heterogeeninen luonne tulee selväpiirteisempänä esille. Kuvassa 5 voidaan siten todeta, että joitakin poikkeuksellisesti vapaille oksidipinnoille muodostuneita ytimiä lukuun ottamatta ytimien muodostuminen tapahtuu oksidirakeiden rajoille, jotka ilmeisesti edustavat ytimenmuodostuksen kannalta edullisia rakennevirheitä oksidin pinnalla.

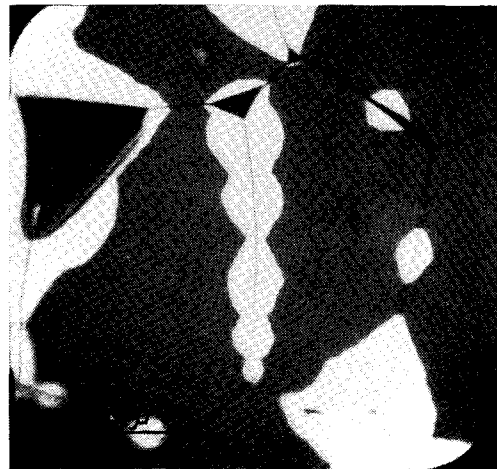


Kuva 5.

2. $T > 430^{\circ}\text{C}$

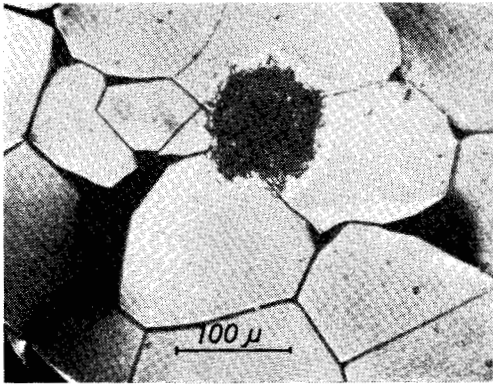
Kohotettaessa lämpötilaa yli 430°C ts. p.k.k. kobolttin stabilisuusalueelle esiintyy ytimien muodostuksessa ja kasvussa eräitä uusia piireitä.

Kohtalaisesti pelkistävässä atmosfäärisissä olosuhteissa tapahtuu ytimen muodostus nytkin raerajoille (Kuva 6).

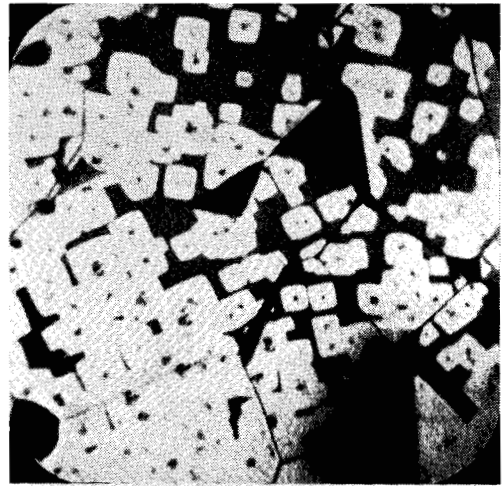


Kuva 6.

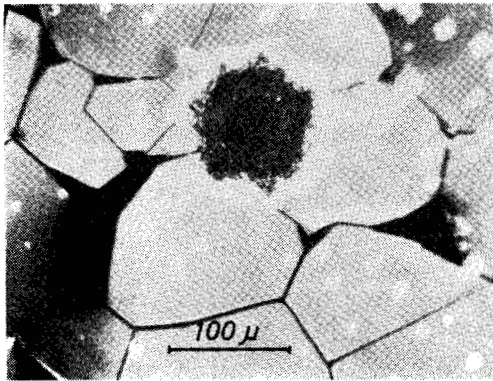
Ytimet kasvavat raerajoilta lähtien yli koko oksidipinnan ja vasta loppuvaiheessa voidaan havaita ytimien muodostumista myös vapaille oksidipinnoille. Lievemmin pelkistävässä olosuhteissa pystyy raerajadiffuusio ilmeisesti tehokkaasti kilpailemaan pinnalla tapahtuvan pelkistysreaktion kanssa, sillä ytimen muodostus ei näytä nyt pääsevän alkuun raerajoilla, vaan tapahtuu, pitkän inkubaatioajan jälkeen, oksidipinnalle muodostuneisiin virheellisyyskohtiin. (Kuvat 7 ja 8)



Kuva 7.



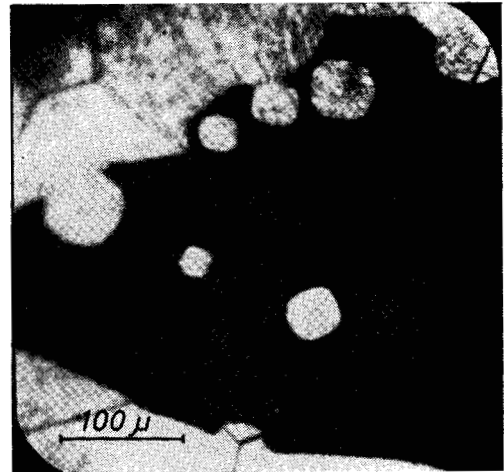
Kuva 10.



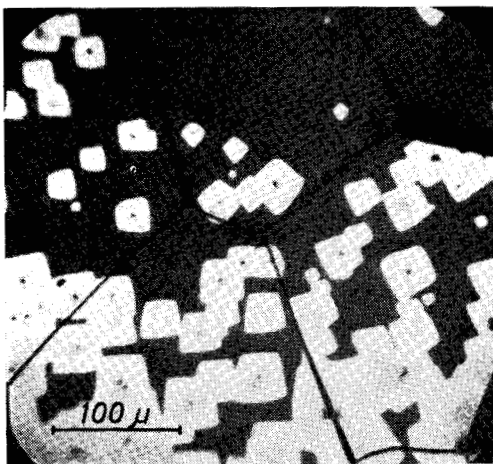
Kuva 8.

Ytimet osoittavat kasvussaan selvää orientaatiotaipumusta, saman oksidirakeen pinnalle muodostuneet ytimet ovat suuntaukseltaan identtisiä, mutta kasvaessaan yli raerajan naapurirakeen pinnalle kasvun suuntaus muuttuu ja se noudattaa nyt ko. oksidirakeen pinnalla kasvavien ytimien suuntausta. (Kuvat 9 ja 10)

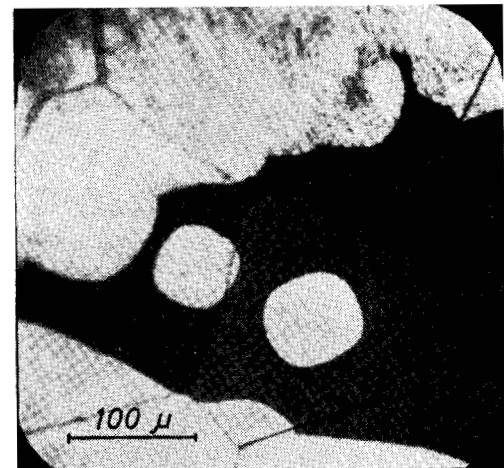
Kuten kuvista 9 ja 10 voidaan havaita, muodostuu ytimiä oksidin pintaan nyt hyvin tiheään. Kun ne lisäksi kasvavat suhteellisen nopeasti yli koko oksidipinnan on niiden kasvun tarkka seuraaminen erittäin vaikeata. Ainoastaan harvoissa edullisissa tapauksissa on tämä onnistunut, ts. on voitu seurata riittävän kaukana toisistaan ja kasvua mahdollisesti häiritsevistä raerajoista muodostuneiden ytimien kasvua, mitata kasvunopeus ja arvioida kasvun aktivaatioenergia. Kuvat 11–13 esittävät erästä onnistunutta mittaussarjaa.



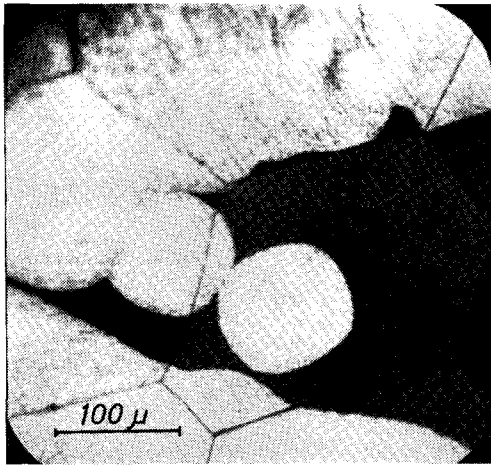
Kuva 11.



Kuva 9.

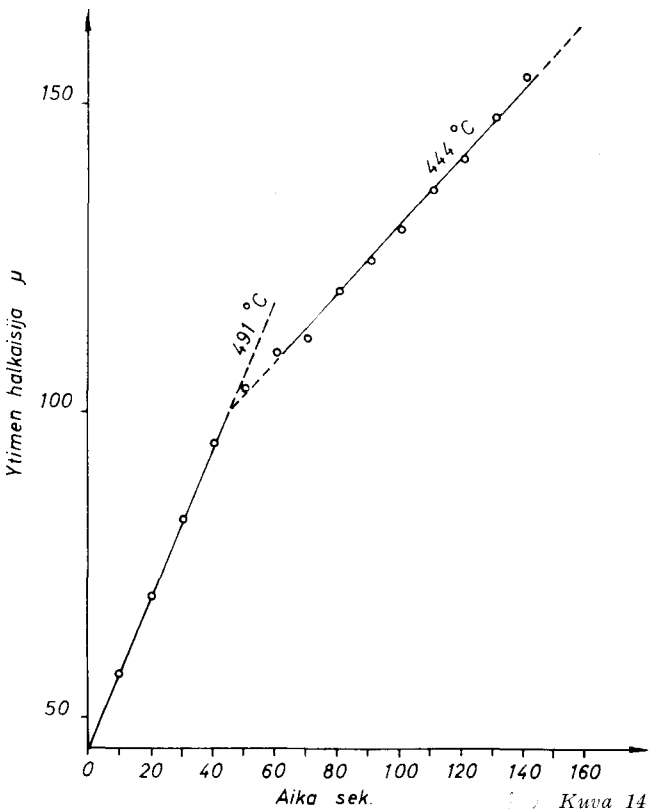


Kuva 12.



Kuva 13

Tällöin voidaan todeta ytimien kasvun noudattavan lineaarista aikalakia ja mitata kasvuun aktivaatioenergiaksi n. 20 keal/mol.



Kuva 14

Yhteenveto

Edellä esitetyn ja sen näkemyksen perusteella mikä sillä hetkellä on olemassa kobolttioksidien vetypulkistuksen mekanismista, saadaan ytimen muodostuksesta ja kasvusta seuraava yhtenäinen kuva.

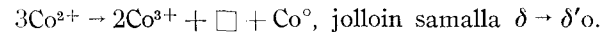
Kobolttioksidi on luonteeltaan ns. p-tyyppinen puolijohde, mikä merkitsee, että sille sen stabiilisuusalueella on ominaista pienempi tai suurempi ns. reversiibeli virhejärjestys. Osa koboltti-ionien hilapaikoista on siten aina miehittämättä (kationivakansi □) ja vastaavasti kaksinkertaisella määrällä koboltti-ioneja on yksi ylimääräinen positiivinen varaus (elektronikolo ⊗). Näiden hilan rakennevirheiden määrä pienenee hapen osapaineen ja lämpötilan aletessa. Seuraavassa merkittävään sitä reversiibeliä virhejärjestystä, joka kobolttioksidissa on sen ollessa tasapainossa kobolttin kanssa symbolilla δ'o > o ja sen ollessa tasapainossa korkeamman oksidinsa kanssa, Co₃O₄:n, symbolilla δ'o > δ'o > o.

Kun oksidi jäädytetään korkeasta lämpötilasta (T₁) matalampaan (T₂) saattaa tapahtua, jos hapen osapaine atmosfäärissä on ollut suhteellisen korkea, että δ_{T₁} > δ'o_{T₂}. Tällöin tapahtuu ylimääräisen epästabilin virherakenteen eliminoimiseksi Co₃O₄-faasin erkautuminen so. 2Co³⁺ + Co²⁺ + □ + 4O²⁻ = Co₃O₄, ja oksidin virhejärjestys alenee arvoon δ'o_{T₂}.

Oksidin pelkistys ajatellaan nyt tapahtuvaksi seuraavasti. Ensimmäisessä vaiheessa reversiibelien rakennevirheiden tuhoutuminen reaktion H₂ + 2Co³⁺ + □ + O²⁻ = H₂O + 2 Co²⁺ kautta ilman, että muodostuu metallia. Korkeammassa lämpötiloissa, kun hiladiffuusio pääsee käyntiin voi em. reaktio tapahtua ilman metallimuodostusta kunnes koko oksidin reversiibeli virhejärjestys on pienentynyt alueella, jossa oksidi on epästabiili ts. δ < δ'o. Niissä paikoin oksidin pintaa, jossa hiladiffuusio on helpommin herätettävissä, kuten esim. raerajoilla pääsee oksidin sisäosa ottamaan osaa pelkistysreaktioon ja huomattavasti alhaisemmissa lämpötiloissa. Oksidin erkautunut Co₃O₄-faasi toimii nyt eräänlaisena varastona, joka reaktion Co₃O₄ - 2Co³⁺ + Co²⁺ + □ + 4O²⁻ kautta tuottaa jatkuvasti uusia kationivakansseja ja elektronikoloja kunnes Co₃O₄-erkaumat ovat tuhoutuneet. Esim. jo se, että Co₃O₄-erkaumat esiintyvät etuoikeutetusti oksidin raerajoilla selittää edellä esitetyn havainnon, että suhteellisen korkeissa lämpötiloissa ja heikosti pelkistävissä olosuhteissa ei etuoikeutettua ytimen muodostusta raerajoille voitu todeta.

Kun oksidin reversiibeli virhejärjestys on pienentynyt arvoon δ < δ'o voi tapahtua metallifaasin erkautuminen. Ytimen muodostuksen energiakynnyksen vuoksi on kuitenkin odotettavissa, että ideaalisella oksidipinnalla virhejärjestysasteen täytyy aleta huomattavasti pienemmäksi kuin δ'o ennen kuin metallin erkautumista tapahtuu. Koska toisaalta pelkistysreaktion nopeus on riippuvainen oksidihilan elektronikolojen määrästä merkitsee se, että pelkistysreaktio samalla hidastuu. Jos nyt oksidin pinnalla on olemassa sellaisia rakenteellisia virheitä, jotka suuren potentiaalisen energiansa vuoksi pystyvät huomattavasti alentamaan ytimenmuodostuksen energiakysymystä tapahtuu ytimenmuodostus näille paikoin helpommin ja aikaisemmassa vaiheessa. Tällaisia rakennevirheitä ovat mm. raerajat.

Metallin muodostuminen voidaan nyt ajatella tapahtuvaksi seuraavan reaktion mukaisesti:



Kun ydin on tullut kasvukykyiseksi ja a_{Me} = 1 voi metallin erkautuminen ytimeen tapahtua oksidin koostumuksessa, jolla δ ~ δ'o. Tämä selittää sen, että kasvukykyinen ydin voi kasvaa hyvinkin suuriin dimensioihin ilman, että lähettyville muodostuu uusia ytimiä.

Kasvavan metalliytimen ja oksidin rajapinnalla tapahtuu nyt oksidin virhejärjestysasteella δ₁ ~ δ₀ reaktio 3Co²⁺ = 2Co³⁺ + □ + Co^o. Ympäröivällä oksidipinnalla tapahtuu pelkistysreaktio H₂ + 2Co³⁺ + □ + O²⁻ → H₂O + 2Co²⁺ ja oksidin virhejärjestysaste pienenee arvoon δ₂ < δ_o. Koska nyt δ₁ > δ₂ syntyy em. kahden alueen välille diffuusiovirta. Edellä esitetyn perusteella saa havaittu ytimien välinen vuorovaikutus niiden kasvaessa lähelle toisiaan luonnollisen selityksen. Sama koskee havaittua lineaarista kasvunopeutta.

Koboltti on lämpötiloissa alle 430°C rakenteeltaan t.p.h ja yli 430°C p.k.k. Kun lisäksi jälkimmäisessä tapauksessa kobolttin ja sen oksidin hilojen yhteensopivuus on varsin hyvä voi ytimen muodostus ja kasvu tapahtua koherenttina ilmiönä. Tämä voitiin edellä havaita selvästi orientaatioefektistä metalliytimien ja oksidipinnan välillä.

Summary: See page 25.

Kuonan virherakenteen merkityksestä teräksen sulatuksessa

Dipl.ins. Lauri Holappa, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

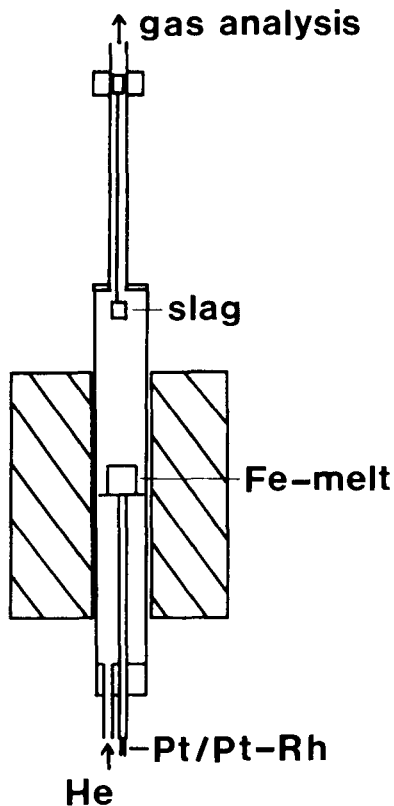
Kuonan ja metallisulan välisten reaktioiden kinetiikasta tiedetään varsin vähän. Vaikeutena tutkimuksissa ovat korkea lämpötila, kuonan ja metallin korroosio upokas-materiaalia vastaan sekä kuonien komplisoitu rakenne. Teräksen sulatuksessa käytettävien kuonien pääkomponentit ovat SiO_2 ja $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot n$, kvartsin perusrakenneyksikkö on Si-onia ympäröivä happitetraedri. Nämä tetraedrit muodostavat kiteisessä kvartsissa kolmidimensio-naalisia verkkoja. Muiden metallioksidien lisääminen rikkoo verkkorakennetta. Ne asettuvat tetraedrien väleihin. Sulassa tilassa verkot katkeilevat ja muista kuonan komponenteista riippuen sula silikaattinen kuona koostuu verkko-, ketju- tai rengastyypisistä kompleksioneista.

Kun sulatuksessa halutaan poistaa hiiltä teräksestä, on systeemiin tuotava happea joko puhalluksen avulla tai lisätyn malmin muodossa. Syntyvä tai lisätty rautaoksidi liukenee kuonaan. Tässä tutkimuksessa on keskitytty kuonaan liuenneen rautaoksidin ja rautasulaan liuenneena olevan hiilen reaktion tarkasteluun. Erikoisesti on pyritty selvittämään, mikä rooli korkeampivalenssisella Fe^{3+} :lla on hiilenpoistoreaktion mekaniismissa.

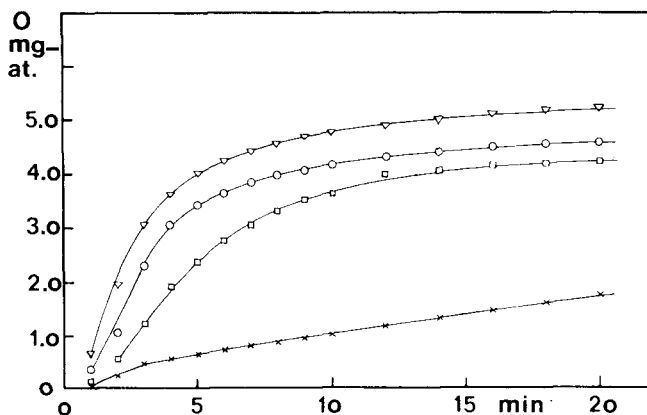
Kuten tiedämme on wüstiitti, FeO jähmeässä tilassa yhdiste, jossa on rauta-alimäärä. Puuttuvan raudan, kationivakanssien seurauksena on sähköisen tasapainon edellyttämä kaksinkertainen määrä kolmiarvoisia Fe^{3+} -ioneja, perusvalenssihan on +2. Tällä rautaoksidin epästökiometrisyydellä on ratkaiseva merkitys kiinteässä tilassa tapahtuvien reaktioiden kinetiikassa kuten raudan hapettumisessa tai oksidin pelkistyksessä. Ilmeistä on, että tämän ominaisuuden täytyy heijastua myös sulassa tilassa tapahtuvien reaktioiden mekaniismissa.

Melloitusreaktio aikaansaatiin kokeissa lisäämällä sulaan hiilipitoiseen rautaan rautaoksidia sisältävä kuona. Käytettyjen kuonien kokoomus oli $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{FeO}$ (50,5–41,25–8,25 kationi %). Kuonat valmistettiin hehkuttamalla $\text{CaCO}_3\cdot n\text{SiO}_2\cdot n$ ja $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n$ seosta lämpötilassa 1090°C CO_2/CO -atmosfäärissä. Eri $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ -suhteet saatiin varioimalla CO_2/CO -suhdetta. Varsinaiset sulatuskokeet tehtiin kuvan 1 esittämässä laitteistossa. Pysty-uuniin on alhaaltakäsin tuettu alumiinioksidipokas, jossa panoksen sulattaminen tapahtui. Panoksena oli 4,3 % hiiltä sisältävä rauta. Lämpötilan mittausta suoritettiin välittömästi upokkaan pohjan alapuolelta. Sulattaminen tapahtui heliumatmosfäärissä. Kun haluttu lämpötila oli saavutettu, laskettiin uuniputken yläpäässä riippunut kuona magneettisen siirtolaitteen avulla upokkaaseen. Kun kuona suli, alkoi voimakas melloitusreaktio. Syntyvät kaasut johdettiin heliumvirran kuljettamana kaasukromatograafiin analysoitavaksi.

Vleensä on vallalla käsitys, että melloitusreaktiossa



Kuva 1. Sulatusuuni.

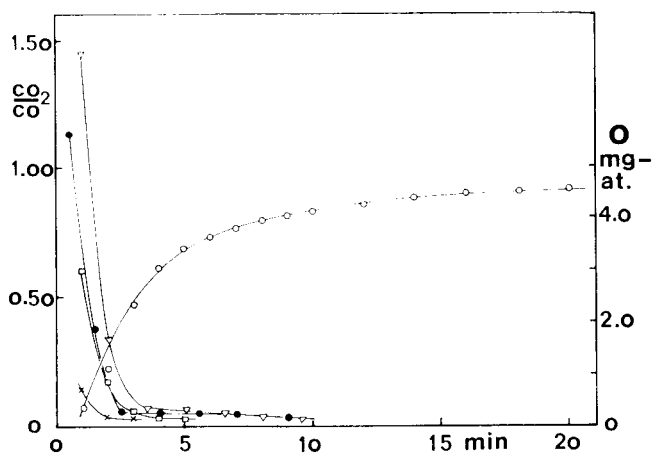
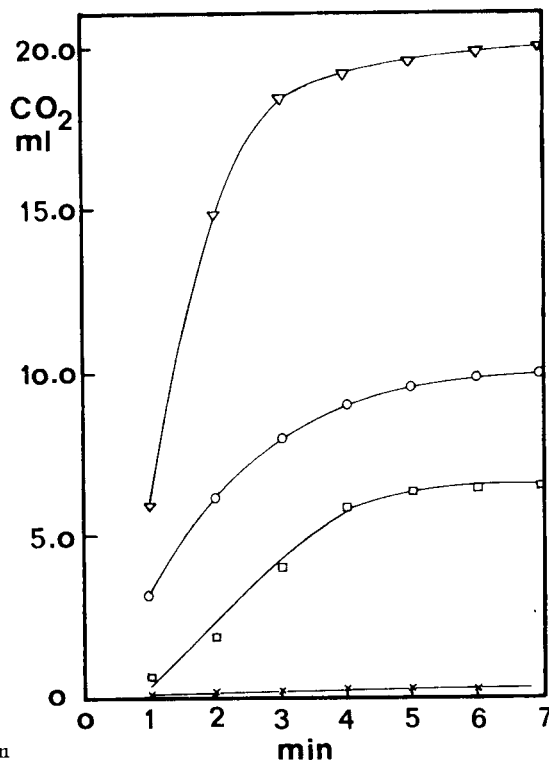


Kuva 2. Kuonan hapen kuluminen reaktioissa.

Kuonien valmistusolosuhteet:

$T = 1090^\circ\text{C}$, $p_{\text{O}_2} : 1,12 \cdot 10^{-11}$, $7 \cdot 10^{-12}$, $2,7 \cdot 10^{-13}$, $1,45 \cdot 10^{-14}$

Merkinnät ovat samat kaikissa kuvissa.

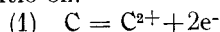

 Kuva 4. CO₂/CO-suhteen muuttuminen reaktion aikana.


Kuva 3. Hiilidioksidin muodostuminen

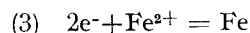
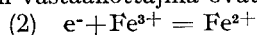
syntyvä kaasu on pelkästään hiilimonoksidia tai vain aivan pieniä määriä hiilidioksidia lisäksi. Uni-atmosfääristä otetut analyysit saattavat tosin sisältää runsaasti CO₂:a, mutta sehan voi olla tuloksena atmosfäärissä tapahtuvasta hapettumisesta. Näissä laboratoriokokeissa tämä mahdollisuus on eliminoitu käyttämällä helium-atmosfääriä. Analysoitu CO₂ on siis sulafaaseissa tapahtuvien reaktioiden tuote.

Kuvassa 2 on reaktion kulkua seurattu hapen kulutuksen kannalta. Syntyneiden hiilimonoksidin ja hiilidioksidin happimäärät on laskettu yhteen. Alin käyrä edustaa matalissa hapenpaineissa esiintyvää kuonaa. Siinä on todennäköisesti vapaata rautaa wüstiitin ohella. Muut kuonat vastaavat normaaleja, happirikkaampia kuonia. On huomattava, että rautamäärä kaikissa kuonissa on sama reaktion alussa. Sen sijaan happimäärä on eri ja näinollen myös kuonien Fe³⁺/Fe²⁺-suhde on erilainen kasvaen alimmasta ylimpään. Valitettavasti ei analyysivaikkeuksien vuoksi voida tässä yhteydessä esittää kyseisen suhteen arvoja. Joka tapauksessa näemme, että mitä korkeampi kuonan Fe³⁺/Fe²⁺-suhde on sitä nopeampi on reaktio. Tästä ei käy ilmi, mikä merkitys on hiilidioksidin syntymisellä. Tämä selviää kuvasta 3, missä on esitetty eri tapauksissa muodostunut CO₂-määrä. Korkeilla kuonan happi- ja ferrirautapitoisuuksilla on syntyvän CO₂:n määrä suurempi kuin matalilla. Aikaskaalaa tarkastelemalla todetaan vielä se seikka, että hiilidioksidin synty on voimakas heti reaktion alkuvaiheessa ja loppuu hyvin nopeasti. Kuvassa 4 on esitetty CO₂/CO-suhteen muuttuminen reaktion aikana. Reaktion alussa hiilidioksidia muodostuu suhteellisen runsaasti jopa enemmänkin kuin hiilimonoksidia. Vertaamalla käyriä mukaan otettuun kokonaisreaktiokäyrään, nähdään että suhde putoaa jyrkästi heti alkuvaiheessa. Tämän täytyy olla seuraus kuonan Fe³⁺:n spontaanista pelkistymisestä. Ilmeistä on, että ferrirauta kuluu heti reaktion alussa synnyttäen CO₂:a. Asian ymmärtämiseksi ja selvittämiseksi on syytä tarkastella, mitä reaktioita systeemissä voi tapahtua.

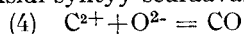
Sulassa kuonassa ovat ionisoituneina Fe²⁺, Fe³⁺ ja O²⁻. Yhtyäkseen happi-ioniin täytyy hiilen mennä ionimuotoon. Reaktio on:



Elektronien vastaanottajina ovat kuonan rautaionit:

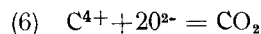
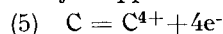


Hiilimonoksidi syntyy seuraavasti:



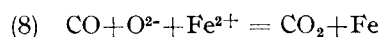
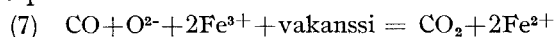
Syntyvät CO-molekyylit yhtyvät energettisistä syistä suuremmiksi kupliksi, jotka nousevat kuonan läpi uni-atmosfääriin.

Hiilidioksidia voi syntyä kahta eri tietä. Primäärisesti se syntyy hiili- ja happi-ionien reagoidessa suoraan:



Elektronien vastaanottajina olisi ensisijaisesti Fe³⁺. Tämä on mahdollista ainakin tapauksessa, jolloin hiilipitoisuus reaktiovyöhykkeessä on alhainen joko johtuen hiilen hitaasta diffuusiosta sulasta metalli-kuona rajapinnalle tai sulan matalasta kokonaishiilipitoisuudesta.

Toisaalta voimme ajatella hiilidioksidin syntyvän sekundäärisesti hiilimonoksidin hapettumisen tuloksena. Kun CO-kuplat kulkevat kuonan läpi, voivat seuraavat reaktiot tapahtua:



Ylempi reaktio on termodynaamisesti todennäköisempi. Sen seurauksena voisi syntyä koetulosten mukaisia korkeita CO₂/CO-suhteita. Kumman mekanismin mukaisesti hiilidioksidi syntyy on lopullisesti osoittamatta. Muuntamalla reaktioihin vaikuttavia eri tekijöitä voitaisiin lisäkokeilla todennäköisesti selvittää kyseinen ongelma.

Summary: See page 25

Karbonyylinikkelin sintrauksen teoriasta

Tekn.lis. Seppo Yläsaari, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

Metallijauheen sintrautumiseen liittyvien ilmiöiden ymmärtämiseksi on aluksi pyrittävä muodostamaan mahdollisimman selvä kuva jauhemaisen materiaalin erikoisominaisuuksista. Kysymyksessähän on jyrkästi massiivisesta materiaasta poikkeava aineen esiintymismuoto. Tyypillinen ominaisuus on luonnollisesti suuri ominaispinta-ala. Erikoisesti metallijauheet, jotka on valmistettu kiinteässä tilassa tapahtuvaa kaasupelkistystä, elektrolyyttisiä tai kemiallisia saostusmenetelmiä ja varsinkin karbonyylimenetelmää käyttäen, ovat lisäksi hyvin aktiivista, järjestymätöntä materiaa. Rakennevirheiden, kuten vakanssien ja dislokaatioiden, ja ns. sisäisten pintojen (raerajat, mikrohuokokset) lukumäärä on tavattoman suuri sulatusvaiheen läpikäyneeseen, kiinteään metalliin verrattuna.

Edellä mainitut jauheiden ominaisuudet ovat samalla sintrausilmion energialähteitä. Bernard (1) määrittelee sintrautumisen tapahtumana, jossa suuren pinta-alan omaavasta hienojakoisesta materiaalista tulee kiinteä kappale samalla, kun sen pinta-ala voi saavuttaa miniminsä, kappaleen ulkopinnan alan, lämpötiloissa, jotka ovat alle materiaalin sulamispisteen. Sintrausilmion mekanisme selvittävien lukuisten teorioiden kehittyminen on tapahtunut metallurgian, fysikaalisen kemian ja näihin liittyvien alojen kanssa rinnan. Paitsi pyrkimys valmistaa jauhemetallurgista tietä kiinteitä kappaleita, myös metallien valmistusmenetelmät, joissa tuote on jauhemaisessa muodossa, ovat merkittävästi lisänneet sintrausilmion tuntemusta. Vasta näin syntyneet tehostuneilla hienojakoisen materiaalin ominaisuuksilla varustetut uudet, aktiiviset metallijauheet ovat luoneet edellytykset ilmiön mekanismin tutkimiselle sintrautumisen eri vaiheissa ja erikoisesti nopean alkuosan aikana.

Karbonyylinikkeliä voidaan näinollen pitää erittäin sopivana tutkimusmateriaalina. Nikkelillä ei myöskään esiinny häiritsevää faasimuutosta, kuten useilla muilla metalleilla.

Sintrausteorioiden pohjana on yleensä teoreettinen, usein geometrinen malli, johon kokeellisesti lanka- tai pallomalleilla saatuja mittaustuloksia verrataan. Mallikokeita on paljon arvosteltu ja ilmeistä onkin, että ne ovat liian kaukana todellisista sintrausolosuhteista, kun kysymyksessä ovat jauhekompanit.

Kokeellista

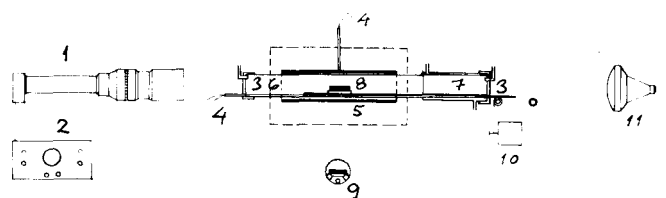
Käsiteltävässä työssä on valokuvausmenetelmää käyttäen tarkoilla, jatkuvilla dimensiomittauksilla seurattu jauhemassan sintrautumista. Käytetyn karbonyylinikkelijauheen keskimääräinen raekoko oli 5μ . Puristetut koekappaleet, joista kamferi oli haihdutettu pois vakuu-

missa, hehkutettiin 48 tuntia vedyssä lämpötilassa 450°C puristusjännitysten vähentämiseksi ja happipitoisuuden pienentämiseksi. Työssä käytetty, aikaisemmasta (2) kehitetty laitteisto on kuvassa 1. Mitattavat suureet ilmenevät kuvasta 2.

Alkutiheyden vaikutus sintrausnopeuteen

Huolimatta kysymyksen merkityksestä sintrauskineetikalle on alkutiheyden vaikutusta sintrausnopeuteen selvitetty kirjallisuudessa suhteellisen vähän. Kuvassa 3 nähdään suhteellisen tiheyden (V_{te}/V_s) kasvu ajan funktiona eri alkutiheyden omaavilla koekappaleilla. Mielenkiintoista on havaita, että sintrausnopeus aivan alkuvaiheessa on sitä korkeampi mitä pienempi alkutiheys kappaleella on. Voidaan todeta tämän olevan ristiriidassa kirjallisuudessa (3) esitetyn käsityksen kanssa, jonka mukaan kontaktipisteiden luku jauhe-
raetta kohti on alkuvaiheessa sintrausnopeutta säätelevä tekijä.

Edelleen voidaan havaita, että saman ajan t kuluttua on pienemmästä alkutiheydestä lähteneen kappaleen sintrautumisnopeus suurempi kuin kappaleen, joka on lähtenyt sintrautumaan suuremmasta alkutiheydestä. Vaikka alemmaa lähteneellä kappaleella onkin suurempi absoluuttinen sintrausnopeus, pysyy sen sintrautunut tiheys aina suuremmasta alkutiheydestä lähteneen vastaavan arvon alapuolella.

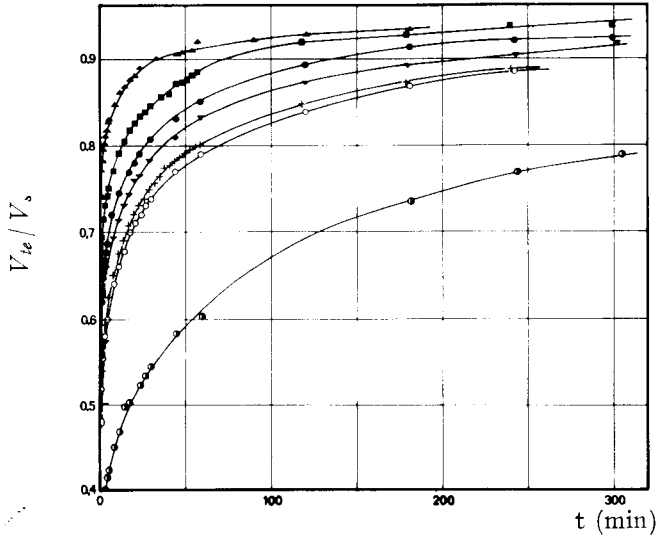


Kuva 1. Kaaviokuva sintrauslaitteistosta.

1. Optiikka: kamera ja teleobjektiivi, 2. Laukaisuautomaattikka,
3. Päätyikkunat, 4. Termoelementit, 5. Piikarbidivastusputki,
6. Kaasutiivis uuniputki, 7. Jäähdytyn, 8. Laiva näytteineen,
9. Wolfram-kiskot, 10. Servomoottori, 11. Takavalo.



Kuva 2. Vasemalla: Kaaviokuva mitattavista dimensioista. Oikealla: Kappale dilataatiofilmiä.



Kuva 3. Alkutiheyden vaikutus suhteelliseen tiheyteen. $T = 1000^\circ\text{C}$. Merkinnot: \bigcirc — \bigcirc 0 to/cm², \circ — \circ 0,5 to/cm², $+$ — $+$ 0,75 to/cm², ∇ — ∇ 1,0 to/cm², \bullet — \bullet 1,5 to/cm², \blacksquare — \blacksquare 2,5 to/cm², \blacktriangle — \blacktriangle 6,0 to/cm².

Tuloksista on oheisena kuvissa 4 ja 5 esitetty lämpötilassa 1000°C puristusaineita 0,5 to/cm² ja 1,5 to/cm² vastaavat kuvaajat käyttäen sintrausyhtälön (2)

$$\frac{V_o - V_s}{V_s - V_{te}} = kt^n = (k_{ol})^n \quad (1)$$

logaritmista muotoa

$$\log \frac{V_o - V_s}{V_s - V_{te}} = \log k + n \cdot \log t \quad (2)$$

jossa V_o on alkutilavuus, V_s on sintratun kappaleen tilavuus hetkellä t ja V_{te} kappaleen teoreettinen tilavuus ($Ni = 8,9 \text{ g/cm}^3$), kuva 6. Sintrausajasta t on vähennetty korjaustermi t_o , joka vastaa lämpenemisaikana tapahtuvaa sintrautumista. t_o -arvot sekä sintrausyhtälön k - ja n -arvot laskettiin tietokoneella pienimpien neliösummien menetelmää käyttäen.

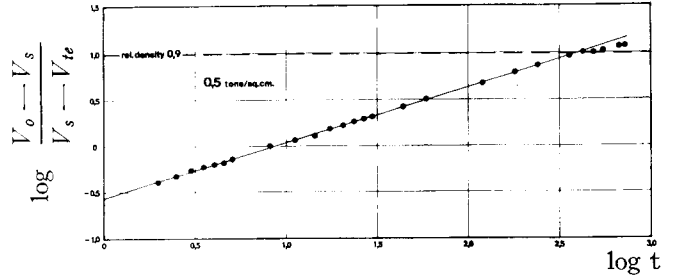
Kuvista 4 ja 5 voidaan todeta käytetyn valokuvausmenetelmän tarkkuus ja seikka, että sintrausyhtälö kuvaa sintrausilmiötä tarkasti aina suhteellisen tiheyden arvoihin 0,90—0,93 asti. Näiden yläpuolella ilmenevä sintrautumisen hidastuminen on osoituksena oleellisesta muutoksesta sintrausmekanismissa. Tähän liittyy myös huomattava raekoon kasvu (4). Sintrauksen lämpötilariippuvuudet aktivaatioenergian määrittämistä varten mitattiin viidessä eri lämpötilassa, eri puristusaineilla ja eri painoisilla koekappaleilla. Kuvassa 7 nähdään lämpötilan vaikutus sintrausnopeuteen puristusaineella 1 to/cm² ja kuvassa 8 eräs Arrhenius-suorista. Yhdeksän koesarjan keskiarvona saatiin aktivaatioenergialle arvo 25 kcal, joka on yhdenmukainen aikaisempien tulosten (5) kanssa.

Tulosten tarkastelua

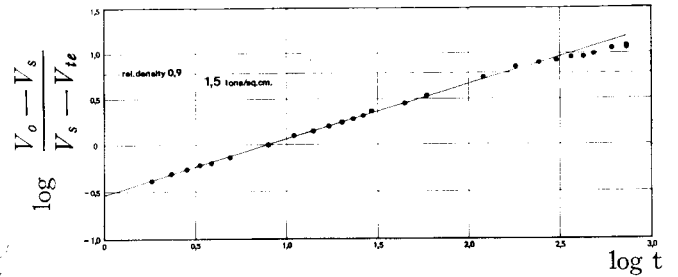
Kineettistä tarkastelua varten saatetaan sintrausyhtälö (1) muotoon

$$\frac{dV_s}{dt} = \frac{nkt^{n-1}(V_o - V_{te})}{(kt^n + 1)^2} \quad (3)$$

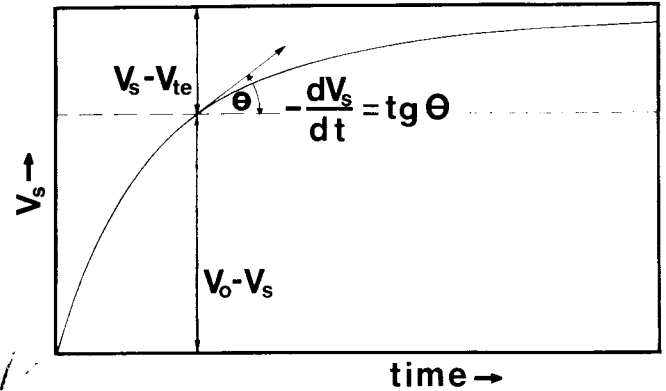
Yhtälöstä voidaan nähdä, että eri alkutiheydet omaavien kappaleiden sintrausnopeudet samana ajankohtana mitattuna ovat suoraan verrannollisia $(V_o - V_{te})$ -arvoihin.



Kuva 4. Alkutiheyden vaikutus sintrautumiseen. $T = 1000^\circ\text{C}$. Puristusaine 0,5 to/cm².



Kuva 5. Alkutiheyden vaikutus sintrautumiseen. $T = 1000^\circ\text{C}$. Puristusaine 1 to/cm².

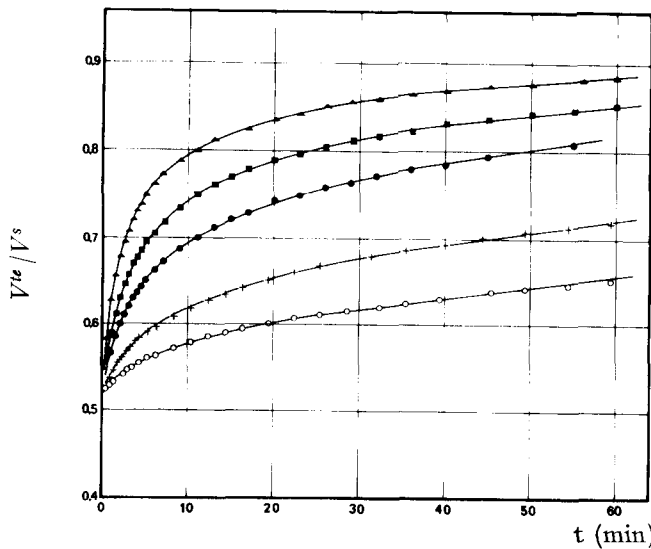


Kuva 6. Sintrausyhtälön suuret ja sintrauskäyrä.

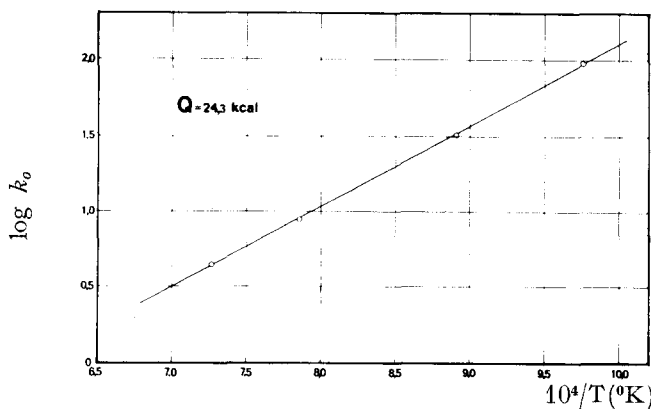
Tarkastelemalla edelleen tilannetta sintrauksen alkuvaiheessa, $t = 1 \text{ min}$, voidaan todeta $(V_o - V_s)$ -arvojen olevan käyrien alun lineaarisuudesta johtuen suhteellisia $\frac{dV_s}{dt}$ -arvoihin ja siten edustavan alkuvaiheen sintrausnopeuden arvoja. Nämä osoittavat selvästi korkeampien alkutiheyksien sintrausnopeutta alentavan vaikutuksen. Mielenkiintoista on suhteen $\frac{V_o - V_s}{V_o - V_{te}}$ -arvojen pysyminen

vakiona eri alkutiheyksillä vastaten k - ja n -arvojen vakioisuutta. Suhteellinen sintrausnopeus on siten riippumaton alkutiheydestä ts. huokoisuus vähenee samalla suhteellisella määrällä, joka on riippumaton alkutiheydestä. Tulos vahvistaa aikaisemmin vähäisemmällä tiheysarvoilla saadut alustavana esitetyt tulokset (3).

Tarkastelemalla sintrauskäyriä tai yhtälöä (3) huomataan sintrausnopeuden jatkuvasti pienenevän sintrausajan kasvaessa. Tavallisesti selitetään tämän johtuvan vastaavasta huokosten tai sisäisten pintojen vähenemisestä. Kuva 9 osoittaa kuitenkin sintrausnopeuden $\frac{dV_s}{dt}$ pienenevän monin verroin nopeammin kuin huokoisuuden.



Kuva 7. Lämpötilan vaikutus sintrautumiseen. Puristusaine 1 to/cm². Merkinnot: ○—○ 750°C, +—+ 850°C, ●—● 1 000°C, ■—■ 1 100°C, ▲—▲ 1 200°C.

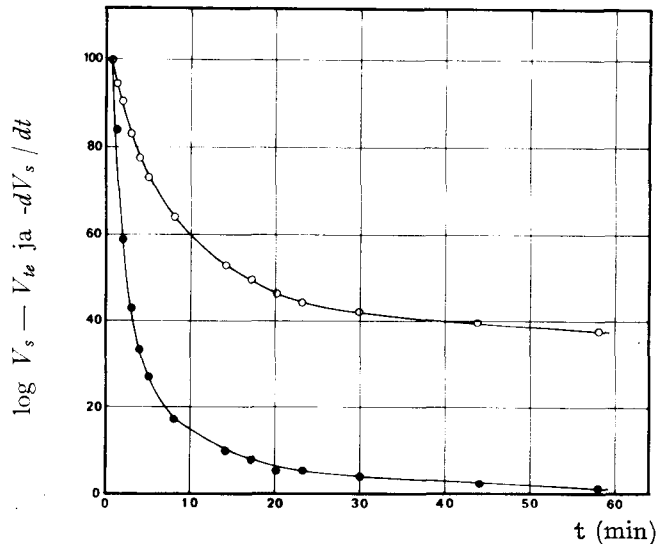


Kuva 8. Lämpötilan vaikutus sintrausnopeuteen.

Tuloksista voidaan todeta vielä tärkeä seikka: Eri alkutiheyksistä lähteneillä kappaleilla on samassa sintrausnopeudessa V_s erilainen sintrausnopeus. Sintrausnopeus on kohdalla V_s sitä suurempi mitä alhaisempi alkutiheys on ollut. Mikäli vain kappaleen huokoisuus vaikuttaisi sintrausnopeuteen, pitäisi samassa tiheydessä myös sintrausnopeuksienkin olla yhtäsuuret.

Edellä esitettyjen havaintojen ja uudempien teorioiden pohjalla voidaan laatia uusi hypoteesi sintrausilmiön mekanismille.

Sintrausilmiöön liittyy aina samanaikaisesti huokosten täyttymis- ja vakanssien häviämisen prosessit. Huokosten täyttyminen tapahtuu atomien diffundoituessa pääasiassa raerajoja pitkin huokosiin, kuten saadut aktivaatioenergia-arvot osoittavat. Vakanssien siirtyminen huokosista kappaleen ulkopinnalle tapahtuu eräänlaisen välittävän mekanismin avulla. Oleellista tässä on huokosten ja raerajojen välittömässä läheisyydessä olevien dislokaatioiden merkitys vakanssiviemäreinä. Joka puolella kappaletta tapahtuu samanaikaisesti lukemattomissa eri paikoissa dislokaatioiden purkautumista ja siten mikrokutistumista, joka summautuu kappaleen ulkomittojen pienenemisenä. Dislokaatioiden häviäminen on ilmeisestikin osittain reversiibeliä, koska sintraukselle ominaiset makroskooppiset tilavuudenmuutokset, useita kymmeniäkin prosentteja, eivät olisi muuten mahdollisia. Maierin (6) mukaanhan esim.



Kuva 9. Huokoisuuden ($V_s - V_{te}$) ja sintrautumisnopeuden $-\frac{dV_s}{dt}$ pieneneminen ajan (t) funktiona. T = 1 000°C, Puristusaine 1,0 to/cm². Merkinnot: ○ huokoisuus, ● sintrautumisnopeus.

kylmävalssatun kuparin dislokaatioiden häviäminen aiheuttaa vain n. 0,1%:n kutistumisen kappaleen mitoissa. Kertakaikkisena ilmiönä ei dislokaatioiden häviäminen siis riitä selittämään havaittuja suuria tilavuudenmuutoksia. Kun ajatellaan, että termodynamiikan mukaisesti jauhemassa sisältää tai siinä uusiutuu määrätty dislokaatiopitoisuus, jolloin ajateltu välittävä mekanismi voi toimia jatkuvasti ovat suuretkin tilavuudenmuutokset ymmärrettävissä. Sintrauksen loppuvaiheissa on dislokaatioiden määrä laskenut ja niiden etäisyydet huokosista ja raerajoista kasvaneet liikaa. Näin voidaan havaitut poikkeamat suhteellisen tiheyden 0,9 yläpuolella ymmärtää. On todennäköistä, että tässä vaiheessa, jolloin materiaalin vaellusmekanismin ajatellaan muuttuvan hiladiffuusioksi, pistemäisillä hilavirheillä alkaa olla huomattava vaikutus.

Näin kehittyneen työhypoteesin pohjalta on ymmärrettävissä, että sintrausnopeus ei ole suoraan verrannollinen vain kappaleen huokoisuuteen vaan samanaikaisesti myös sen virheellisyyteen, lähinnä dislokaatiotiheyteen. Mitattujen aktivaatioenergiain perusteella prosessin hitain osa on atomien irtoaminen raerajoilta, ts. raerajaidediffuusio on sintrausnopeutta säättävä prosessi.

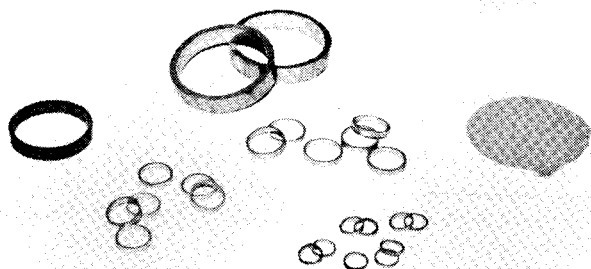
Kirjallisuus:

1. Bernard, R. G.: Powder Metallurgy no. 3, 86—103, 1965.
2. Mäkipirtti, S.: (Väitöskirja) »On the Sintering of W—Ni—Cu Heavy Metal», Acta Polytech. Scand., Chemistry including Metallurgy Series no 5, (Helsinki), 1959
3. De Hoff, R. T. et al, »The Role of Interparticle Contacts in Sintering» in: W. Leszynski (ed) Powder Metallurgy (New York) 1961
4. Tikkanen, M. H. and Yläsaari, S.: »On the Mechanisms of Sintering» in: Modern Developments in Powder Metallurgy, Vol. 1: Fundamentals and Methods, 1966.
5. Tikkanen, M. H.: »The Part of Volume and Grain Boundary Diffusion in the Sintering of One-Phase Metallic Systems», Planseeber. Pulvermet. 11:70—81 (1963)
6. Maier, C. G.: Trans AIME, 122, 121 (1963), ref. Darken & Gurry: Physical Chemistry of Metals s. 69.

Summary: See page 25.

Johtorenkaiden valmistaminen rautapulverista sintraamalla

Dipl.ins. Jaakko Autio, Puolustuslaitoksen tutkimuskeskus, Helsinki



Johtorengas ja siihen käytetyt materiaalit. Sintrattu johtorengas, sen historia sekä valmistusprosessi. Sintratun, huokoisen randan (MH 100.24) mekaanisista ominaisuuksista. Suomessa nyt käytössä olevan sintratun johtorengaan valmistaminen kokeelliseen tutkimukseen perustuen.

Yleistä johtorenkaasta

Johtorengaan päätehtävä on antaa ammukselle tykin putkessa rihlojen välityksellä kiertoliike tasaisen lentoradan aikaansaamiseksi siten, että rengas ei vaikuta negatiivisesti ammuksen ballistisiin ominaisuuksiin.

Niinpä johtorengalle asetetaan määrättyjä vaatimuksia sen sijaintiin, muotoon, rakenneaineeseen sekä kiinnitykseen nähden. Yhteistä näille vaatimuksille on, että ne pääasiallisesti perustuvat kokeellisen tutkimuksen antamiin tuloksiin. Tosin on olemassa myös eräitä laskennollisia menetelmiä johtorengaan mitoittamiseksi siinä ammuttaessa syntyvien jännitysten perusteella, mutta jopa ammuksensuunnittelun oppikirjatkin, joissa kyseisiä menetelmiä esitetään, pitävät näin saatuja arvoja epäluotettavina ja kehottavat mitoituksessa turvautumaan käytännön kokeista saatavaan aineistoon. Tämä on kokemuksen antama oikea havainto johtuen mm eri materiaalien poikkeavasta käyttäytymisestä impulsiivisen kuormituksen alaisena. Harhaanjohtavaa on lujuusopillisten laskujen perusteena käyttää materiaalille staattisessa vetokokeessa määrättyä myötö- taikka murtorajaa sellaisenaan tietämättä sen korrelaatiota nopeaan kuormitukseen. Tällöin esimerkiksi niukka-hiilisen teräksen myötöraja nousee jopa kolminkertaiseksi, kun taas alumiinilla dynaaminen »myötöraja» on vain n 50 % staattisesta.

Johtorengasmateriaaleista

Johtorengasmateriaalina on käytetty muoveja, kuparia ja kupariseoksia sekä rautaa ja rautaseoksia.

Muovien käyttö on toistaiseksi rajoittunut vain alikaliperiammuksiin, ja näissäkin ne vaativat huonon lämpötilakestävyytensä takia isolaation (esim. kumia) ruutikaasuja vastaan.

Kupari ja kupariseokset ovat luultavasti eniten käytetty materiaalityyppi johtorengaan rakenneaineena. Seostusta on käytetty lujuusarvojen nostamista varten,

Ilmeistä on, että seostuksella voidaan vaikuttaa myös putken kuparoitumisilmiöön. Edelleen on mahdollista seostuksella samoin kuin rekristallisaatiohehkkutuksella pienentää näiden johtorenkaiden liepeilytaipumusta. Seosaineina on käytetty mm nikkeliä, sinkkiä, tinaa, alumiinia tai piitä seostusmäärän tapauksesta riippuen vaihdellissa 1,5–10 %. Kupari ja kuparipohjaisten johtorenkaiden heikkoutena on pidettävä putken kuparoitumista, renkaiden taipumusta liepeilyyn sekä lujuuden riittämättömyyttä suurilla alkunopeuksilla (1000–1200 m/sek). Niukka-hiilisen teräksen, Armco-raudan, sintratun seostamattoman, taikka kuparilla seostetun raudan käyttö johtorengasmateriaalina on tullut välttämättömäksi siirryttäessä yhä suurempiin alkunopeuksiin. Tämän ryhmän materiaaleilla on edellisiin verrattuna etuna lisäksi raaka-aineen halpuus. Ryhmän sisäisessä vertailussa on Armco-rauta pienemmän kovuutensa vuoksi terästä sopivampi johtorengasmateriaaliksi.

Sintratulla raudalla on kuitenkin Armco-rautaankin nähden joitakin lisäetuja, joista johtuen se ilmeisesti on soveltuvin johtorengasmateriaaliksi:

- Valmistusprosessinsa yksinkertaisuuden ja lähtö- materiaalin, pulverin halpuuden takia tulee sintrattu rengas suurina erinä valmistettuna huomattavasti halvemmaksi kuin tavanomaisin keinoin aikaansaatu rengas. Osoituksena tästä ovat mm John D Dalen ilmoittamat useiden miljoonien dollareiden vuotuiset säästöt USA:n armeijalle johtuen pulverimetallurgisten valmistusmenetelmien käytöstä.
- Pulverilaatua, tiheyttä ja sintrausastetta muuttamalla voidaan vaikuttaa huomattavasti valmiin kappaleen mekaanisiin ominaisuuksiin.
- Huokoisuus 20–30 % tarjoaa mahdollisuuden materiaalin siirtymiselle myös aineen sisustaan johtorengaan osaksi tulevassa plastisessa deformaatioissa. Tämä pienentää todennäköisyyttä liepeilyilmiön syntymiseen materiaalin virtauksen takia.

- Huokoisuus tarjoaa toisenkin edun, nimittäin impregnointimahdollisuuden. Impregnoimalla johtorengas määräytyntyyppisillä aineilla on mahdollisuus vaikuttaa pienentävästi deformaatioon johtorengasta päällepuristettaessa sekä lisätä putken kestoikää huomattavasti.
- Pulverimetallurgisesti valmistetuille tuotteille on tyypillistä yksityisten kappaleiden tasalaatuisuus suurissakin valmistuserissä sekä kappaleiden mittojen pysyminen ahtaallakin toleranssialueella.

Haittoina voidaan mainita:

- Sintrattujen kappaleiden lujuusominaisuudet ovat yleensä pienemmät kuin vastaavan tavanomaisin keinoin aikaansaadun kappaleen. Tästä johtuen on esim. pienen tiheyden omaavan johtorengaan päällepuristuksessa käytettävä rajoitusta puristusvoimaan nähden.
- Pienien valmistuserien ollessa kyseessä kappaleiden hinta nousee voimakkaasti osaksi perustamiskustannusten (= puristimet, uunit, suojakaasulaitteet) osaksi syystä, että jokaista erilaista valmistettavaa kappaletta varten on suunniteltava ja valmistettava omat erikoistyökälunsa.

Sintrattu johtorengas

Seuraavassa käsitellään nimenomaan sintrattua rautaista johtorengasta. Myös sintrattuja kuparisia johtorenkaita on tuotettu joitakin miljoonia kappaleita toisen maailmansodan aikana USA:ssa Langhammerin ja Hardyn johdolla, mutta nykyisin on rauta täysin syrjäyttänyt kuparin sintrattujen johtorengaan raaka-aineena.

Sintrattu rautainen johtorengas juontaa juurensa Berliinissä toimineeseen Hartstoff Metall A. G.:iin, joka jo vuonna 1932 esitteli suunnitelmansa Saksan silloiselle pääesikunnalle, kuitenkin vähäisellä menestyksellä. 1936 Saksan viranomaiset kiinnostuivat asiasta, jolloin alettiin kehittää koesuunnitelmia ja myös tutkimuksen johto siirrettiin armeijan alaisuuteen. 1938 suoritettiin renkaalla koeammunnat ja niiden tuloksena otettiin sintrattu johtorengas käyttöön pienissä kaliipereissa. Sarjatuotanto alkoi vuonna 1939, jolloin myös erilaiset vakavat haittavaikutukset rengasta käytettäessä astuivat esiin. Renkaat hajosivat useimmiten jo putkessa taikka viimeistään ilmalennon aikana, putken kulumisen oli lisäksi muodostunut luvattoman suureksi. Useita pikaratkaisuja haittojen poistamiseksi tehtiin ja suuria koe-eriä ammuttiin, kuitenkin tuloksetta. 1941 kesällä tilanne oli muuttunut kriittiseksi ja armeija oli menettänyt täysin luottamuksensa sintrattuun johtorengaseen sekä suunnitteli sen täydellistä hylkäämistä. Kuitenkin juuri näihin aikoihin tapahtui Saksan koko teollisuuden integraatio, jolloin tri Kieffer asetettiin vastuuseen tutkimustoiminnasta. Määrätietoinen, keskitetty tutkimus alkoi tuottaa tuloksia sekä renkaan kestävyteen että putken kulumisen pienemiseen nähden. Niinpä vuoden 1942 puoliväliin mennessä kaikki haitat olivat poistettut ja sintrattu johtorengas tuli yleiseen käyttöön kaikilla kaliipereilla aina 28 cm:iin saakka, myös joitakin 38 cm:n renkaita valmistettiin. Kuvan rautaisten sintrattujen johtorenkaiden käytön laajuudesta Saksassa viime maailmansodan aikana saa, kun tietää, että esim lokakuussa 1944 rautapulverin kokonaistuotanto oli 3504 tonnia, josta johtorenkaiden valmistukseen meni 3270 tonnia.

Saksalaisten intensiivisen tutkimuksen perustana oli maassa vallitseva kupari- ja tinapula, joten tarkoituksena oli löytää sopiva korvike tähän mennessä yksinomaan käytetylle kupari-tai kupariseosjohtorengalle, mutta kehitetty korvike osoittautuikin monessa suhteessa korvattaviana paremmaksi. Niinpä maailmansodan jälkeen mm USA on siirtynyt sintrattujen rautaisten johtorenkaiden käyttöön kaikenkokoisissa ja -tyyppisissä ammuksissa (MIL-R-11073 B (MU)/1963), myös useita patenteja on julkaistu (Ranska 1,100,463/1955 sekä Englanti 752,687/1956 ja 812,235/1959).

Rautapulverit ja niiden lisäaineet

Raaka-aineena sintrattujen johtorenkaiden valmistuksessa ovat rautapulverit, jotka ryhmitellään niiden valmistusmenetelmien mukaan:

- Karbonyylirautajauheet. Valmistus perustuu hiilimonoksiidin ja rautahiukkasten kemialliseen reaktioon käytettäessä suuria paineita. Käytettävät paineet liikkuvat 2 000 psi:n tienoilla ja lämpötilat noin 200°C:n ympärillä. Tällöin rauta ja hiilimonoksidi reagoivat rautakarbonyyliksi, joka on neste-mäinen 103°C:een saakka normaali-ilmakehän paineessa. Laskemalla paine normaali-ilmakehän suuriseksi ja nostamalla lämpötilaa saadaan rautakarbonyyli hajoamaan takaisin lähtöaineikseen. Saatava jauhe on erittäin puhdasta, pallomaista, hiukkaskoon vaihdella 0,1–10 mikronia. Käytetään lähinnä raudan suurta puhtautta vaativissa tapauksissa, mm suurtaajuusydämet.

Type	Reduction Powder			Atomized	Electrolytic
Marking	MFI	Ancor	Reduced Mill Scale	—	—
Analysis:					
Fe	abt. %	98	98	98.5	99
C	.. %	< 0.1	< 0.10	0.02	0.05
O	.. %	< 0.8	0.75	1–1.5	0.5
SiO ₂	.. %	0.2	0.15	0.20	—
Si	.. %	—	—	0.10	0.02
S	.. %	0.015	0.04	—	0.01
P	.. %	0.015	0.01	0.004(?)	0.01
Mn	.. %	—	—	0.15	0.06

Type	Reduction Powder			Atomized	Electrolytic
Marking	MH100.74	Ancor #24	Reduced Mill Scale	—	—
Screen Analysis, U.S. Std. Mesh:					
+ 70 Mesh	%	max. 1	abt. 1	abt. 17	abt. 11
+ 100	.. %	20–30	.. 18	.. 27	.. 24
+ 140	.. %	25–35	.. 20	.. 20	.. 20
+ 200	.. %	3–10	.. 10	.. 4	.. 14
+ 230	.. %	10–20	.. 15	.. 11	.. 17
+ 325	.. %	abt. 20	.. 35	.. 21	.. 14
— 325	.. %	—	—	—	—
Apparent Density ¹	abt. 2.4	2.2–2.3	2.2	.. 2.5	3.2–3.3
Flow ²	.. 30	30–34	35	.. 25	25–27
Compressibility ³	6.3–6.4	abt. 6.2	abt. 5.9	.. 6.2	6.7–6.8

Type	Reduction Powder			Atomized	Electrolytic
Marking	MH100.74	Ancor #24	Reduced Mill Scale	—	—
Tensile strength, kg/mm ² :					
At sintered density = 5.5 g/cm ³	7	10	10	5.5	—
At sintered density = 6.2 g/cm ³	12	15	15	12	9
Elongation, %:					
At sintered density = 5.5 g/cm ³	5	6	6	4	—
At sintered density = 6.2 g/cm ³	8	9	8	8	2.5

Eräiden tärkeimpien kaupallisten rautapulverien ominaisuuksien vertailu (Höganäs Iron Powder Handbook).

- Sienirautajauheet. Valmistus tapahtuu pelkistämällä malmi taikka oksidi kiinteällä taikka kaasumaisella pelkistysaineella. Saatu huokoinen rautasieni murskataan ja jauhetaan sekä puhdas rautajauhe erotetaan. Tämän jälkeen seuraa usein vielä jälkipelkistys ja jauhaminen. Jauheen muoto on sienimäinen ja sillä on hyvät puristus- ja sintrausominaisuudet. Tähän ryhmään kuuluvat sekä Ruotsin että USA:n Höganäs in valmistamat pulverit.
- Katodijauhe t. elektrolyyttinen rautajauhe. Valmistetaan elektrolyyttisesti rautaromun ollessa anodina ja rautakloridiliuoksen elektrolyytinä. Ruostumattomasta teräksestä tehdylle katodille saostuu hauras ja helposti jauhattava rautakerros. Tämä jauhetaan useammassa vaiheessa välillä pelkistäen. Lopullisten hiukkasten muoto on kidemäinen. Esim Husqvarnan HVA jauheet.
- Lehtijauheet. Valmistetaan mekaanisilla särkemismenetelmillä. Hiukkaset ovat epäsäännöllisen särmiön muotoisia. Tähän ryhmään kuuluu mm Hamettag-jauhe. Jauhaminen vaatii suojakaasun käytön.
- Atomisoidut rautajauheet. Valmistetaan siten, että suuttimesta puristettuun sulaan rautavirtaan kohdistetaan painevesi, -ilma taikka muu kaasusuihku, joka hajoittaa raudan sumuksi. Kappalemuoto on pisaramainen. Tällaisia menetelmiä ovat esim DPG ja Mannesmann prosessit.

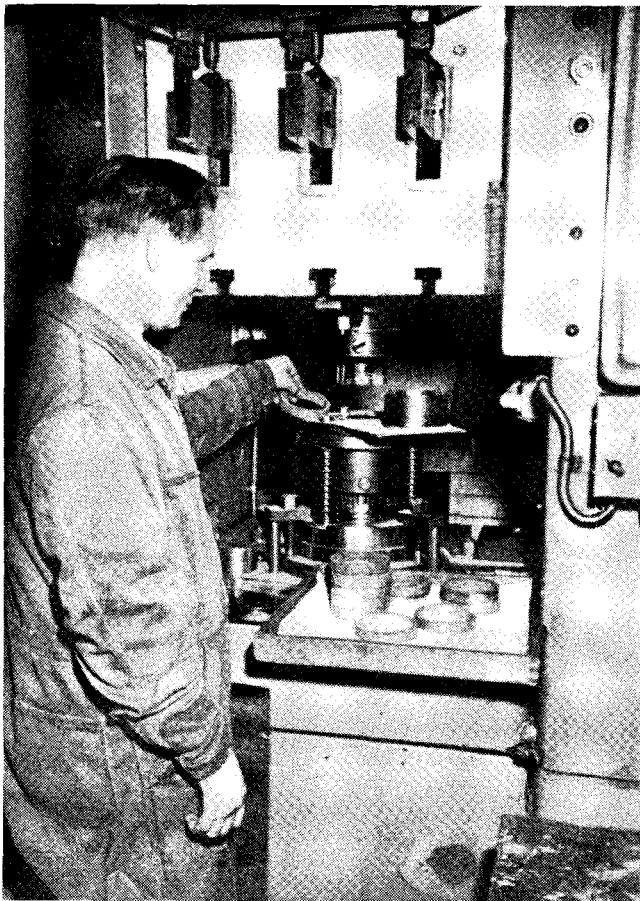
Pulverin yhteyteen kuuluvat erottamattomasti niiden kanssa käytetyt voiteluaineet, kuten steariinihappo,

sinkkistearaatti, sterotex, grafiitti. Näiden käytön tarkoituksena on ensiksikin vähentää pulverityökalun kulumista ja toiseksi pienentää puristuksessa pulveripartikkeleiden välille syntyvää kitkaa ja täten edistää materiaalin virtausta sekä puristuskappaleen homogeenisuutta. Voiteluaineet sekoitetaan yleensä jo valmistustehtaissa, joista pulverin saa sekoitettuna haluttuun prosentimääräiseen voiteluaineeseen. Yleisimmin pulverit sekoitetaan ns kaksoiskartiosekoittimissa, sekoitusajan vaihdeltaessa 20—40 min. Voiteluaineiden käytön suhteen on huomattava, että kullekin käytetylle puristuspaaneelle on olemassa optimivoiteluainemäärä ja että tämä optimi vaihtelee käytettäessä eri voiteluaineita.

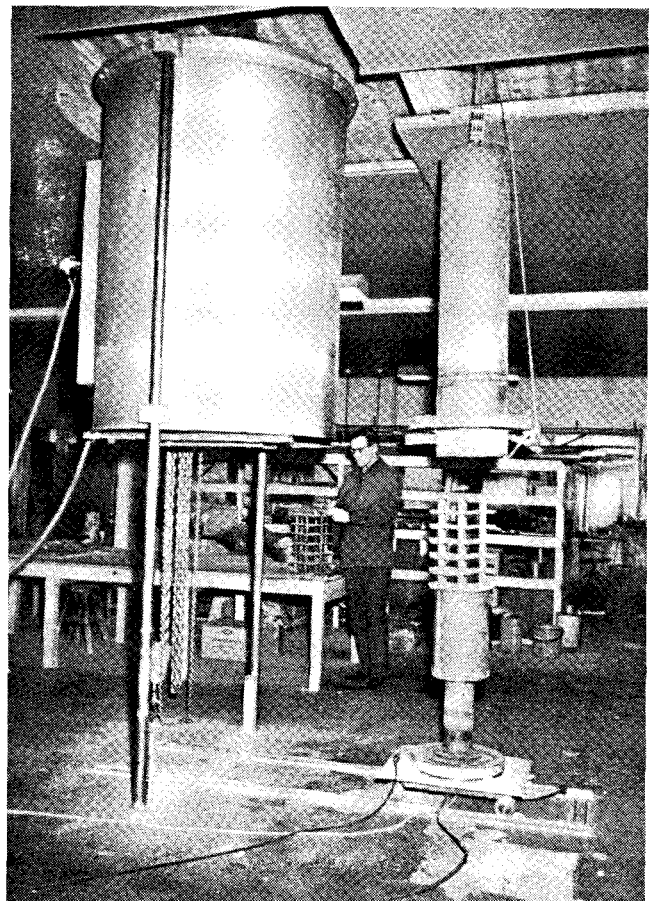
Suomalaisten, Hopeakeskus Oy:n valmistamien sintrattujen johtorenkaiden perusmateriaaliksi on valittu hyvien sintrausominaisuuksiensa, huokoisten kappaleiden valmistukseen sopivan partikkelikokonsa, edullisen hankintamatkansa sekä edullisimman hintansa takia Höganäs-Billesholms AB:n valmistama MH 100.24 -pulveri. Edelleen pulveri on sopiva kemiallisen analyysinsä puolesta. Käytettävä voiteluainemäärä on sinkkistearaatin ollessa kysymyksessä 1,5—2 %.

Puristus

Rautajauheen puristaminen johtorengasaihioiksi tapahtuu kaksipuolisesti toimivalla ns uivalla työkalulla, jolloin tiheyden jakautuminen on edullisin. Työkalun mitoitus riippuu rengasaihion mitoista sekä käytettävän pulverin ominaisuuksista (täyttötillavuus, kurtistuminen sintrattaessa). Puristuksessa tarvittava



Johtorengasaihoiden puristaminen rautapulverista Hopeakeskus Oy:ssä.



Hopeakeskus Oy:n käyttämä sintrausuuni. Kuvassa nähdään sintrausteline, sen päälle laskettava retortti sekä muhveli.

voima määräytyy tällaisessa työkalussa täyttökertoimen mukaan, kun tiedetään puristustiheys, johon pyritään. Täyttökertoimella tarkoitetaan täyttötilan ja puristilan suhdetta.

Nykyisessä prosessissa puristaminen tapahtuu joko mekaanisilla tai hydraulisilla puristimilla siten, että lopullinen, ts. sintrattu tiheys on 6,3 g/cm³.

Voiteluaineen poishöyrystys ja sintraus

Käytetyn voiteluaineen poishöyrystäminen on syytä suorittaa erikseen, mikäli sintrauksessa käytetään kertapanostusuunia, kuten Hopeakeskus Oy:ssä. Tämä on tehtävä lähinnä siksi, ettei höyrystyvä voiteluaine pääsisi tukkimaan varsinaisessa sintrausuunissa suojakaasun kulkukanavia. Hehkutus on paras suorittaa 350–430 °C:ssa, jolloin höyrystyminen ei ole vielä niin voimakasta, että se rikkoisi puristetun kappaleen pinnan. Hopeakeskus Oy suorittaa hehkutuksen suojakaasussa (N₂). Hehkutus voidaan suorittaa myös ilma-atmosfäärissä.

Sintratun kappaleen ominaisuuksiin vaikuttavat käytetyn puristuspuheen lisäksi huomattavasti sintrauslämpötila, -aika, ja -atmosfääri. Sintrauslämpötilan yleisestä vaikutuksesta voidaan sanoa, että raudalla ei käytännön kannalta sintrautumista tapahdu juuri lainkaan 650 °C:n alapuolella. Vastaava diffuusioiden voimakkaampi toimintaan heräämislämpötila on havaittu muillakin aineilla olevan karkeasti kolmasosa sulamislämpötilasta. Yleisesti käytetyt sintrauslämpötilat ovat 70–80 % sulamislämpötilasta, raudalla noin 1 000–1 300 °C. Sintrausajat ovat yleensä lyhyitä, 15–30 minuuttia.

Sintraus suoritetaan yleensä hapettumisen ehkäisemiseksi pelkistävässä suojakaasussa, tosin on olemassa muunkinlaisia sintrausmenetelmiä, mutta ne eivät ole osoittautuneet raudan suhteen yhtä käyttökelpoisiksi kuin normaali suojakaasusintraus. Yleisimmät raudan sintraukseen käytettävät pelkistävät suojakaasut ovat vety, krakattu ammoniakki sekä eripohjaiset endo- ja exokaasut. Näistä raaka exokaasu tulee halvimmaksi, seuraavana on hinnaltaan kaksinkertaiset endokaasut, krakattu ammoniakki, jonka hinta raakaan exokaasuun verrattuna on noin 20-kertainen, ja viimeksi vety noin sata-kertaisella hintaerolla raakaan exokaasuun. On huomattava, että hintavertailut ovat vuodelta 1958 USA:sta. Eri atmosfäärit vaikuttavat myös sintratun kappaleen fysikaalisiin ominaisuuksiin siten, että raaka exokaasu ja vety aiheuttavat pienimmät dimensioiden muutokset, parhaimmat venymäärät saadaan vetyatmosfäärissä, kun taas murtolujuuden suhteen raaka exokaasu on edullisin.

Raudan sintrauksessa yleisimmin käytetyt uunit voidaan jakaa jatkuvasyöttöisiin- ja kertapanosuuneihin. Hopeakeskus Oy:n käyttämä sintrausuuni on ns kello-tyyppinen kertapanosuuni, jossa johtorenkaiden sintraus tapahtuu vetyatmosfäärissä siten, että sintrausajaksi tulee noin tunti 1 250 °C:ssa, panoksen koko uunisaviipymisajan olessa kahdeksan tunnin luokkaa.

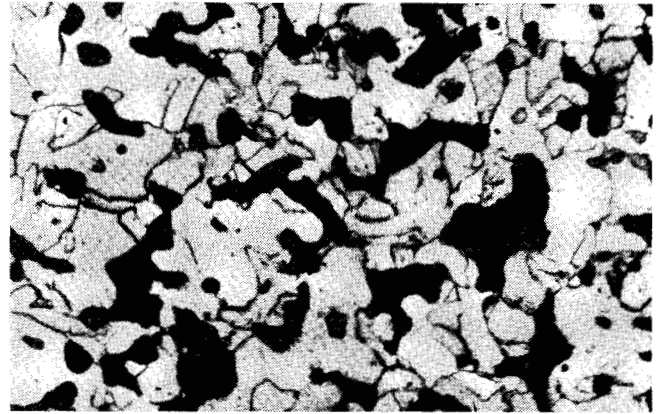
Viimeistelytoimenpiteet

Impregnointia ei ole toistaiseksi käytetty suomalaisille renkailla, koska tutkimukset eri impregnointiaineista ja niiden vaikutuksista ovat vielä kesken. Kuitenkin, jos impregnointi otetaan käytäntöön, suoritetaan se normaalisti välittömästi sintrauksen jälkeen joko vakuissa tai uittamalla.

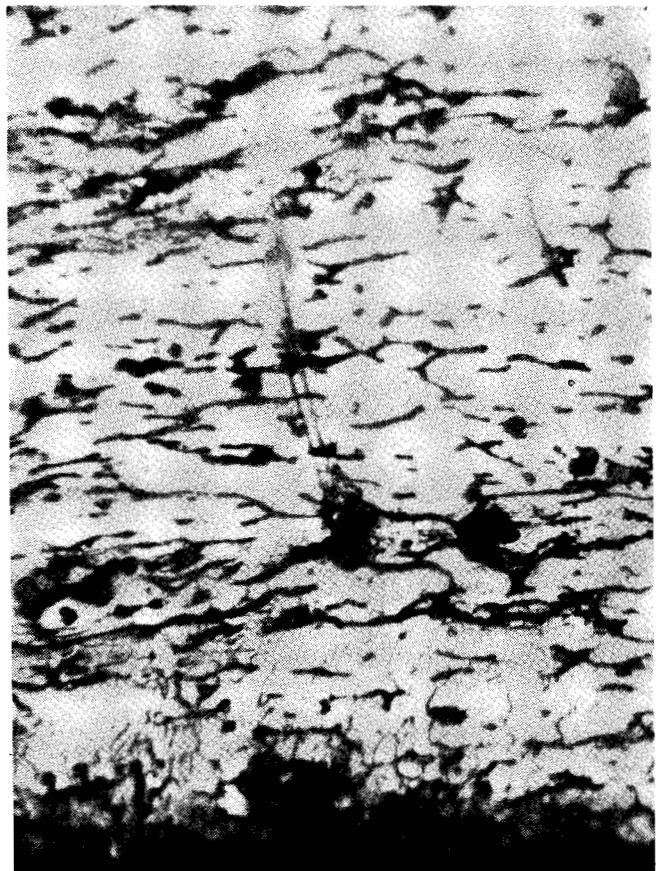
Esim. saksalaiset impregnoivat renkaansa parafiinilla n 40–60 °C sen sulamispisteen yläpuolella imeytysajan vaihdella 1/2–1 tuntiin siten, että rengasaihion imeytyi määrätty prosenttimäärä parafiinia.

Seuraavana viimeistelytoimenpiteenä on kalibrointi. Se on suoritettu vain renkaan korkeussuunnassa kahden tasopinnan välissä. Tällä on lähinnä pyritty varmentamaan renkaan pysyminen asetetuissa toleransseissa, samalla oikeenevat siihen mahdollisesti sintrauksen aikana syntyneet vääristymät.

Tämän jälkeen seuraa renkaan päällepuristaminen ja työstö määrämittäihin. Vielä käy johtorengas ammuk-



Rautapulverista sintraamalla saatu huokoinen rakenne. Mikrorakenteessa ei erotu enää yksittäisiä rautajauhehiukkasia, vaan osa huokosista on sijoittunut jopa joidenkin ferriittirakeiden rajojen sisäpuolellekin. Tiheys 6.0 g/cm³. Sintraus 1250 °C/2h/H₂. Suurennus 400 ×.



Sintratun johtorenkaan mikrorakenne ampumisen jälkeen. Huokosten yhteenpuristuminen samoinkuin hankauksen aiheuttamasta pintalämmöstä johtuva ohut rekristallisoitunut vyöhyke on selvästi havaittavissa. Tiheys 6.0 g/cm³. Sintraus 1250 °C/2h/H₂. Suurennus 400 ×.

seen kiinnitettyä läpi rasvanpoistopesun sekä sinkki-fosfatoiminnin.

Viimeistelytoimenpiteisiin lienee luettava myös renkaiden laadun tarkastus. Se on pyritty saamaan mahdollisimman yksinkertaiseksi, mutta kuitenkin riittävän informaation antavaksi. Niinpä renkaista määrätäänkin vain tiheys sekä plastinen venymä työnnettäessä sitä kartiomaisen tuurnan läpi murtumiseensa saakka.

Kokellinen tutkimus käyttöön sopivimman johtorenkaan löytämiseksi

Variaatiomahdollisuuksien pienentämiseksi valittiin koekappaleiden (= renkaat, sylinterit puristuskokeita varten sekä levyt, joista veto- ja iskusauvat työstettiin) valmistuksessa sintrauslämpötilaksi 1250°C ja -ajaksi 2 h sekä suojakaasuksi vety. Näin siksi, että em. lämpötilan saavuttaminen on prosessissa mahdollinen, mutta sen ylittäminen aiheuttaa hankaluuksia uunimateriaalien kestämisessä. Kahden tunnin sintrausaika perustuu siihen, että tällöin ollaan varmasti ko. »sintrauskäyrän» suoralla osalla, toisin sanoen ajan huomattavallakin pidentämisellä on vain vähäinen merkitys sintrautumisen edistymisen kannalta.

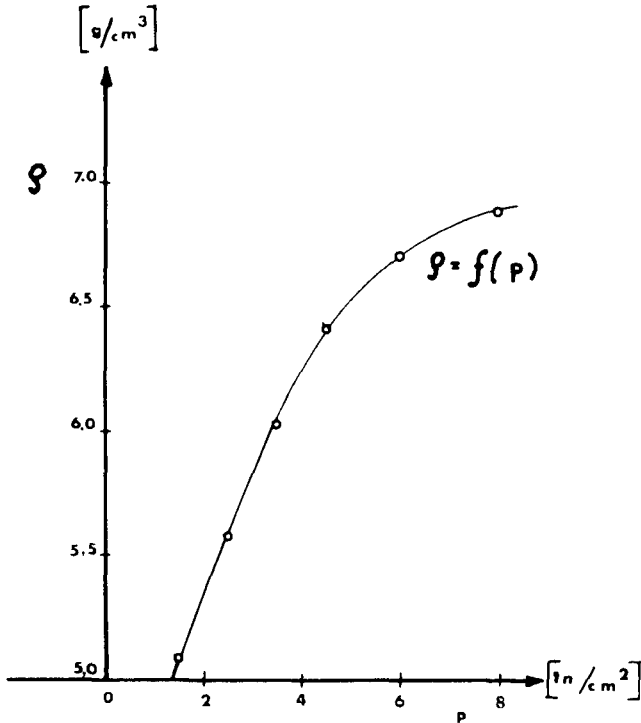
Raaka-aineeksi valittiin Höganäs-Billesholms AB:n MH 100.24 + 1,5 % sinkkistearaattia sellaisenaan sekä eri suurten kuparilisäysten kanssa. Käytetty kuparipulveri oli ruotsalainen, elektrolyyttinen, -200 mesh.

Koekappaleet puristettiin eri voimamäärillä siten, että niiden tiheyksiksi tuli sintrauksen jälkeen 5,4–5,7–6,0–6,3–6,6 g/cm³. Alarajan määrää puristetun kappaleen lujuusominaisuuksien heikkous, ylärajan taas työkalun kestoian pieneminen. Vielä suurempien tiheyksien saavuttaminen tapahtuu taas helpoimmin käyttämällä kaksinkertaista puristus-sintraustekniikkaa, joka tosin nostaa jonkin verran valmistuskustannuksia.

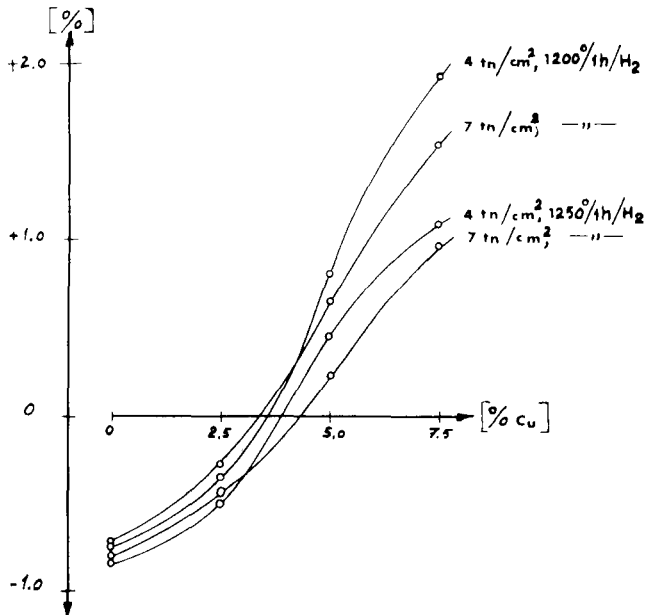
Sinkkistearaatin poishöyrystys tehtiin 380°C:ssa vedyssä. Itse sintraus suoritettiin retorteissa kiertävässä vetyatmosfäärissä pikateräsuolakylpyyn upottamalla. Osa kappaleista impregnoitiin paraffiinilla 100°C:ssa vakuumissa.

PURISTUSTIHEYDEN RIIPPUVUUS PAINEESTA

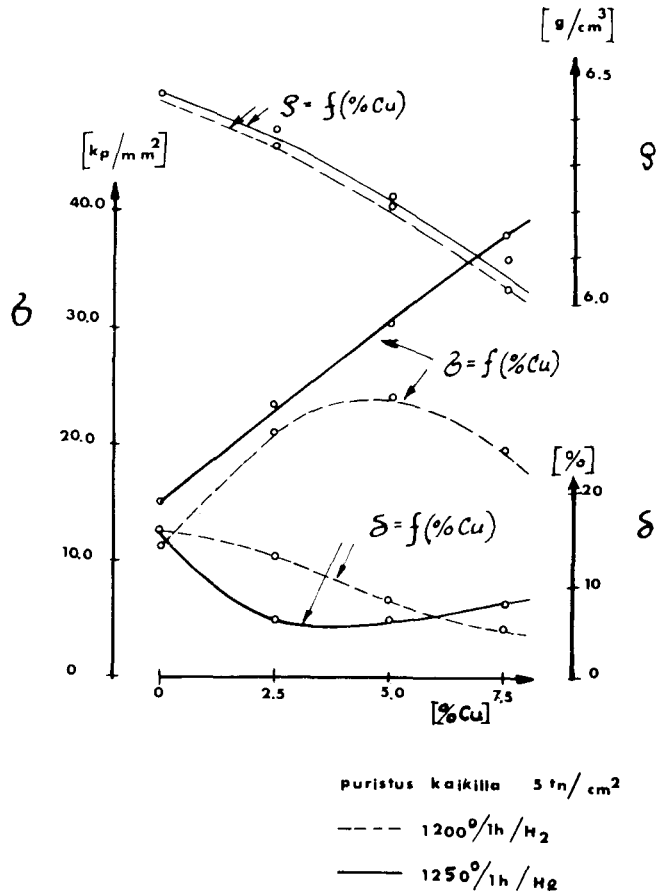
MH 100.24 + 1,9 % Zn - stear.



KUPARISEOSTUKSEN VAIKUTUS LINEAARISEEN MITTAMUUTOKSEEN



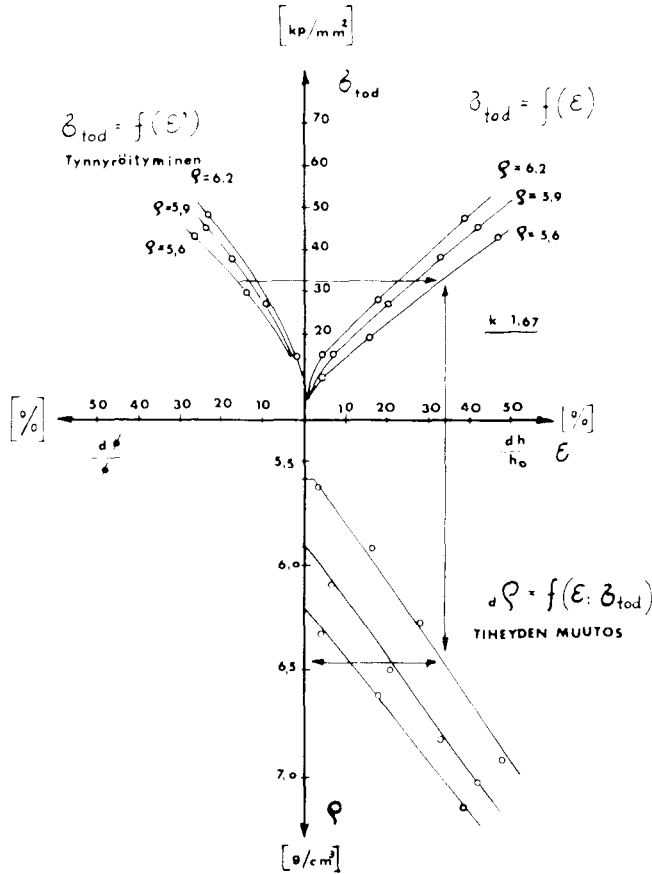
KUPARISEOSTUKSEN VAIKUTUS SINTRATUN RAUDAN OMINAISUUksiIN



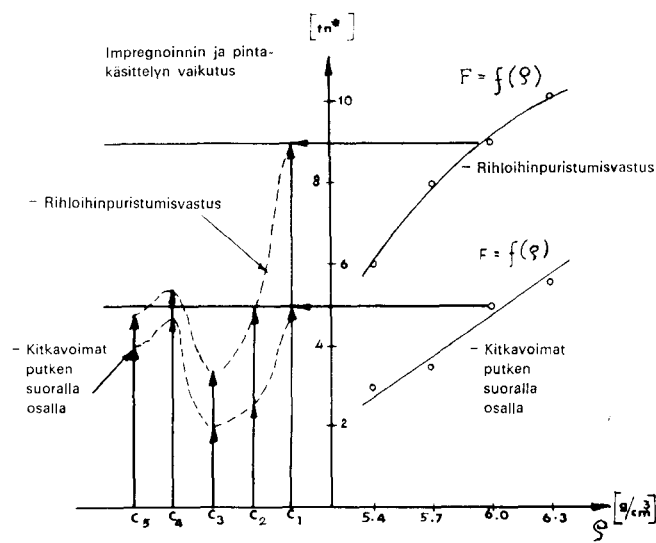
**TODELLINEN JÄNNITYS - MUODONMUUTOS - TIHEYDEN MUUTOS
PURISTUSLUJUUSKOKEESSA**

MH 100.24, 1250°/2h/H₂

$$\delta_{\text{tod}} = \frac{P}{A_0(1 + 1.67 \epsilon^2)}$$



**PÄÄLEPURISTETTUIEN JOHTORENKKAIDEN
LÄPITYÖNTÖKOKEIDEN TULOKSET**



- C₁ - tiheys 6.0, oi käsittelyjä
- C₂ - - - - - imp
- C₃ - - - - - imp + fosf
- C₄ - - - - - fosf
- C₅ - - - - - Mo S₂

Kappaleilla tehtiin tavanomaisia aineenkoetuskokeita mekaanisten ominaisuuksien, impregnoinnin vaikutuksen sekä pakkaskestävyyden selville saamiseksi.

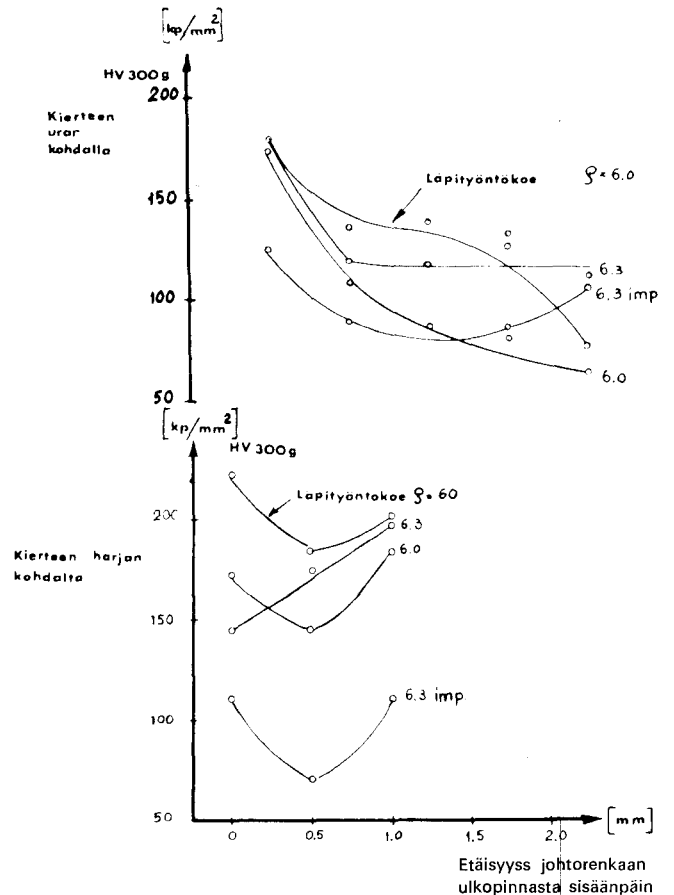
Todettiin mm paraffiini-impregnoinnin alentavan huomattavasti nimenomaan puristuslujuutta sekä aiheuttavan tynnyröitymistä. Kylmäaurautta ei todettu ainkaan -60°C:een mennessä.

Koerengailla suoritettiin veto- sekä kartiotuurnakokeita sekä valmiiksi kiinnitettyjen johtorenkaiden staattinen läpityöntökoete tykin putken läpi, jotta todettaisiin erilaisen pintakäsittelyn ja impregnoinnin vaikutus riiloihinpuristumisvastukseen ja kitkavoimiin putken suoralla osalla. Parhaimmaksi tässä kokeessa osoittautui paraffiinilla imeytetty fosfatoitu rengas. Ammuttuihin renkaihin verrattuna em staattisesti kuormitetut renkaat erosivat huomattavasti muokkautuneisuuden puolesta sekä mikroskooppisessa että mikrokovuuteen perustavassa tarkastelussa.

Varsinaisena perustavana kokeena pidettiin kuitenkin koeammuntaa, jonka toteutus laadittiin täydelliseksi kolmisuuntaiseksi varianssianalyysi-kaavioksi, koska tarkoituksena oli testata eri ryhmien antamia hajonta-, lähtönopeus- ja painearvoja statistisesti keskenään ja tältä pohjalta valita parhain tiheys-impregnointi-pintakäsittelykombinaatio. Mikään osa-replicate systeemi ei olisi ollut suositeltava, koska ei ollut mitään tietoa perusvariانسista, ja oli myös samalla pyrittävä mahdollisimman suureen varmuuteen eri rengasryhmien kestämisestä, jota nimenomaan pidettiin peruskriteerinä.

Tilastollisesta testauksesta kuitenkin luovuttiin, koska ammunassa ilmenneiden hankaluuksien takia koeammunta jouduttiin suorittamaan päätettiin usei-

**AMMUTTUJEN JOHTORENKKAIDEN DEFORMAATIO
KOVUUSMITTAUKSIIN PERUSTUEN.**



den eri päivien aikana, jolloin ryhmien sisäinen perushajonta eri mittauskaavioissa kasvoi ilmeisesti mm sääolosuhteiden vaihteluiden johdosta niin suureksi, ettei erilaisten johtorenkaiden antamien mittausarvojen perusteella uskalla vetää varmoja johtopäätöksiä.

Kuitenkin käytetyn kaavion puitteissa tuli tärkein efekti, kestäminen niin voimakkaana esiin, ettei tilastollisella testauksella saavuteta enää mitään lisäetuja. Täten voitiin hylätä $6,0 \text{ g/cm}^3$:n alapuolella olevat tiheydet, poikkeuksena tiheyteen $5,7 \text{ g/cm}^3$ puristettu 5 %:nen kupariseosteinen rengas. Paraffiinilla impregnoituja renkaita ei voida hyväksyä muuta kuin tiheydellä $6,3$ ja silloinkin vain fosfattoinnin yhteydessä.

Impregnoinnin voidaan olettaa vaikuttavan sisäisenä korroosiosuojana, »sisäisenä» voiteluaineena päällepuistuksessa ja varsinaisena voiteluaineena tykin putken ja johtorenkkaan metallisen pinnan välillä, josta luonnollisena seurauksena olisi impregnoinnin putken ikää lisäävä vaikutus.

Tutkimus eri impregnointiaineiden soveltuvuudesta on vielä kesken. Kuitenkin on tultu mm puristuskokei-

den perusteella siihen tulokseen, että esim. tavanomaiset teollisuusöljyt eivät sovellu johtorenkkaan impregnointiin voimakkaan viskositeetti-lämpötilariippuvuutensa takia. Myös silikoniöljyillä on todettu määrättyjä haittavaikutuksia. Niinpä kyseeseen tulevat lähinnä kiinteät taikka erittäin pieniviskositeettiset impregnointiaineet.

Impregnointiaineiden keskinäisen paremmuuden selvittämisessä määräävä koe on kivääricaliipereilla suoritettava kulutuskoe, jossa ammutaan eri aineilla impregnoituja sintrattuja luoteja. Tällaiseen vertailevaan tutkimukseen on kivääricaliiperi sopivin mm ampumatarvikkeittensa halpuuden takia.

Lisäksi sisäballistiikkaa koskevan kirjallisuuden perusteella juuri näissä kaliipereissa johtorenkkaan aiheuttama kulumistyyppi on voimakkaimmin vallitseva.

Lähteet:

J. Autio Diplomityö, TKK 1965.

Höganäs Iron Powder Handbook I, Höganäs 1957.

Summary: See page 25.

Lokakuun 26 p:nä 1966 kuoli dipl.ins. Yrjö Karl Grönroos.

Yrjö Grönroos oli syntynyt 12. 4. 1879 ja suoritti dipl. insinööritutkinnon 1905. Vuosina 1904—1913 Grönroos toimi Suomen Kiviteollisuus Oy:n käyttö-insinöörinä, ja 1913—1917 hän oli Paraisten Kalkki Oy:n palveluksessa. Vuonna 1917 hänet nimitettiin Suomen Mineraali Oy:n toimistujohtajaksi, jota virkaa hän hoiti kunnes hän 1956 siirtyi eläkkeelle.

Dipl.ins. Grönroos oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1943 lähtien.

† † †

Marraskuun 13 päivänä 1966 kuoli fil.lis. *Toivo Mikkola*. Hän oli syntynyt 13. 2. 1918. Ylioppilaaksi hän tuli 1936, fil.kandidaatiksi 1946, opiskeli stratigrafiaa USA:ssa Hopkins'in yliopistossa 1953—54 ja suoritti fil.lis.-tutkinnon 1964. Hän toimi opiskeluaikanaan ennen talvisotaa ja jatkosodan aikana Petsamon Nikkelissä. Valmistuttuaan fil. kandidaatiksi tuli hän Suomen Malmi Oy:n palvelukseen kenttägeologiksi 1946 ja nimitettiin saman yhtiön päägeologiksi 1957.

Lisensiaatti Mikkola oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1950 lähtien, toimien vuosina 1960-1961 yhdistyksen geologijaoston puheenjohtajana.

† † †

Syyskuun 17 p:nä 1966 kuoli tri Walter Schubardt.

Tri Schubardt oli S. G. Fackindustri Aktiengesellschaftin palveluksessa.

Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän oli vuodesta 1944 lähtien.



Kuva 1: Montolan kaivoksen nostotorni (taustalla) ja lajittelulaitos.

Montolan dolomiitti- ja kalkkikaivos

*Dipl.ins. Bo Sandberg ja fil.maist. Göran Mitts,
Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö, Suomen Mineraali*

Montolan kaivos on Mikkelin läänin vanhin toiminnassa oleva kaivos. Se sijaitsee Virtasalmen pitäjän Montolan kylässä, noin 18 km Pieksämäeltä etelään (kuva 2). Jo vuonna 1904 löytyivät sieltä maanviljelijä Taavetti Palkeisen mailta ensimmäiset kalkkikivi-irtolohkareet, joita ryhdyttiin polttamaan maauneissa. Vuonna 1906 varsinaisen esiintymän löydyttyä rakensi maanviljelijä Paavo Palkeinen Montolaan ns. »Paavon louhoksen» yhteyteen sylinteriuunin, jonka toimintaa ryhtyi valvomaan myöhemmin perustettu Montolan Kalkkitehdas Oy. Vuonna 1914 perustettiin Savon Kalkkitehdas Oy, joka louhikivensä saman Montolan esiintymän erillisestä »Taavetin louhoksesta» ja rakensi uuden Fahnehjelm kuiluunin Loukolammelle, noin 6 km esiintymästä länteen, Savon radan varteen. Vuosina 1920—27 siirtyivät näiden molempien yhtiöiden osakkeet vähitellen Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiölle.

Vuotta 1925 pidetään Paraistenyhtiön ensimmäisenä toimintavuotena Montolassa, ja vuosilouhinta oli silloin 5238 t kalkkikiveä. Tänään, 40 vuotta myöhemmin on

Montolan kaivoksen tuotantoteho melkein 40-kertainen eli 200 000 t/vuosi, ja kaivos kaikkine jalostuslaitoksineen antaa työtä noin 250 henkilölle.

Geologia

Montolan dolomiitti- ja kalkkikiviesiintymän (kuva 3) suunta on N40°W — N60°W ja kaade 35°—40° NE. Esiintymän paksuus vaihtelee 40—100 m keskipaksuuden ollessa 65 m. Pituus on noin 1,5 km, mutta siitä on tähän mennessä vesivaikeuksista johtuen ollut louhittavissa vain noin 400 m. Esiintymää peittää hiekkaa ja soraa sisältävä maapeite, joka tavallisesti on 10—20 m, mutta paikoitellen jopa 70 m paksu.

Montolan dolomiitti- ja kalkkikivi (kuva 4) on kerrostunut kiillegneisiin. Jalassa on »kontaktina» aina kiillegneisiin ja dolomiittikerroksen välissä punainen kalkkikivikerros, jonka paksuus vaihtelee muutamasta millimetristä pariinkymmeneen senttimetriin.

Itse esiintymä voidaan jakaa sekä geologisesti että käyttötieteellisesti kolmeen eri osaan, nimittäin jalkapuolelta kattopuolelle laskettuna

1. Dolomiittikerros
2. Ns. välikerros (dolomiittikalkki)
3. Kalkkikivikerros

Dolomiittikerros jakaantuu kahteen osaan; alempana on valkoinen dolomiitti ja tämän päällä harmaa, polttoon kelpaava dolomiitti. Valkoisen dolomiittikerroksen paksuus vaihtelee 1—15 m keskipaksuuden ollessa noin 8 m. Harmaan dolomiittikerroksen paksuus vaihtelee suunnilleen samoissa rajoissa, mutta keskipaksuudeksi jää 3 m. Molemmat dolomiitit ovat tiiviitä. Kaateen suuntaista raidallisuutta tavataan paikoitellen harmaassa, mutta ei valkoisessa dolomiitissa.

Dolomiittikerroksen päällä on ns. välikerros, jonka muodostavat dolomiitin ja kalkkikiven välimuodot ja useat sivukivijuonet. Välikerroksen MgO-pitoisuus pienenee dolomiitista kalkkikiveen siirryttäessä, ollen dolomiitissa noin 19 % ja kalkkikivessä alle 2 %. Välikerroksen juonia on kolmea eri laatua, amfiboliittia, felsiittia ja kiillegneissia.

Välikerroksen päällä on kalkkikivikerros, joka louhinta-alueen keskivaiheilla on jopa 50 m paksu, mutta ohenee siitä ulospäin molempiin suuntiin, keskipaksuuden ol-

lessa noin 10 m. Kalkkikivi on tavallisesti karkearakeinen, kaateen suuntaan raidallinen ja väriltään vaaleanharmaa, harvoin valkoinen. Raitojen pääaineksina ovat silikaatit ja hieno grafiitti. Polttoon kelpaava kalkkikivi sisältää noin 97 % CaO:ta ja alle 1 % MgO:ta.

Kalkkikivikerroksen ja kiillegneissin välissä on diopsidigneissia ja/tai kvartsikalsiittia. Nämä molemmat kivilajit muodostavat hyvin eripaksuiset kerrokset ja ainoana säännöllisyytenä voidaan todeta, että kuilun länsipuolella on vallitsevana diopsidigneissi ja kuilun itäpuolella kvartsikalsiitti. Diopsidigneissi (eli kalkkigneissi) esiintyy usein kvartsikalsiitin naapurina ja joskus vuorottelee sen kanssa. Diopsidigneissi on kaunis raidallinen, vihreä-ruskeanpunainen-musta kivilaji, jossa vaaleat raidat ovat kalkkikiveä, vihreät raidat diopsidia ja maasälpää, ruskeanpunaiset raidat grossulariittia ja mustat raidat amfibolia. Raitojen paksuus vaihtelee muutamasta millimetristä useaan senttimetriin. Kvartsikalsiitti on hienorakeinen, tiivis, harmaa silikaattipitoinen kivilaji. Silikaatit esiintyvät tasaisesti läpi tämän kivilajin tai möykkyinä siinä ja muodostavat 25—35 % kivistä.

Esiintymän läpi kulkee useita pegmatiittijuonia ja siirrosvyöhykkeitä, joissa tavataan breksioitunutta amfiboliittia, jonka pääaineksina ovat amfiboliitti ja mikroklinipegmatiitti.

Kaivoksen aikaisemmat vaiheet

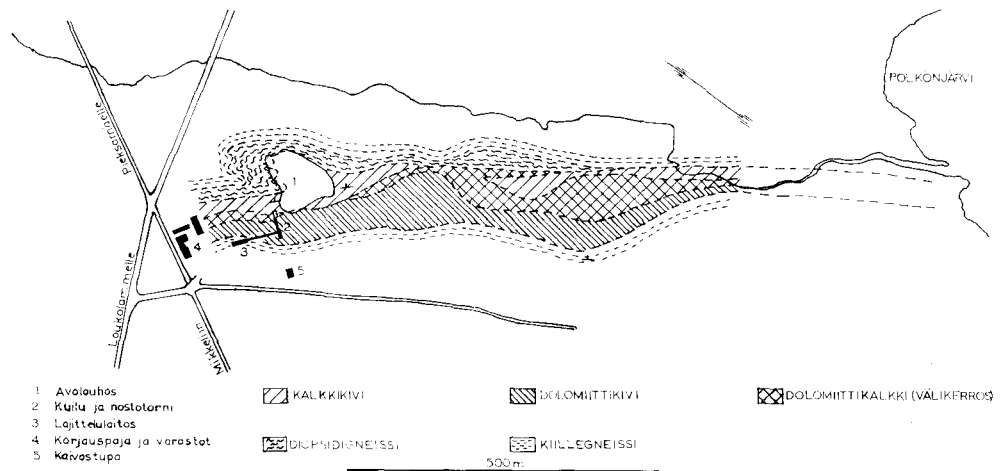
Kuten edellä mainittiin, on Montolassa poltettu kalkkia jo vuosisatamme alussa. Silloin käytettiin ainoastaan irtolohkareita, sillä varsinainen kalkkikiviesiintymä oli maan peittämä. Vuonna 1909, kiintokallion löydyttyä ruvettiin sitä louhimaan jopa kahdessa eri avolouhoksessa. Toinen louhos oli myöhemmin Montolan Kalkkitehdas Oy:n ja toinen Savon Kalkkitehdas Oy:n omistuksessa. Vasta vuonna 1927, jolloin Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö omisti koko esiintymän, molemmat louhokset yhdistettiin.

Esiintymää louhittiin avolouhoksena ensin + 46 m tasolle saakka (maanpinta = + 12 m) ja tällä tasolla jopa ajettiin jonkin verran peräinkin. Osa avolouhoksesta louhittiin + 54 m tasolle saakka ja tällä tasolla suoritettiin myös kamarilouhintaa.

Esiintymän kaade (35°) ja turvallisuusnäkökohdat vaativat kuitenkin siirtymistä maanalaiseen louhintaan, johon tähtäävät valmistavat työt aloitettiin vuonna 1937. Vinokuilu ajettiin kaateen suuntaisena (35°) keskelle louhintakelpoista esiintymää dolomiittikerrokseen, lähelle jalkakontaktia.



Kuva 2: Montolan seudun kartta



Kuva 3: Montolan kaivoksen geologinen maanpintaehdi

Ensimmäiseksi louhintatasoksi tuli + 68 m taso ja louhinta tapahtui täällä vuosina 1939—1950. Louhintamenetelmä oli kamari- ja pilarilouhintaa ja lastaus tapahtui käsin. Louhitun alueen pituus + 68 m tasolla on noin 300 metriä. Tällä tasolla louhittiin kalkkikiveä ja dolomiittia erikseen, kun taas avolouhoksessa oli louhittu vain kalkkikiveä.

Vuonna 1947 ryhdyttiin valmistelemaan uutta tasoa, ja vuonna 1949 siirtyi louhinnan painopiste + 110 m tasolle. Tällä tasolla suoritettiin makasiinilouhintaa käyttäen rännilastausta ja kiskokuljetusta, kunnes vuodesta 1961 alkaen vaiheittain siirryttiin etukuormaajalastaukseen ja keikkavaununkuljetukseen. Louhinta + 110 m tasolla päättyi vuonna 1967.

Uusi lajittelulaitos rakennettiin maan päälle vuonna 1950 ja kaksi vuotta myöhemmin karkeamurskaamo siirrettiin maan alle.

Nykyinen louhintamenetelmä

Vuonna 1960 ryhdyttiin uuden + 160 m tason valmisteluihin ja vuonna 1962 päästiin louhintaan tällä tasolla, jolle suunniteltiin kokonaan uusi louhintasysteemi seuraavin tavoittein:

1. Esiintymän kolme perusosaa dolomiitti, välikerros ja kalkkikivi on pystyttävä louhimaan selektiivisesti.
2. Louhintamenetelmän on kussakin pilarivälissä (= makasiinissa) oltava täysin riippumaton naapurimakasiinin menetelmästä.
3. Kivi on saatava mahdollisimman kuivana maanpäälliseen lajitteluun.
4. Kivi lastataan etukuormaajalla suoraan suppilon pohjasta.

5. Kuljetus tapahtuu keikkavaunuilla suuria, suoraa, nopealiikenteisiä perä pitkin.

6. Tutkimustyöt, vedenpoisto ja tuuletus hoidetaan erillisen perän avulla.

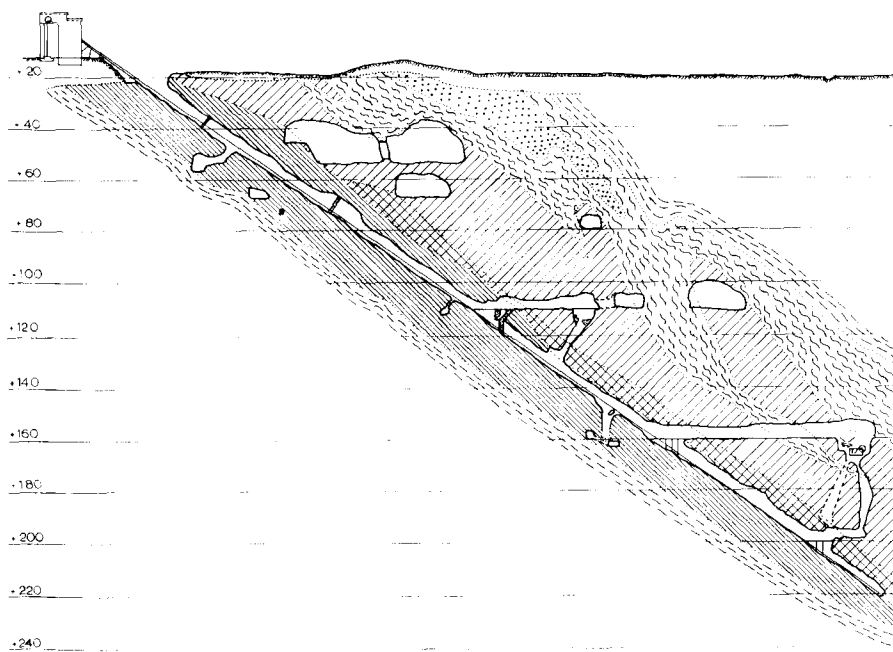
Nämä kuusi päätavoitetta huomioonottaen kehittyi nykyinen louhintamenetelmä (kuva 5).

Valmistavat työt

Esiintymän pitkittäissuunnassa on kaksi perää, jotka kumpikin viettävät noin 1:100 kuitun suuntaan:

- a. Tutkimusperä, $2,5 \times 2,5$ m, joka »tuntosarvena» etenee pitkin jalkakontaktia ennen louhintaa. Tästä perästä porataan jokaiseen makasiiniin louhinnan ohjaamiseksi kaksi tai kolme timanttikairausreikää. Makasiinista tuleva vesi ohjataan perää pitkin kuitun pumppausasemalle. Tätä perää pitkin ohjataan myös (tarvittaessa siirrettäviä puhaltimia käyttäen) lastauksessa syntyvä pöly ja pakokaasut.
- b. Pääkuljetusperä (kuva 6), $6,0 \times 6,0$ m, jonka suunta määrätään tutkimusperästä edellämaintittujen timanttikairausreikien perusteella. Koska tämä perä pyritään louhimaan suorana nopean liikenteen takia, se ei kulje määrämätkan päässä jalka- tai kattokontaktista, vaan esiintymän pääsuunnassa, geologisista yksityiskohdista välittämättä.

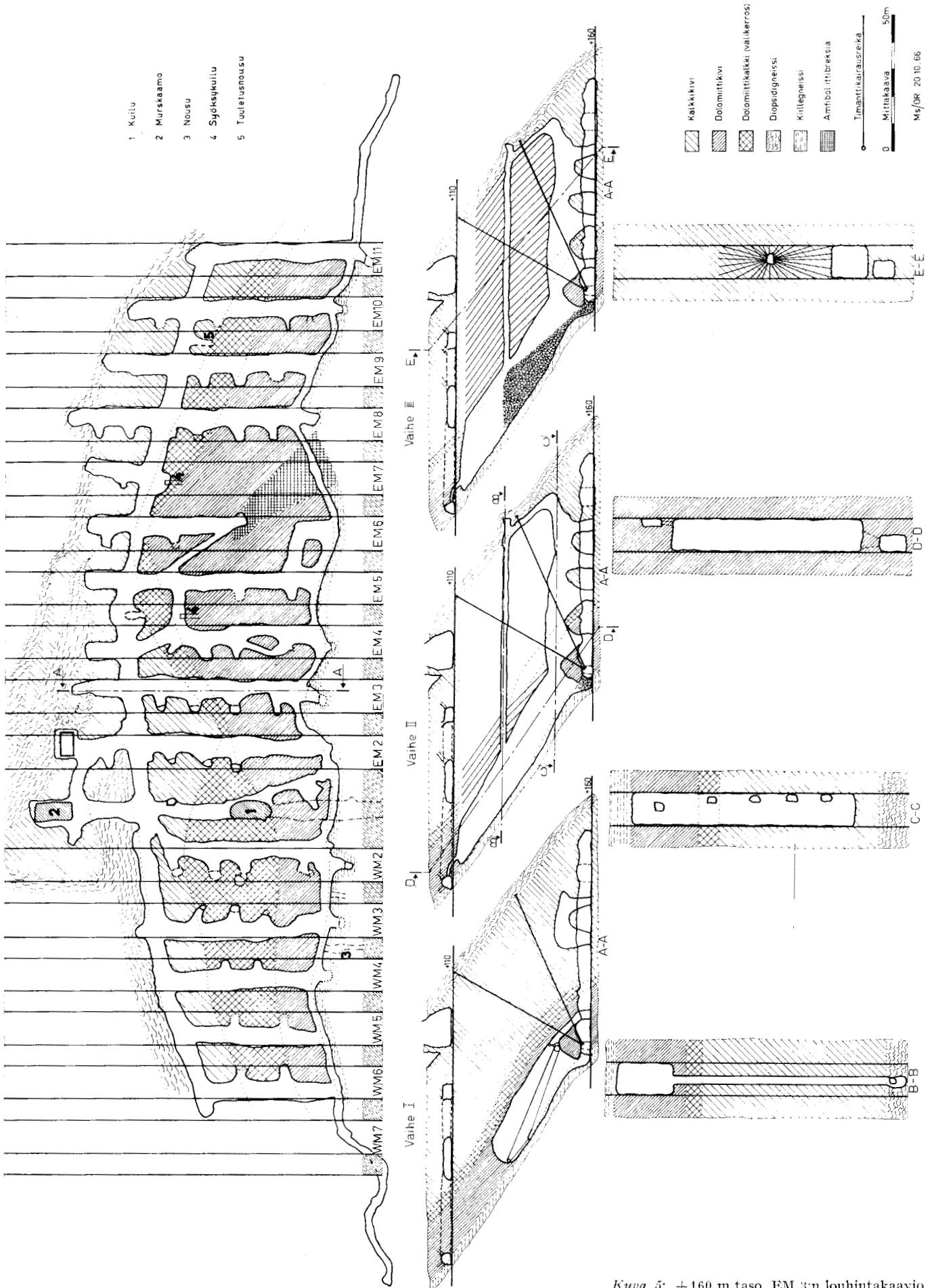
Esiintymän poikittäissuunnassa on joka makasiinin alla ns. alustaperä, $6,0 \times 6,0$ m, joka yhdistää tutkimus- ja pääkuljetusperät ja jatkuu pääkuljetusperän ohi aina kattokontaktiin saakka. Koska makasiinin leveys on 12 m ja pilarileveys 8 m, on alustaperien keskiviiväetäisyys 20 m. Alustaperä viettää noin 1:100 tutkimusperään päin, jotta vesi poistuisi kuljetusperästä lyhintä



	KALKKIKIVI		KVARTSIKALSIITTI
	DOLOMIITTIKIVI		DIOPSIDIGNEISSI
	DOLOMIITTIKALKKI (VÄLIKERROS)		KIILLEGNEISSI

100 m

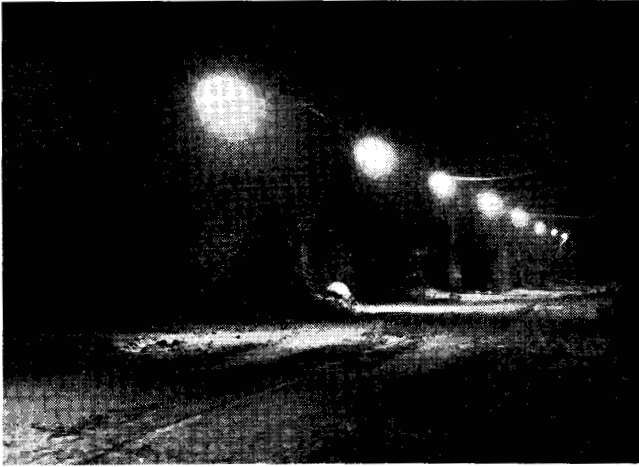
Kuva 4: Kuituleikkaus geologisine merkintöineen



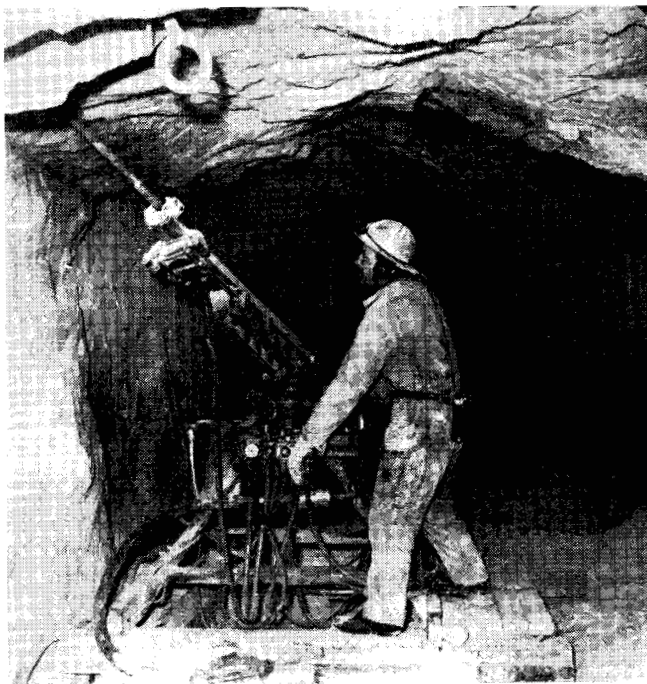
Kuva 5: +160 m taso, EM 3:n louhintakaavio

tietä tutkimuserään. Alustaperästä louhitaan makasiinin alle tarvittava suppilosysteemi. Suppiloiden poikkipinta-ala on n. 7 m² ja niiden kaulusten korkeus 2,5 m. Kaulusten yläreunasta lähtien ne avartuvat 45° kulmassa makasiinin puolelle. Suppiloiden keskiviiväetäisyys vaihtelee 11–15 m.

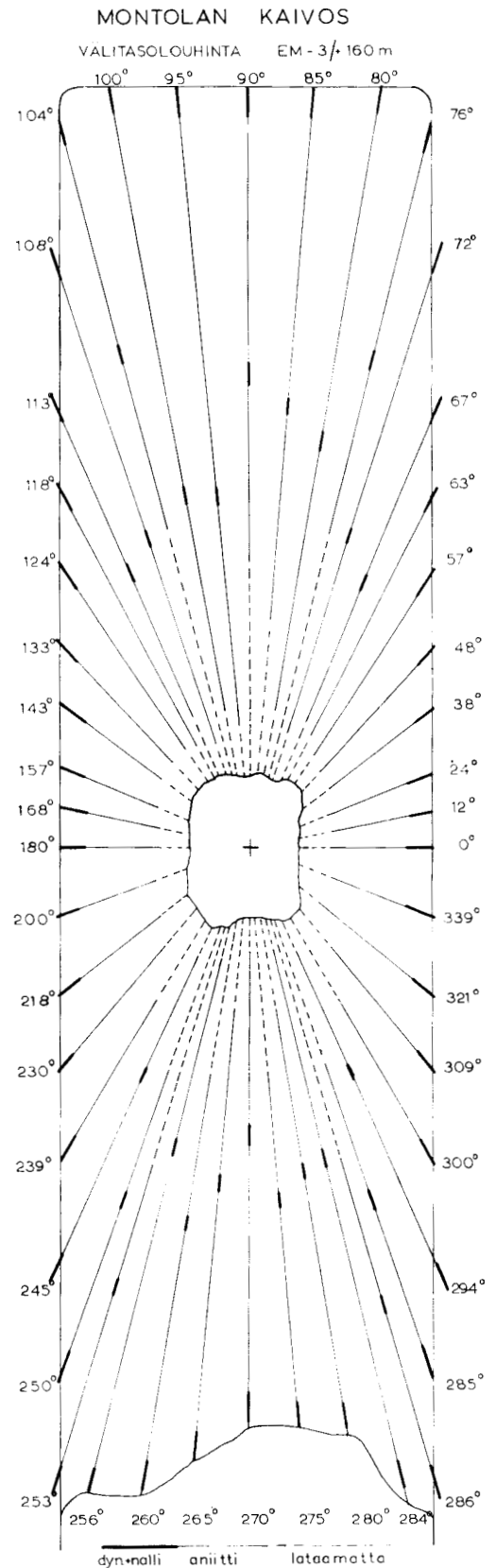
Tasojen + 110 m ja + 160 m välille on ajettu tuulestusta sekä henkilö- ja tavaraliikennettä varten kaksi nousua, yksi kummallekin puolelle kuilua, sekä kiven kaatoa varten kaksi syöksykuilua, toinen dolomiitille ja toinen kalkkikivelle.



Kuva 6: +160 m tason pääkuljetusperä. Alustaperien päät näkyvissä vasemmalla.



Kuva 7: Poraus kone S 125, Syöttökellikka TS 84 + 2000 ja poraus teline välitasoperässä.



	Alaviuhka (45°)	Yläviuhka (35°)
Reikiä (200°-339°)	21 kpl	(0°-180°) 25 kpl
Porametria	273 m	307 m
Etu	2,2 "	1,7 "
Dynamiittia	39 kg.	43 kg
Aniittia	247 "	321 "
Lh-nallia	34 kpl	36 kpl
Kiveä	1500 ton	1500 ton

Kuva 8: Poraus- ja latauskaavio välitasolouhinnassa

0 10 m

Louhinta

Jokaisen makasiinin kohdalla määrätään menetelmä etukäteen timanttikairausten perusteella:

a. Jos välikerrosta laadullisista syistä ei kannata louhia, louhitaan dolomiitti ja kalkkikivi erikseen makasiinilouhintana, jolloin täydellinen selektiivisyys saavutetaan, kun välikerros jätetään poikki pilariksi. Loivan kaateen (35°) johdosta on makasiineissa käytettävä raappausta apuna.

b. Mikäli välikerros kannattaa (laadun takia) louhia, valitaan yhdistetty makasiini-välitaso-menetelmä seuraavalla tavalla (kuva 5):

Ensimmäin louhitaan dolomiittikerros tyhjäksi makasiinilouhinnalla raappausta apuna käyttäen (vaihe I). Samanaikaisesti suoritetaan välitasomenetelmän valmistavat työt, nimittäin avataan makasiinin pohja väli- ja kalkkikivikerrosten alla yhdistämällä täällä olevat suppilot, ajetaan nousu kattokontaktia pitkin ja ajetaan varsinainen välitasoperä keskelle makasiinia raappatyhjennystä käyttäen (vaihe II). — Näin ollen poikkeaa Montolan välitasolouhinta normaalista menetelmästä sikäli, ettei makasiinin tyhjennystä aloiteta katto-, vaan jalkapuolelta ja että välitasoperään johtava nousu kulkee kattoa, eikä jalkaa pitkin.

Välitasoperästä porataan reikäviuhkoja sekä ylöspäin, jolloin yläviuhkat porataan kaateen suunnassa eli 35° ylöspäin, kun taas alaviuhkat porataan 45° »taaksepäin»-alaspäin, jotta myöhemmin tapahtuvan ammunnan yhteydessä ei syntyisi liian terävää ja heikkoa »kynnystä».

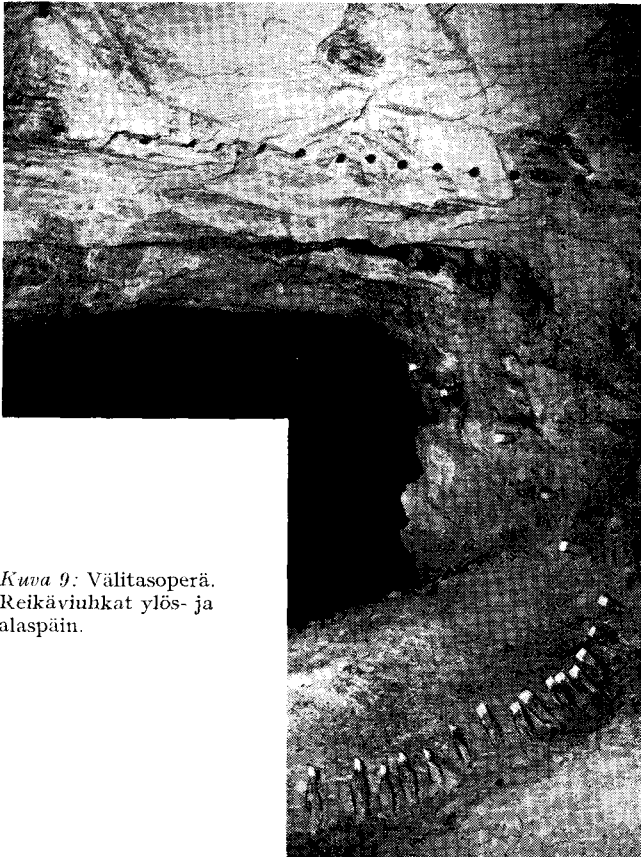
Kun välitasolouhinnan valmistavat työt on suoritettu ja dolomiittikerros samanaikaisesti louhittu ja lastattu selektiivisesti, ryhdytään välikerroksen ampumiseen (vaihe III). Ensimmäiset viuhkat ammu-

taan tyhjennettyyn dolomiittimakasiiniin, jonka pohjan kaltevuus (= jalkakontakti) on 35° . Tällöin välikerrostavara ei vyöry alas tätä pohjaa pitkin, vaan kasvattaa sen päälle louhepatjan, kunnes tämä saavuttaa luonnollisen vyöryntäkulman eli noin 50° . Tällä tavalla jätetään tahallisesti osa halvinta välikerrosta makasiiniin, jotta tätä patjaa vastaan ampuen saataisiin valtaosa välikerrosta ja myöhemmin koko kalkkikivikerros louhittua ilman raappausta. Laskelmien mukaan jää patjaa makasiinia kohden noin 8 paino-% kivistä.

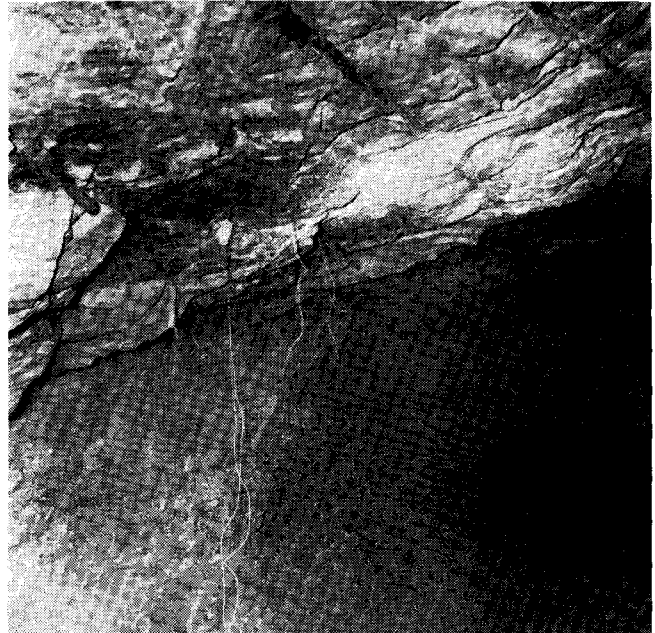
Ennenkuin kalkkikivikerrosta ryhdytään ampumaan, lastataan välikerros louhe selektiivisesti tyhjentämällä koko makasiini.

Poraus ja ammunta

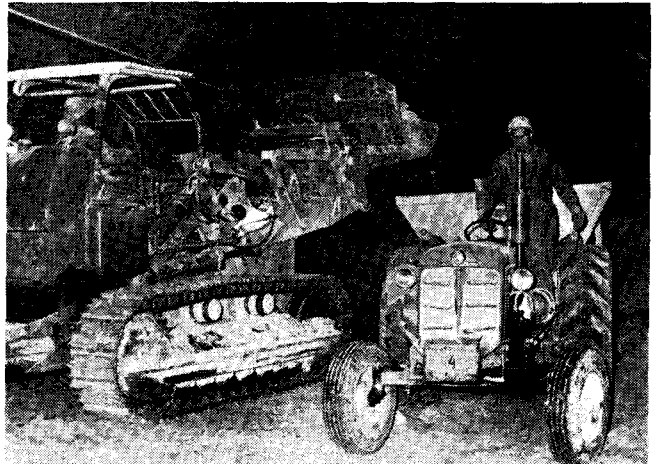
Kaivoksen paineilma-keskus sijaitsee + 110 m tasolla, jonne ilmalla on vapaa pääsy vinokuilun ja vanhojen tyhjennettyjen makasiinien kautta. Kompessoreita on kolme, nimittäin kaksi Atlas Copco AR-3 ja yksi Atlas Copco DR-4, joista viimeksi mainittu on automatiikalla va-



Kuva 9: Välitasoperä. Reikäviuhkat ylös- ja alaspäin.



Kuva 10: Katto yläviuhkan ammunnan jälkeen.



Kuva 11: Lastanskone Caterpillar 977 ja Shawnee-Poole traktori-vetoinen keikkavaunu lastauspaikalla.

rustettu ja käynnistyy vain tarvittaessa. Näitten jäähdystysvesi otetaan suoraan kallionseinästä vanhaan timanttikairausreikään yhdistetyn vesijohdon kautta.

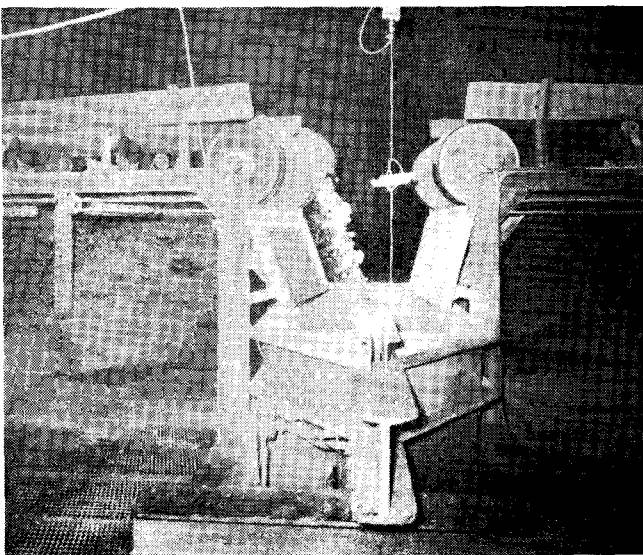
Peränajo- ja louhintaporauskalustona käytetään Atlas Copco RH-65 ja Tampella S-90 porakoneita, mutta välitasoporaus suoritetaan Tampella S-125 porakoneella, joka on varustettu TS 84×2000 tankosyöttölaitteella ja erikoistelineellä (kuva 7). Kaikki poraus suoritetaan ainoastaan ilmahuuhtelua käyttäen, koska kivi pyritään saamaan mahdollisimman kuivana lajittelulaitokselle saakka.

Välitasolouhinnan poraus- ja latauskaavio on esitetty kuvassa 8. Viuhkojen etäisyys toisistaan, ts. etu on 1,7–2,2 m (kuvat 9 ja 10). Räjähdysaineena käytetään dynamiittia ja aniittia ja sytytys tapahtuu ICI-intervallinallien avulla. Taulukossa on esitetty erinäisiä tilastovertailuja eri louhintamenetelmien välillä, ottaen huomioon itse makasiinissa tapahtuvat työt paitsi dolomiittikerroksen makasiinilouhintaa, joka on sama kaikissa tapauksissa:

	Makasiinilouhintahinta	Välitasolouhintahinta		
		Valmistavat työt	Varsin. louhintahinta	Yht.
34 mm Ø porareikää, m/t	0,51	0,92	—	} 0,42
57 » » » » »	—	—	0,22	
34 » » porausteho, m/8h	75,4	76,8	—	} 78,5
57 » » » » »	—	—	82,5	
Räjähdysainetta, yht. g/t	260	—	—	297
Louhintateho, t/miesvuoro	67	—	—	96
Louhintakustannus, suhteellinen	100	—	—	80—85

Lastaus ja kuljetus

Louhinnan lastauskalustona on kaksi Caterpillar 977 telaketju-etukuormaajaa (kuva 11) varustettuina Libukauhalla, jolla voidaan tyhjentää kolmeen suuntaan. Näitten lastausteho on 700–800 t/vuoro, joten yksi kone kerrallaan vastaa koko tuotannosta. Kummallekin louhintatasolle (+110 ja +160 m) on sijoitettu yksi kone ja ne toimivat toistensa varakoneina niin, että



Kuva 12: Täyttöasema + 200 m tasolla. Keskellä mittataskun ja sen yläpuolella syöttöhihnat. Kolmas hilina puuttuu kuvasta.

+110 m tasolla lastattu kivi kaadetaan syöksykulkuun, josta se +160 m tasolla voidaan lastata kuljetusvaunuun paineilmaohjatusista rännistä.

Tutkimusperän ajossa käytetään varsinaisena lastauskoneena Atlas Copco T2G, joka siirtää kiven lähimpänä olevaan alustaperään, mistä Caterpillar 977 lastaa kiven uudelleen.

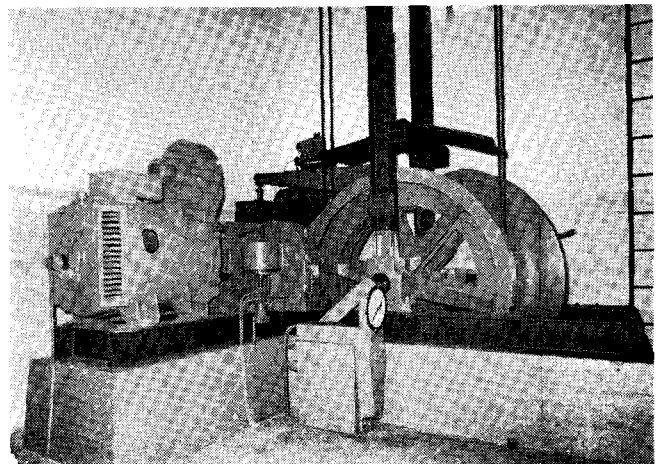
Kuljetuskalustona on neljä Shawnee-Poole keikka-vaunua, joista kaksi +160 m tasolla ja kaksi +110 m tasolla. Kahden Shawnee-Poolen kuljetusteho vastaa lastauskoneen tehoa myös pisimmällä nykyisellä kuljetusmatkalla, 500 m.

Maanalainen karkeamurskaamo

Esiintymän keskellä, vastapäätä kuilua on karkeamurskaamo (ks. kuvia 4 ja 5). Suppilosta kivi syötetään syöttövaunun avulla Karhula AR 120 lohkeamurskaimen. Tämän alla on kolme välisiiloa à 500 t, joista yksi on hylkykiveä varten ja kahta muuta käytetään louhinnan selektiivisyyden mukaan kalkkikiveä, dolomiittia tai välikerroskiveä varten. Aivan murskaimen alla on paineilmaohjattu luukku, jolla murskaamon hoitaja voi ohjata jopa yksittäisetkin hylkykivilohkareet hylkysii- loon. Jokaisen siilon alla on +200 m tasolla hihnakuljetin, jolla kivi siirretään mittataskuun nostoa varten.

Nosto

Uutta tasoa suunniteltaessa osoittautui välttämättömäksi uusien nostokone. Eri vaihtoehtoja vertailemalla päädyttiin lopputulokseen, jonka perusteella vanhaa vinokuilua (6,0 × 4,0 m, 35°) syvennettiin tarvittavaan syvyyteen, +220 m. Nostoon valittiin Sala Maskinfabriks Ab:n suunnittelema Koepe-nostosysteemi, jossa kivennostoa varten on kaksi 4,5 t kivivaunua, jotka toimivat toistensa vastapainoina. Henkilö- ja tavarakuljetusta varten on kummallakin kivivaunulla oma »perävaununs» (15 henkilöä, 4,5 t tavaraa). Nämä vaunuyhdistelmät liikkuvat omilla raiteillaan sivuutus- kohdan ohi alas aina +140 m korkeudelle saakka, missä raiteet erikoisvaihteen avulla yhtyvät yhdeksi raiteeksi. Kivivaunut täytetään mittataskusta +200 m tasolla (kuva 12) ja +2 m tasolla tapahtuu pohjasta tyhjennys lajittelulaitoksen kivisiilon. Henkilö- ja tavarakuljetus voidaan painonapein ohjata kuudelle eri tasokorkeudelle.



Kuva 13: Montolan nostokone. Köysi kiertää vetorumpua kaksi puolikerrosta aputaitopyörän (ei näkyvässä) avulla.

Nostokone (kuva 13) toimii Koepe-periaatteen mukaan, kuitenkin niin, että vinokuilusta johtuen köysi kiertää vetorumpua kaksi puolikerrosta, mikä aikaansaadaan vetorummun yläpuolella sijaitsevan ylimääräisen aputaittopyörän avulla. Tämän järjestelmän ylimääräisenä etuna on, että koska ko. aputaittopyörä on siirrettävissä pystysuunnassa, voidaan sitä alaspäin siirtämällä vuositarkastuksen yhteydessä käyttöä lyhentää näytepätkän ottoa varten.

Sähköjärjestelmänä on Ward-Leonard systeemi, johon kuuluu 150 kW vaihtovirtamoottori, 132 kW tasavirta-generaattori ja 120 kW tasavirtamoottori. Nostonopeus on 3,0 m/sek., köyden läpimitta on 28 mm ja kausoina käytetään Reliance 1 1/8" Dry Fixing Block'ia. Nostokone on automaattinen, mutta +200 m täyttötason hoitaja valvoo kivennostoa ja antaa vaunuille lähtöimpulssin. Häätäjarrun laukaisua varten on kumpaankin vaunuyhdistelmään asennettu lyhytaaltoradiolähetin, joka köysikuorman äkkiä muuttuessa lähettää laukaisuimpulssin kuiluun sijoitetun antennin kautta nostohuoneessa olevaan radiovastaanottimeen, joka laukaisee hätäjarrun.

Nostokone on mitoitettu niin, että sitä voidaan käyttää myös louhinnan myöhemmin siirrettyä 50–60 m syvemmälle tasolle. Tällöin on sivuutuskohta siirrettävä noin 50 m alaspäin ja nostonopeutta lisättävä noin 20 %, jotta nostoteho pysyisi ennallaan.

Yleistietoja kaivoksesta

Tuuletus kaivoksessa perustuu osaksi luonnolliseen vetoon, osaksi puhaltimien käyttöön. Raitisilma pyritään saamaan +110 m tasolta louhinta-alueen päissä olevien nousujen kautta alas +160 m tasolle, mistä tuuletusilma poistuu tutkimusperän ja kuilun kautta. Tämän ilmankierron edistämiseksi on käytössä yksi kiinteä Aerofoil 60.000 m³/h puhallin sekä erilaisia siirrettäviä 3.600–7.600 m³/h puhaltimia.

Vedenpoisto hoidetaan erillisten, kuilun välittömässä yhteydessä olevien pumppausasemien avulla joka tasolla. Vuoden keskimääräinen vedennosto on 530 l/min. — Sähkön kulutus on maan alla yht. 4,9 kWh/t.

Tilivuoden 1965 aikana nostettiin kaivoksesta 198.260 t, jolloin teho maan alla oli 20,45 t/miesvuoro. Kaivosostaston henkilökunta on:

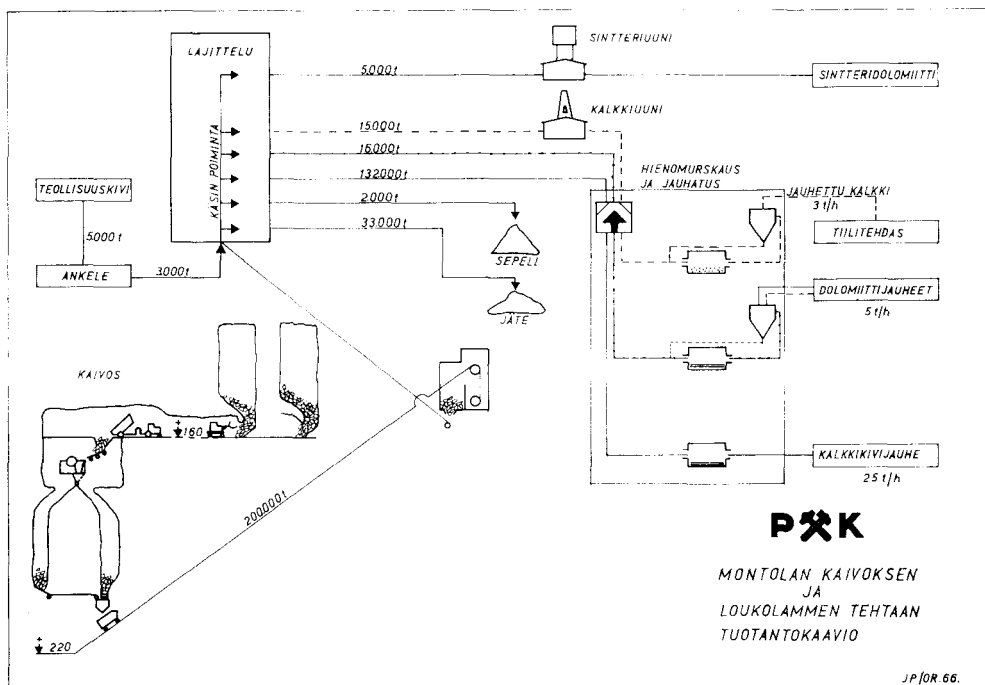
- 1 kaivospäällikkö-geologi
- 1 kaivosvouti
- 1 kaivostyönjohtaja (+160 m tasolla)
- 1 etumies (+110 m tasolla)
- 1 työnjohtaja (lajittelulaitos & Ankele)
- 37 kaivosmiestä maan alla
- 12 miestä ja naista lajittelulaitoksessa

Maanpäällinen lajittelulaitos

Lajittelulaitoksessa (kuva 1) käsitellään kahta eri kivilaatuja:

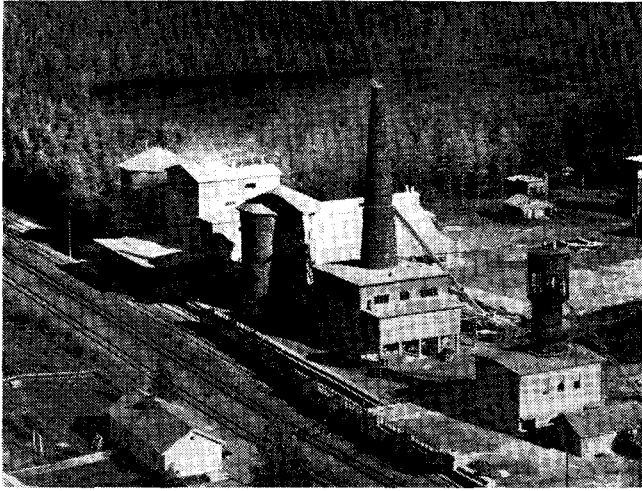
- a. Montolan kaivoksesta tullut 230–0 mm kivi, joka kivennostovaunuista kaadetaan 200 t kivisiiloon.
- b. 15 km:n päässä sijaitsevasta Ankeleen (ks. kuva 2) avolouhoksesta tullut 200–0 mm kivi, mikä on laatusa tai kokonsa puolesta kelpaamaton kappalekivenä sulfiittiselluloosa- ym. teollisuudelle toimittavaksi. Tämä kivi tuodaan kuorma-autoilla erilliseen syöttösuppiloon.

Montolan ja Ankeleen kivet yhdistetään lajittelulaitoksessa, missä ne seulotaan kolmeen eri fraktioon, 230–100 mm, 100–50 mm ja alle 50 mm. Kaksi ensin mainittua fraktiota lajitellaan käsin hihnakuuljettimilla, kun taas 50–0 mm fraktio sellaisenaan käytetään maanparannusaineen raaka aineeksi. Kuvasta 14 ilmenevät lajiteltavat laadut ja niiden keskinäiset suhteet. Kaikki lajiteltu kivi kuljetetaan lajittelulaitoksesta edelleen ulkopuolisen urakoitsijan kuorma-autokalustolla.

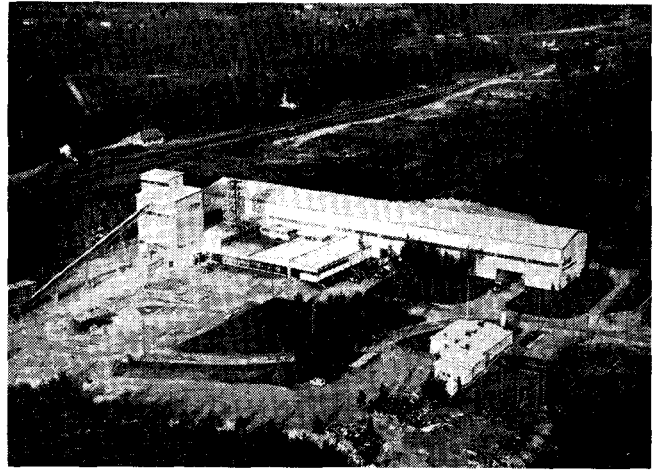


Kuva 14: Kaivoksen ja tehtaan tuotantokaavio

JP/OR.66.



Kuva 15: Loukolammen tehdas. Oikealta laskien; sintteriuuni, kalkkiuuni, poltetun kalkin siilo, myllyosasto ja jauhetun kalkin siilo. Etualalla Savon rata.



Kuva 16: Naarajärven kalkkitiilitehdas rakennettiin vuonna 1960 hiekkasiepmän yhteyteen Naarajärvelle, 5 km Pieksämäeltä länteen. Vuonna 1965 tehdasta laajennettiin ja sen nykyinen vuosituotanto on n. 25 milj. kalkkitiiltä.

Kaivostuotteiden jalostuslaitokset

Lajiteltu kivi siirretään 6 km:n päässä sijaitsevalle Loukolammen tehtaalle (kuva 15), missä osa poltetaan, osa jauhetaan. Kuvasta 14 ilmenee Loukolammen tehtaan tuotevalikoima, mikä oman myyntiosaston toimesta markkinoidaan seuraaviin tarkoituksiin:

Poltettu kalkki:

— Yhtiön omalle Naarajärven kalkkitiilitehtaalle raaka-aineeksi (kuva 16).

Poltettu dolomiitti:

— »Sintteridolomiittina» teräsuunien vuorausaineeksi.

Kalkkikivijauhe:

— Maanparannusaineeksi.

Dolomiittikalkki:

— Maanparannusaineeksi.

Dolomiittijauhe:

— Lasi-, väriaine- ym. tehtaitten raaka-aineeksi.

SUMMARY

Montola dolomite & limestone mine is located 18 km south of Pieksämäki in Central Finland. The mine has been working since 1904, but its real development began in 1925 under the present owner Pargas Kalkbergs Aktiebolag. The mine is operated mainly on the +160 m level and the production in 1965 was about 200,000 tons. The mined stone is processed in own plants into various burnt and ground products and into limesand-bricks.

The deposit consists of three fundamental parts, dolomite, dolomitelimestone and limestone, stratified in micagneiss. Its total length is about 1500 m of which up to now 400 m is mined. The width varies from 30 to 100 m and the entire deposit dips 35°NE.

The mining method is based on selective mining of the three components. Accordingly the dolomite is mined by shrinkage stoping and the other two components by a modified sub-level stoping. The stone is loaded with front-loaders and hauled with tractor-dumblers to an underground crushingstation. The hoisting is done with a special Koepe-hoist in an inclined shaft (35°).

Sorting of stone is done by handpicking from beltconveyors in a sortingplant above ground and the transportation to the processing plants with trucks.

Vuorimiesyhdistyksen julkaisemia kirjoja

Räjätysoppaan toinen tarkistettu ja täydennetty painos on ilmestynyt. Oppaassa ovat liitteenä sekä kaivosten turvallisuusmääräysten räjähdysaineita ja niiden käyttöä koskeva luku että maanpäällisiä räjäytystöitä koskevat uudet järjestysohjeet. Oppaan kuva-aineisto on myös uusittu miltei kokonaan. Ammoniumnitraattia sekä ANO:a koskevat osat on saatettu ajan tasalle. Aiheuuuiksista mainittakoon vielä pitkäreikäkänousut, sileäksiammunta ja esirakoammunta. Opas on sidottuna pehmeisiin kluuttikangaskansiin, ja sen hinta on liikevaihtoveroineen 4,— mk. Opasta saa kirjakaupoista, tai Outokumpu Oy:n Helsingin konttorista ins. Maijalalta.

Toinen julkaisu, *Kaivossanasto*, joka käsittää yleiset kaivostermimme suomen-, ruotsin- ja englanninkielisinä, hakusanojen ollessa kaikilla näillä kolmella kielellä. Sanastoon liittyy selitysoasa, jossa sanoin ja kuvin määritellään suuri joukko sanastoon liittyvistä kaivostermistä. Julkaisu on kooltaan A5 eli sama kuin Kaivosmiehen käsikirja. Se on sidottu koviin kluuttikangaskansiin.

Jussarön malmikenttä — Jussarö malmfält

Jussarön malmiesiintymä

Prof. Aimo Mikkola, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

Jussarön malmiesiintymää on kuvattu yksityiskohtaisesti tässä lehdessä muutama vuosi sitten (Vuoriteollisuus-Bergshanteringens no 2, 1962). Silloiset artikkelit liittyvät kuitenkin pääasiassa varsinaiseen kaivokseen ja sen perustamista edeltäneeseen toimintaan. Tämän jälkeen on alueella suoritettu tutkimuksia, jotka eräissä suhteissa ovat huomattavasti laajempia kuin aikaisemmat. Koska nämä tutkimukset ovat hyvinkin ajankohtaisia meri-alueitten malminetsinnän kannalta, on Oy Vuoksenniska Ab katsonut aiheelliseksi saattaa tämän hetken käsityksensä tutkimusten tuloksista julkisuuteen.

Geologiset puitteet

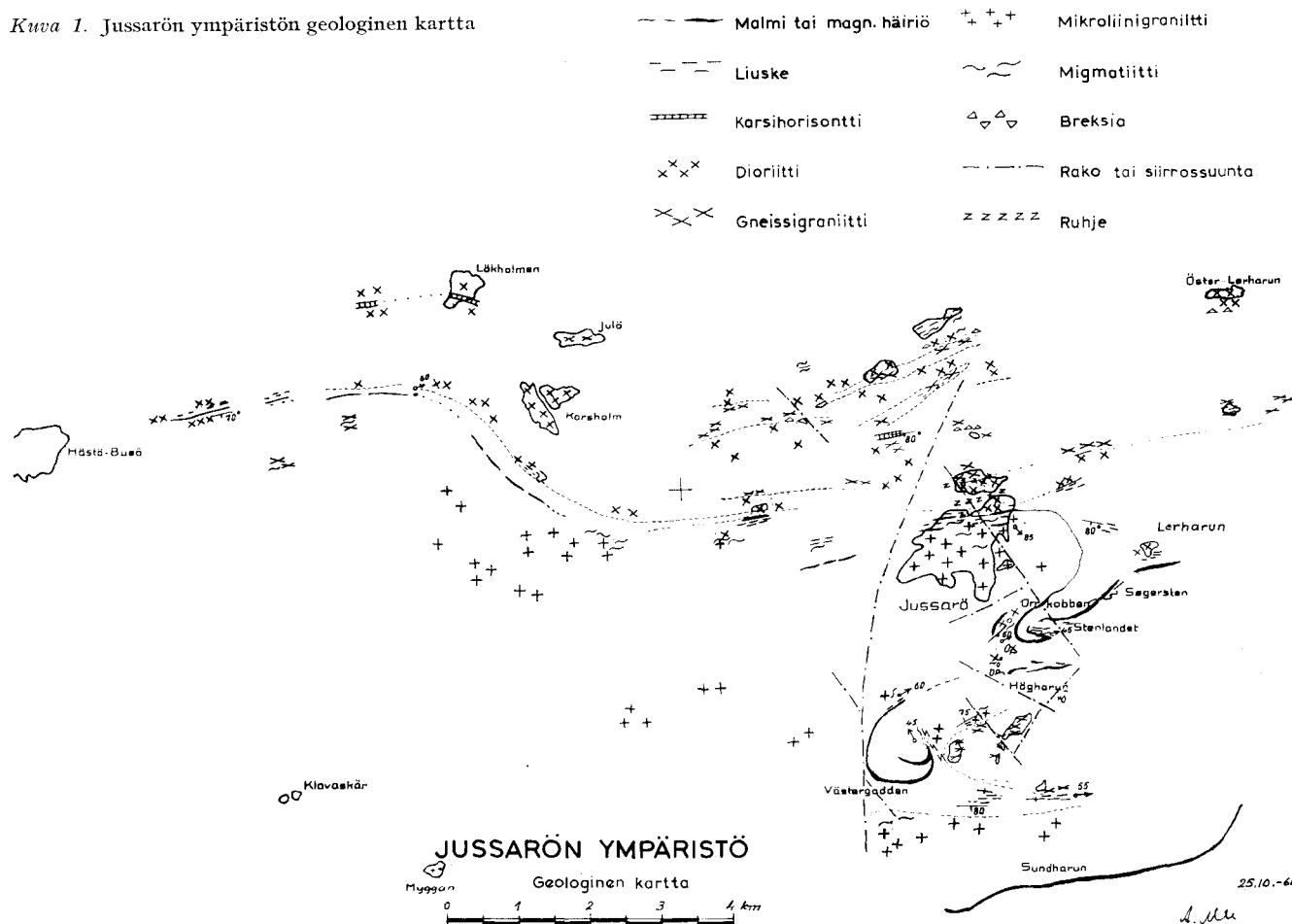
Geologisen tutkimuslaitoksen suorittama Suomenlahden rannikkoalueen uudelleenkarttoitus ei ole vielä edennyt

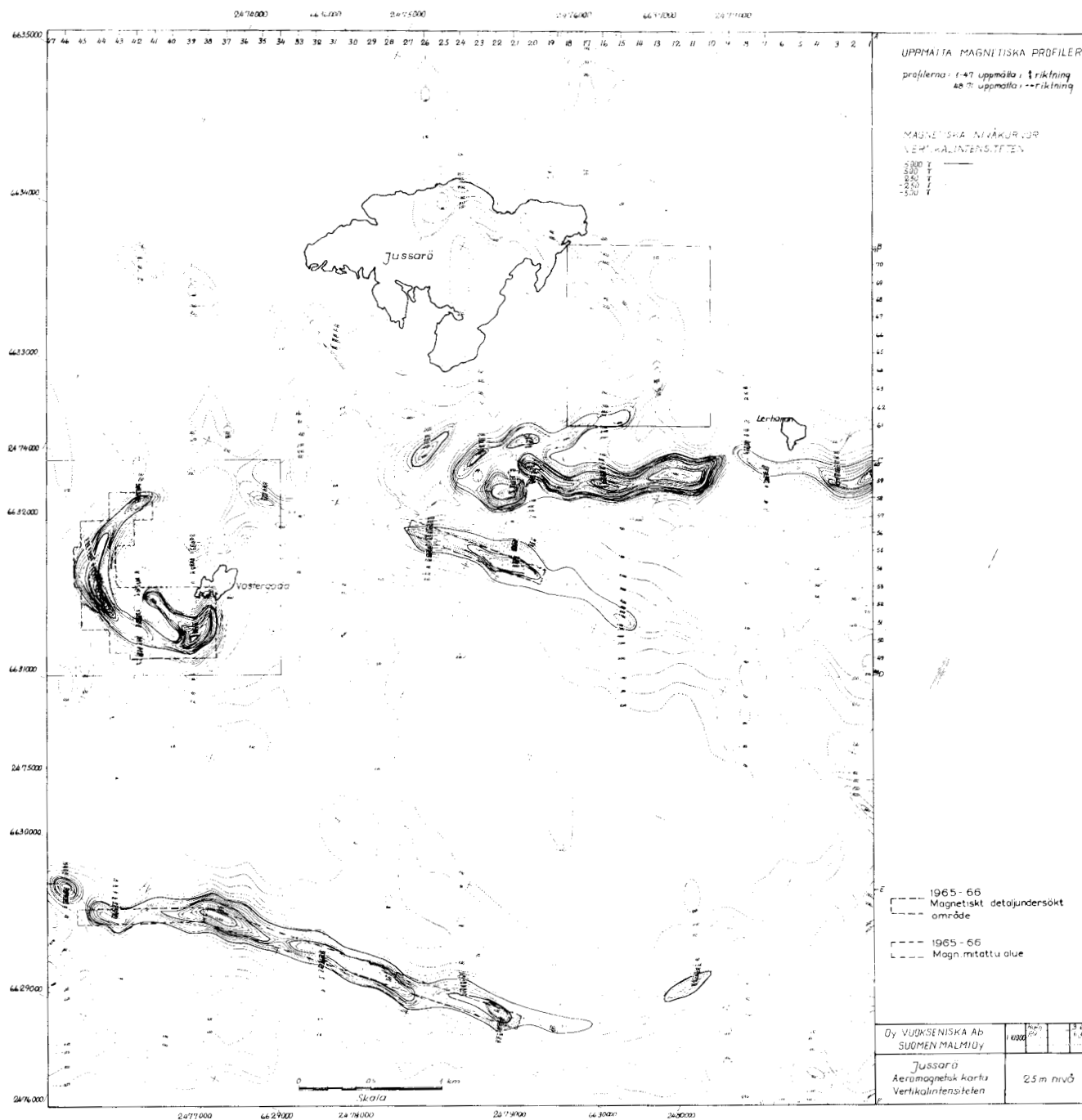
Jussarön lähiympäristöön. Tästä johtuen on Oy Vuoksenniska Ab suorittanut malmitutkimuksiin liittyen Jussarön lähiympäristön kallioperäkartoitusta. Työtä on tehty erikoisesti kesinä 1963, 1964 ja 1965. Yhteenvedo näistä kartoituksista on esitetty kuvassa 1.

Kivilajit

Malmiesiintymän kannalta ovat *liuskeet* kaikkein tärkeimmät alueen kivilajeista. Alueellisesti ne kuitenkin ovat vähäisin ryhmä esiintyen kapeina jaksoina tai fragmentteina gneissien, dioriittien tai graniittien joukossa. Liuskeiden alkuperä on useimmiten vaikeasti todettavissa, sillä ne ovat voimakkaasti metamorfoituneet ja muuttuneet poimutuksen, liikuntojen ja myöhäisempien intrusioiden vaikutuksesta. Koska kuitenkin malmiesiin-

Kuva 1. Jussarön ympäristön geologinen kartta



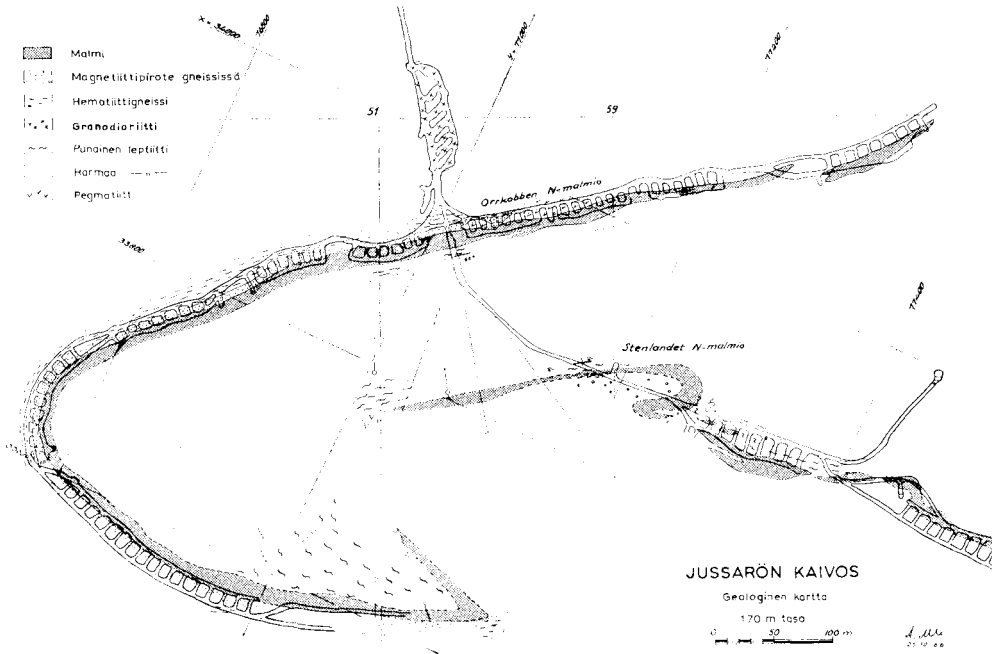


Kuva 2. Aeromagneettinen vertikaali-intensiteettikartta, taso 25 m.

tymän kannalta liuskeiden alkuperällä on tärkeä merkitys, on niihin kiinnitetty enemmän huomiota kuin niiden runsaus edellyttäisi. Varsinaisen Jussarön W-puolella, jossa geologinen rakenne on suoraviivaisempi kuin malmialueella, voidaan erottaa kaksi lähes E- W suuntaista jaksoa. Pohjoisemmassa on selvästi karbonaattinen leima. Siihen liittyy SiO_2 - ja Al-rikkaita horisontteja. Tämä edustanee selvimmin normaaleja sedimenttisyntyisiä liuskeita. Sensijaan n. 1—1,5 km edellisen S-puolella olevaa jaksoa, jossa varsinainen Jussarön malmiesiintymä sijaitsee, leimaa SiO_2 -runsaus. Siinä tavataan kuitenkin selviä tuffiittejakin, kuten Stora Jussarön NW-kärjessä. Tässä jaksossa saattaa olla myöskin Al-rikkaita horisontteja, kuten St. Jussarön E-puolella olevat granaattirikkaat ja stratigraafisesti malmin alapuolella olevat

sillimaniittirikkaat liuskeet sekä itse malmihorisontin granaattirunsaus osoittavat. Sensijaan karbonaattikiviä ei jaksossa tavata, ja niiden johdannaisetkin ovat hyvin kysymyksenalaisia. Tämän jakson kiviä on kaivoskartoituksessa ja malmitutkimuksissa nimitetty yhteisesti leptiiteiksi.

Liuskejaksojen välissä ja niiden N-puolella on laajalle levinnyt intrusiivikivien ryhmä, jossa on varsinaisesti kaksi jäsentä. Lähinnä *dioriitti*-koostumuksinen plagioklaasi-sarvivälke kivi on keskirakeista ja jokseenkin homogeenista. Biotiittia on vaihtelevin määrin. *Gneissigraniitti* (koostumukseltaan granodioriitti) on puolestaan kvartsi-plagioklaasi-biotiittikivi, jossa pilsteisyys on selvästi näkyvässä. Maasälvällä on taipumus esiintyä porfyirisinä rakeina. Nämä kivilajit esiintyvät liuskeiden



Kuva 3. Stenlandet-Orrkobben, 170 m:n taso

kulkua myötäilevinä jaksoina, »kerroksina», niiden välisen kontaktin ollessa yleensä selvästi havaittavissa. Gneissi-graniitti on varsin homogeeninen, kun sensijaan dioriitissa on usein breksiamaisia fragmentteja, jotka ovat joko liuskeita tai emäksisiä syväkiviä, koostumukseltaan *peridotiittiä* ja *gabroa*. Viimeksimainitut saattavat esiintyä myöskin dioriittiin liittyvinä osueina kuten Lilla Jussarön S-rannalla. Tällaiset fragmenttivyöhykkeet saattavat jatkua saarelta toiselle kulun suunnassa. Itse dioriittikin on paikoin breksioitunut, mikä ilmenee kvartsi-maasälpä-juoniverkostona ja sitä lävistävien diabaasien fragmentoitumisena.

Selvästi edellisistä sekä koostumukseltaan että esiintymistavaltaan poikkeava kivilaji on *mikrokliinigraniitti*. Jussarön alueen mikrokliinigraniitti edustaa Hangon graniitin itäisintä osaa. Se on Jussarössä karkea ja por-

fyyrinen, mutta muuttuu W-päin tasarakeiseksi. Mikrokliinigraniitti migmatitisoi edellään mainittuja kivilajeja, ja siihen liittyy runsaasti yksinkertaisia kvartsi-maasälpä-biotiitti pegmatiitteja, mm. malmihorisontissa.

Alueen juonikivilajeilla ei ole malmiesiintymän kannalta merkitystä, joten ne voidaan sivuuttaa maininnalla.

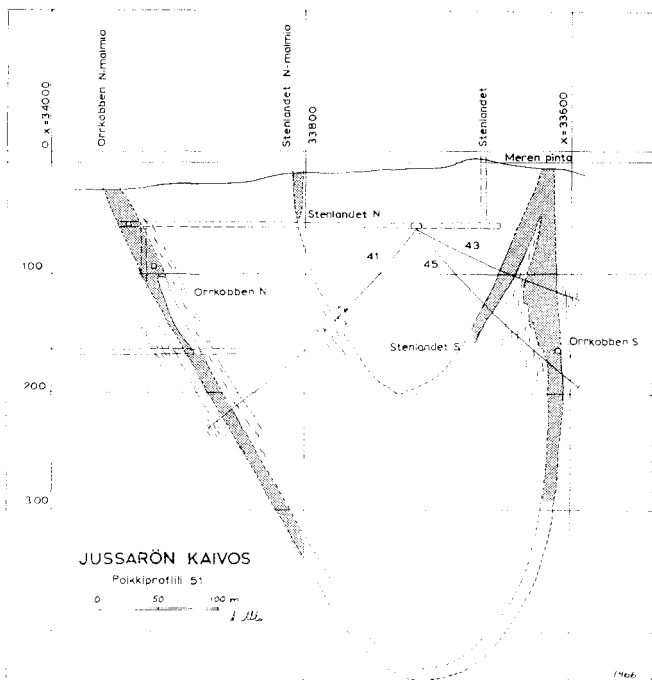
Rakenne

Jussarön alueen rakennetutkimusta vaikeuttaa paljastumien vähäisyys. Vaikkakin kallioluodot ovat puhtaita paljastumia ja geologiset piirteet niissä selvästi havaittavissa, niin kokonaispinta-alasta ne käsittävät vain murtoosan. Toiseksi rakennetutkimusta vaikeuttaa liuskeiden, lähinnä sedimenttisten, häviäminen. Ainoan johtohorisontin muodostaa malmihorisontti, joka on seurattavissa magneettisesti myöskin vesialueilla.

Tammisaaren saaristoa käsittelevässä tutkimuksessaan on Kranck (1933) erottanut kaksi eri orogeniavaihetta. Sensijaan Simosen (1964) mukaan koko svekofenniidisella alueella on kaksi poimutusvaihetta. Jussarön alueen havaintojen perusteella voidaan yhtyä Simosen esittämään ilmaisuun. Varhaisemmassa vaiheessa on poimuakselin kaade loiva n. 20–30° ja kulku lähes itä-läntinen. Myöhäisempi poimutus on ilmeisesti ollut paikallisempaa kuin edellinen. Sen akselikaade vaihtelee suuremmissa rajoissa, n. 50–90°, ja luonteeltaan se on edelliseen nähden poikkipoimutusta. Esim. Orrkobben-Stenlandet malmion länsipäässä on tällainen kaksoispoimutus ja todennäköisesti myöskin Västergaddenin malmiossa. (Kuvat 3 ja 4).

Rakoilu ja siirrokset ovat luonteenomaisia Jussarön ympäristölle. Ne näkyvät topografiassa (saarien ja luotojen muoto ja sijainti, syvänteet ja väylät merikortilla), paljastumissa syvälle rapautuneina urina ja juovina, sekä aeromagneettisella kartalla häiriöjakson jyrkinä polvina. Raot ja siirrokset ovat seurauksia suurista lohko-liikunnoista, jotka ovat tapahtuneet samoja uria pitkin läpi geologisen historian. Tätä osoittavat mm. erivaiheiset raontäyttyt.

Rakoilumekanismin selvittelyä vaikeuttaa eri aikaisien systeemien päällekkäisyys. Yleistäen voidaan sanoa, että alueella on kolme eri päätyyppiä rakoja. Itä-läntiset



Kuva 4. Stenlandet-Orrkobben, poikkileikkaus no 51

hiertovyöhykkeet noudattavat yleensä kivilajien kulkua ja kaadetta. Ne esiintyvät jopa useamman metrin levyisinä syvälle rapautuneina ruhjeina. Liikunnan suuruutta ja suuntaa on vaikea määritellä. Venymän suunta ja uurteet haarniskapinnoilla ovat jyrkkäkaateisia.

Samaan ryhmään kuulunee N-S-rakoiluun, joka kuitenkin tulee topografiassa vain harvoin korostetusti esille. Sensijaan kaivoksesta tehty rakoanalyysi osoittaa selvän maksimin tässä suunnassa. Kaade on siellä n. 50—70° W.

Toiseen ryhmään kuuluvat raot NW — SE ja NE — SW-suunnissa. Näillä rakosuunnilla on topografiassa selvin vastineensa. Jälkimmäinen näkyy mm. mantereeseen pistävinä pitkinä lahtina ja niiden jatkeena olevina meren syvänteinä. Esim. Jussarön W-puolella on eräs tällainen rakovyöhyke (syvyys yli 40 m). Molemmat nämä rakoiluun suuntautuvat ovat jyrkkäkaateisia. Niitä pitkin tapahtuneitten siirrosten suuruudesta ei ole yksityiskohtaista tutkimusta.

Kolmanteen ryhmään kuuluvat loivakaateiset raot. Topografiassa ne näkyvät rantakallioiden penkereinä ja kaivoksessa märkinä lustina ja avoimina rakoina, joissa ei juuri tapaa täytettä. Nämä edustanevat viimeisimpiä liikuntoja. Tämän ryhmän rakojen intensiteetti ja frekvenssi todennäköisesti pienenevät syvyysuunnassa.

Malmiot ja magneettiset häiriöt

Jussarön esiintymä koostuu useasta erillään olevasta malmiosta ja magneettisesta häiriöstä, joiden keskinäisiä suhteita on yritetty selvittää sekä geologisin että geofysikaalisin keinoin. Nämä häiriöt muodostavat kolme toisistaan erillään olevaa jaksoa (kuvat 1 ja 2). Parhaiten tunnettu on *Orrkobben-Stenlandet*-vyöhyke n. 600 m Stora Jussarön saaren S-puolella. Samaan stratigraafiseen horisonttiin kuuluvat vielä Stenlandetin malmion jatkeena *Segebersten* ja *Lerharun*.

Orrkobben malmion W-päästä n. 2,0 km SW sijaitsee *Västergadden*-malmio, joka muodostaa NE-suuntaan aukeavan kaaren. Tämän häiriöjakson pituus on n. 2 km.

Kauimpana avomerellä, n. 4,5 km Jussaröstä S, sijaitsee *Sundharun*-malmio, joka muodostaa suoraviivaisen E-päässään NE-suuntaan kaartuvan häiriöjakson.

Orrkobben-Stenlandet jakso

Kaikista Jussarön alueen malmioista on Orrkobben-Stenlandet parhaiten tunnettu. Samaan horisonttiin kuuluvat nekin Stora Jussaröllä olevat pienet puhkeamat, joissa kaivostoimintaa harjoitettiin jo 1800-luvulla. Koska Orrkobben-Stenlandet-jakson rakenne saattaa auttaa vähemmän tunnettujen malmioitten rakenteen tulkinnaassa, on syytä selvittää se yksityiskohtaisesti. Horisonttia, jossa ko. malmiot sijaitsevat voidaan seurata Jussaröstä n. 10 km W. Se on jokseenkin suoraviivainen lukuunottamatta Korsholm-saaren kohdalla olevaa kaartaa tai siirrosta. Sensijaan Jussarön E- ja S-puolella on tapahtunut hyvin voimakas poimuttuminen. Horisontti muodostaa loivan länteen aukeavan kaaren, jonka S-kyljellä on Orrkobben malmio. Rakenteellisesti ja stratigraafisesti tämä kaari on antikliini. Sitä vastaava stratigraafinen synkliini on terävä »ongenkokun» kärki Stenlandet-saaren S-puolella (kuva 1.). Synkliinin S-kyljellä, joka on pienoispoimuttunut ja katkeillut, sijaitsevat Stenlandet-, Segebersten-, ja Lerharun-malmiot sekä v:n mahdollinen jatke E-päin. Toisessa vaiheessa on synkliini kuitenkin poimuttunut jyrkemman akselin ympäri, kaade n. 45—50° E, jolloin alkuperäinen stratigraafinen synkliini on kääntynyt rakenteelliseksi antikliini-

niksi (kuva 4). On ilmeistä, että juuri tämä toinen vaihe on aiheuttanut edellämainitun fragmentoitumisen alkuperäisen poimun S-kyljellä.

Koko Jussarön esiintymän selvittelyn kannalta olisi tärkeää määritellä liuskeiden alkuperäinen stratigraafinen järjestys ja löytää johtohorisontti. Tähän tutkimukseen on ollut jossain määrin mahdollisuuksia avatuissa kaivostiloissa, vaikkakaan varmasti tunnettavaa johtohorisonttia ei ole voitu määrätä. Orrkobben-Stenlandetin kohdalla on saatu seuraava kerrosjärjestys: Alimpana on sarvivälke-plagioklaasi-gneissi (kenttäniemi harmaa lehtiitti), jossa on suuria koostumusvaihteluja aina amfiboliittista kvartsi-maasälpäliuskeeseen. Ylimpänä on selvästi Al-rikas horisontti, jota karakterisoi sillimaniitti. Tämän päällä on n. 10—15 m paksu hematiittigneissikerros, jonka Fe-pitoisuus (HCl liuk.) parhaimmillaan on n. 15 %. Parhaiten säilyneissä kohdissa kivi on hematiittiraidallista kvartsiittia, jossa tummat raidat sisältävät hematiittia, granaattia ja liukan kvartsia, vaaleat raidat kvartsia, ja poikkeuksellisesti pyrokseenia, kordieriittia ja serisiittia. Horisonttia ei kuitenkaan tavata Stenlandet-malmion S-puolella. -- Hematiittigneissi vaihtuu magnetiittigneissiksi, jonka paksuus on n. 5—15 m. Tämän päällä on varsinainen malmi, joka rajoittuu suhteellisen selvin kontaktein sivukiviänsä. Malmin päällä olevaa kiveä on kenttäniemellä kutsuttu »punaiseksi lehtiitiksi». Se muodostaa jokseenkin hyvin tunnettavan ja säilyvän horisontin, jota on voitu jossain määrin käyttää johtohorisonttina muitakin malmioita tutkittaessa. -- Nimitys johtuu lähinnä granaatin antamasta väristä. — Parhaimmillaan kivi on hienorakeinen, kerrallinen (kertojen paksuus n. 1 mm) kivi, jossa vaaleammat raidat ovat pääasiassa kvartsia, granaattia ja plagioklaasia; tummat raidat taas biotiittia tai sarvivälkettä, granaattia ja magnetiittia. Punaisen lehtiitin päällä on samanlainen epähomogeeninen gneissi kuin malmin allakin (kenttäniemi harmaa lehtiitti). Siinä on amfiboliittisia osia, mutta varsinaista horisonttia ei voida erottaa. Aikaisemmin mainittu tuffiittipatja kuuluu tähän horisonttiin.

Malmi sijaitsee hematiittigneissin (tai sillimaniittigneissin) ja punaisen lehtiitin välissä, jotka molemmat ovat selvästi kerroksellisia kiviä. Sama kerroksellisuus näkyy myöskin malmihorisontissa. Vähimmin metamorfoituneissa osissa on hienorakeisella malmilla raidallinen asu, magnetiitti-granaatti- ja kvartsirikkaiden raitojen vuorotellessa. Malmi sisältää näiden mineraalien ohella biotiittia. Karkearakeisissa malmeissa on myöskin sarvivälkettä ja poikkeuksellisesti pyrokseenia.

Jussarön malmin granaatti on huomionarvoinen Mn-pitoisuutensa vuoksi. Granaattimäärä malmissa vaihtelee 8—28 % välillä. Sitä on voitu erottaa kolme eri spesiestä, joista almandiini-spessartiinigranaattia on ylivoimaisesti eniten, n. 80 %. Sen Mn-pitoisuus saattaa nousta puhtaassa granaatissa n. 15 % Mn, mutta vaihtelee spesieksen koostumuksen mukaan.

Orrkobben-Stenlandet jaksossa voidaan erottaa kaksi malmityyppiä, lähinnä asun ja rikastusominaisuuksien perusteella. Kemiallisessa ja mineraalikoostumuksessa sensijaan ei ole sanottavasti eroja. Ns. Stenlandet-tyyppi edustaa primäärisrakenteista kvartsiraidallista malmia, jossa magnetiitin raesuuruus on keskimäärin n. 0,05 mm. Lisäksi tämän malmin granaatti ja osittain kvartsiikin sisältää pölymäisen hienoa magnetiittia sulkeumina, joiden raesuuruus on suuruusluokkaa 5—7 μ . Sensijaan karkeampirakeisessa Orrkobben-tyypissä raitaisuus on näkyvässä vain poikkeuksellisesti malmin jalkakontaktissa. Sen magnetiitin raesuuruus on keskimäärin 0,1 mm,

mutta saattaa nousta n. 1,0 mm:iin. Granaatti on myöskin karkeampaa ja se voi esiintyä ilman magnetiittipölyäkin. Karkearakeisessa tyypissä on tavallisesti runsaammin pegmatiittijuonia kuin hienorakeisessa. Tästä johtuen sen Fe-pitoisuuskin on hiukan alhaisempi. Stenlandet-tyyppi sisältää Fe_{magn} n. 24—25 % (Fe_{HCl} n. 27—28 %), ja Orrkobben-tyyppi vastaavasti Fe_{magn} 22—23 % (Fe_{HCl} n. 25—26 %). Mn-määrä, joka granaattirikasteena on talteensaataavissa, vaihtelee granaatin mukaan eikä tyyppillä ole siihen sanottavaa merkitystä.

Aksessorisina mineraaleina malmi sisältää hiukan rikki- ja magnetiittikiisiä, ilmeniittä ja apatiittia. Tärkeimmät keskipitoisuudet ovat seuraavat: Mn 1,7—1,9 %, P $0,02$ — $0,04$ %, TiO_2 0,15 %, S 0,01 % ja SiO_2 n. 45 %.

Malmimäärien arvioimiseksi on kaivoksesta ja jäältä käsin suoritettu kairausta, joka syvyysuunnassa ulottuu tasolle 350 m. Kairaustulosten, magneettisten mittausten ja geologisen rakenteen perusteella voidaan Orrkobbenin, Stenlandetin ja Segerstenin malmimäärien arvioida olevan suuruusluokkaa 25 milj. tonnia, josta n. 17 milj. tonnia todettujen ja todennäköisten luokkaan kuuluvaa.

Västergadden

Västergaddenin malmion geologinen ympäristö tunnetaan vain muutamien lähiluotojen paljastumista ja neljän kairareian antamista tuloksista. Lisäksi saadaan tulkintaa auttavaa tietoutta suoritetuista magneettisista mittaustuksista (kts. G. Strandströmin artikkeli tässä lehdessä). Häiriön S-, W- ja N-puolella ovat luodot pelkkää mikroklini-graniittia, E-puolella gneissigraniittia. Vain Västergadden-saaren kärjessä on pienellä alueella näkyvissä liuskeita migmatiittissa. Myöskään kairareiat eivät anna paljon lisähavaintoja. Niiden perusteella voidaan kuitenkin todeta, että malmi on samanlaisessa liuskeympäristössä kuin Orrkobben-Stenlandet jaksokin. Magneettisten tutkimusten mukaan muodostaa malmihorisontti NE-suuntaan aukeavan kaaren, jonka E-kyljen kärjessä on samanlainen »ongenkoukku» kuin Stenlandetissäkin. Malmin sivukivinä ovat samantapaiset punainen ja harmaa leptiitti kuin Orrkobben-Stenlandet-jaksossa, mutta niiden perusteella ei vielä voida päättää malmioitten kuuluvan samaan horisonttiin. Jos näin olisi, niin Västergadden edustaisi samaa rakennetta kuin Orrkobben-Stenlandet. Näitten välillä olevaa NE- SW-suuntaista rakoiluvyöhykettä pitkin olisi tapahtunut myöskin siirros, jolloin SW-puoleinen osa on siirtynyt alaspäin NE:n suuntaan. Regionaalisen akselikaateen, n. 20° NE, mukaan Orrkobbenista SW oleva osa olisi ollut nykyistä maanpinnan tasoa ylempänä, mutta siirros olisi tuonut sen alas. Jos siirros olisi tapahtunut vertikaalisuunnassa, olisi se em. kaateen mukaan laskien ollut n. 800—900 m.

Västergadden saattaa edustaa myöskin n. 200 m Orrkobben-malmion alapuolella olevaa horisonttia, joka on tavattu useammassa kohdassa sekä Stora Jussarön-saarella että kuilulta lähtevässä kuljetusperässä. Tässä tapauksessa Västergaddenin rakenne olisi analoginen Orrkobben-Stenlandetin kanssa. Horisontin itäistä jatketta edustaisi Högharun-häiriö (alkuperäisen poimun S-kylki). Västergadden malmi olisi kuitenkin joutunut eroon alkuperäisestä ympäristöstään siirrosten ja graniittien vaikutuksesta.

Västergadden-malmion laadun toteamiseksi on kairattu kaikkiaan neljä reikää, joista kolme, luodon kärjestä, on täytynyt kairata epäedulliseen suuntaan malmion itäisen kärjen läpi. Neljäs reikä on kairattu talvella 1966 lävistäen eteläistä haaraa. Näitten reikien perusteella ei luon-

nollisestikaan voida päätellä koko malmion laatua. Kuitenkin ne antavat kuvan siitä minkälaista Västergaddenin malmi saattaa olla. Kaikkien neljän lävistyksen keskiarvona saadaan Fe_{magn} 25,3 % ja Fe_{HCl} 26,8 %. Mn on samaa suuruusluokkaa kuin Orrkobbenissa eli n. 1,7—1,9 %. Toinen laadun mitta on malmista saatavan rikasteen Fe-pitoisuus. Tässä suhteessa Västergadden on hiukan parempi kuin Orrkobben ja selvästi parempi kuin Stenlandet. Jauhatushienoudessa 90 %—200 meshiä rikasteen Fe_{HCl} on n. 65—66 %, kun se edellisessä on n. 62—63 % ja jälkimmäisessä n. 56—58 %.

Määräarvio perustuu vain magneettisten mittausten perusteella saatuun pinta-alaan, jota edellämainitut timanttikairareiat vahvistavat. Västergadden-anomalian pituus on häiriön suunnassa n. 2000 m ja pohjoinen haara, jossa ei ole kairauksia, mukaanlukien 2500 m. Jos keskipaksuudeksi otetaan varovaisesti 15 m (kairareijissä ja pohjaprofiilimittauksissa se on n. 30—40 m) saadaan pinta-akasi 30.000 — 37.500 m². Tämä merkitsee 100.000 — 127.000 tn/syv.m. Samaa suuruusluokkaa olevaan lukuun on päättynyt myöskin tohtori S. Werner magneettiseen anomaliaan perustuvan laskennan avulla. Malmion syvyysulottuvuuden määrittämiseksi ei ole toistaiseksi olemassa riittävästi havaintoja (syvin lävistys tasolla 170 m), mutta jos rakenne on analoginen Orrkobben-Stenlandetin kanssa niin myöskin syvyys on samaa suuruusluokkaa. Edellämainittuun nojautuen jatkotutkimukset malmimäärien investoimiseksi ovat perusteltuja.

Sundharun

Sundharun-häiriö sijaitsee kauimpana avomerellä n. 4,5 km Jussaröstä S ja 2,2 km Västergadden -luodosta SE. Magneettisen häiriön kokonaispituus on aeromagneettisella kartalla n. 4,5 km yleissuunnan ollessa n. N 80 E. Pintamittauksin on jaksosta tutkittu 3 km:ä länsipäästä alkaen. E-päässä häiriö heikkenee ja sen kulku kaartuu suuntaan n. N 25 E (kuva 2.).

Sundharun-malmiosta ei ole yhtään paljastumaa, sillä meren syvyys sen kohdalla on n. 25—35 m ja lähin luoto n. 0,5 km:ä häiriöstä pohjoiseen. Tästä syystä geologinen tietous malmiosta perustuu lähinnä kairasydämistä tehtyihin havaintoihin ja sukeltajan meren pohjan puhkeamista ottamiin näytteisiin.

Välittömästi malmin N-puolella on laaja mikroklini-graniittialue, jossa lienee liuskejäännöksiä, lähinnä malmiota punaisen leptiitin tyyppistä kiveä. Graniittialue saattaa olla yhtenäinen (Sundharun Slätlandet ja pienet luodot), jolloin sen leveys olisi n. 1,0 km. Sen N-puolella on kapea liuskejako (Trutlandet ja luodot), jossa kivilaji on kvartsirikasta liusketta (leptiittia). Kulku on E—W ja kaade pysty. Malmion S-puolella on lähinnä malmi punainen leptiitti (ei kaikissa profiileissa), sitten sarvivälkeliuske ja harmaa leptiitti. Kivilajit ovat kuitenkin muuttuneet graniitin ja pegmatiittijuonien vaikutuksesta niin paljon, että rinnastusten tekeminen Orrkobben-Stenlandet-stratigrafiaan on uskallettua.

Itse malmi on tyyppiltään samanlainen kuin Orrkobben ja Västergadden malmioissa. Juovainen asu on silmiinpistävä, vaikka se saattaa olla sekundääristäkin tai ainakin sekundäärisesti korostunut. Raesuuruus on keskimäärin 0,1 mm, mutta saattaa olla huomattavasti karkeampikin. Isäntäkiven mineraalikoostumus on sama kuin em:ssa, vaikka paljousuhteet vaihtelevatkin. Kvartsi, sarvivälke, biotiitti, granaatti ja maasälpä ovat yleisimmät harmemineraalit.

Kairasydämistä tehtyjen analyysien mukaan malmin

pitoisuudet ovat Fe_{magn} 21,6 % (Fe_{HCl} n. 24—25 %). Mn 1,8 %, SiO_2 n. 40 %, P 0,02—0,04 %, TiO_2 n. 0,15 %, Tohtori S. Werner on laskenut magneettisuuteen perustuen malmin Fe-pitoisuuden ja tullut samaa suuruusluokkaa olevaan tulokseen.

Rikasteen laatu aikaisemmin mainitulla tavalla määriteltynä on Fe_{HCl} 65,7 %, joka on samaa luokkaa kuin Västergaddenissakin.

Malmimäärien tai laadun arvioimiseen eivät suoritettut kairaukset yksistään anna riittäviä perusteita. Voidaan kuitenkin todeta, että kaikista kairareijistä saadut tulokset ovat hyvin samanlaisia. Niitten perusteella voi odottaa malmin olevan tasalaatuista koko pituudeltaan. Suuruusluokkakuvan saamiseksi ovat kaksi ulkopuolista geofyysikko-asiantuntijaa arvioineet Sundharun malmin pinta-alan 70.800 m²:ksi ja 67.000 m²:ksi. Kun häiriöalueen yhteispituus, mahdollisten siirrosten aiheuttamat katkokset poislukien, on 2600 m, saadaan keskipaksuudeksi 27 m ja 26 m vastaavasti, mikä hyvin vastaa kairareikien antamaa tulosta. Näin ollen saadaan malmimäärien mahdolliseksi suuruusluokaksi 220.000—230.000 tn/syv.m.

Malmin syvyysulottuvuus Wernerin mukaan vertikaali-intensiteetistä laskien on W-päässä n. 450 m ja malmin keskivaiheilla n. 700 m, mutta se voi olla huomattavasti suurempikin. Virherajaksi on ilmoitettu ± 150 —200 m.

Malmin syvyysulottuvuutta voidaan arvioida myöskin geologisin perustein, vaikka havaintoja ei olekaan kovin paljon. Alin malmiläpisyys on tasolla 320 m häiriöjakson W-osassa (Su 6). Tämänkään reiän vektorimittauksesta ei voida päätellä alanavan sijaintia (vrt. Strandström), lähinnä reiän riittämättömän pituuden johdosta.

Suoritettujen timanttikairauksen ja magneettisten mitausten perusteella voidaan päätellä, että malmin on n. 3,0—3,5 km pitkä laatta. Laatan kaade on W-päässä n. 80° N, loivenee keskikohdalla kääntyäkseen E-päässä pystyksi ja mahdollisesti jopa S-suuntaan. Tämä laatta on saattanut katkeilla siirrosten ja graniitin vaikutuksesta parissa paikassa laatan keskikohdalla (kuva 5), ja mahdollisesti myöskin E-päässä. Laatan paksuus (ilman siirrosten ja poimutusten kerrannaisvaikutusta) lienee n. 15—25 m. Laatan pituus akseli kallistuu itään. Lähin akselikaade havainto osoittaa 55° E. Magneettisten havaintojen perusteella arvioidaan kaateen olevan W-päässä n. 20° E, mutta voi olla jyrkempi. Säännölliseen laattamuotoon viittaavat paitsi kairaus tulokset myöskin gradientti- ja vertikaali-intensiteettikartan hämmästyttävä samanmuotoisuus (kuva 5).

Vaikkakaan ei voida sanoa, että Sundharun malmin kuuluisi samaan horisonttiin kuin parhaiten tunnettu Orrkobben-Stenlandet jakso, se kuitenkin on samanlaisessa litologisessa ympäristössä. Molempien synty ja geologinen historia ovat samanlaiset. Edellä on todettu Orrkobben-Stenlandet-jakson kuuluminen määrättyyn horisonttiin, ja on malmi horisontilleen uskollinen hyvin pitkällä matkalla (Tremänningarna-Lerharun, kuva 1). Kaikki tämä viittaa syngeneettiseen syntyyn, joka pätee myöskin Sundharun malmin.

Viimemainitun syvyyden arvioimiseksi voidaan soveltaa Orrkobben-Stenlandetista saatua tietoa. Jos v.m. poimu oikaistaan tasoksi, on sillä jäljellä olevaa leveyttä ainakin 800—1000 m. — Nykyisen pinnan yläpuolella ollutta poiskulunutta osaan ei kukaan voi arvioida. — Tämän laatan dimensiot ovat suuruusluokkaa 2500 m \times 800 m \times 10 m. Voimme ajatella Sundharun malmin tällaiseksi laataksi, joka kuitenkin ei ole samalla tavalla poimuttunut kuin Orrkobben-Stenlandet ja Västergadden,

vaan on pystyasennossa. Kun lisäksi otetaan huomioon, että sedimenttikivet vanhassakaan kallioperässä eivät esiinny »litteinä kengännauhoina», vaan laattoina tai linsseinä, joitten kaksi dimensiota ovat monikymmenkertaiset kolmanteen nähden, voidaan geofysikaalisin perustein tehtyä syvyysarviota pitää myöskin geologisesti perusteltuna.

Yhteenveto

Edellä esitelty käsitys perustuu niihin tutkimuksiin, joita Jussarön alueella on suoritettu Oy Vuoksenniska Ab:n toimesta vv. 1954—59 ennen kaivostoiminnan alkamista ja tuotantovaiheen aikana v:sta 1961 alkaen. Nämä tutkimukset käsittävät geologisen kartoituksen sekä kairauksessa että lähiympäristössä eri henkilöitten suorittamana, timanttikairauksen ja geofysikaalisia mittauksia. V.m.:ja on suoritettu eri menetelmin (kts. G. Strandström) käyttäen myöskin ulkopuolista asiantuntija-apua.

Jussarön alueella on kolme merkittävää magneettista anomaliaa, joiden aiheuttajana on magnetiittimalmi. Pohjoisin on Orrkobben-Stenlandet-Segersten-Lerharun, jotka kaikki kuuluvat samaan poimuttuneeseen horisonttiin. Lähinnä Jussarötä olevasta osasta ja sen jatkeesta, Orrkobben-Stenlandet, tapahtuu kairauksen nykyinen tuotanto. — Siitä 2 km SW on Västergadden-häiriö. Häiriöön, jonka muoto muistuttaa hyvin paljon Orrkobbenin kaksoispoimua, on tunnusteluuntoisesti kairattu neljä reikää. Sen pituus on n. 2 000 m. — N. 4,5 km Jussaröstä S on Sundharun häiriö, joka on jokseenkin suora-vaivainen N 80 E-suuntainen, 3,5 km pitkä jakso. Tähän häiriöön on kairattu kaikkiaan 9 reikää viidessä profiilissa.

Kaikki häiriöt ovat meren alla veden syvyyden vaihdella n. 10—40 m, mikä seikka on vaikeuttanut niiden tutkimusta.

Häiriön aiheuttaja, magnetiittimalmi, sijaitsee liuskeissa, jotka esiintyvät alueella kuitenkin vain fragmentarisina jäännösinä pääasiassa dioriitti-granodioriitti koostumusta vastaavissa syväkivissä sekä migmatiittisessa mikrokliniigraniitissa. Liuskeet ovat pääosaltaan kvartsirikkaita, joissa on myöskin runsaasti Al:a, kuten granaatti ja sillimaniitti osoittavat. Emäksisimmät näistä ovat sarvivälkeliuskeita. Karbonaattikiviä ei tässä horisontissa ole tavattu. Eräissä parhaiten säilyneissä osissa voidaan nähdä vulkaanisia piirteitä. Liuskeitten kentänimenä on käytetty leptiittiä.

Malmi sijaitsee määrättyssä horisontissa, jonka toisella (katto-) puolella on hienokerroksellinen, runsaasti granaattia sisältävä punainen leptiitti. V.m.:a on voitu käyttää jossain määrin johtohorisonttina. Itse malmihorisontti sisältää magnetiitin ohella pääasiassa kvartssia, granaattia, biotiittia ja sarvivälkettä, sekä graniitin läheisyydestä riippuen vaihtelevin määrin mikrokliniä.

Malmi sijaitsee jokaisessa häiriössä samanlaisessa litologisessa ympäristössä. Tähänastisten havaintojen mukaan se pysyy horisontilleen uskollisena. Sitä voidaan pitää synnyltään syngeneettisenä.

Malmin laadussa ei ole suuria eroavaisuuksia pitoisuuksien puolesta. Se sisältää keskimäärin n. 21—27 % Fe_{magn} (24—28 % Fe_{HCl}), 1,7—1,9 % Mn, n. 40—45 % SiO_2 , 0,02—0,04 % P ja alle 0,01 % S:a. Malmimineraalina on yksinomaan magnetiitti. Hematiittia tavataan itse malmihorisontissa vain martiittiutumalla syntyneenä. Tärkein laatu vaihtelu johtuu lähinnä raesuuruuden vaihtelusta. Hienorakeisella malmilla (Stenlandet-tyyppi) on heikommat rikastusominaisuudet. Eri malmin tyyppien välillä lukuunottamatta Stenlandetia ja Segersteniä ei ole sanottavia eroavaisuuksia tässäkin suhteessa.

Malmimäärien arviointi perustuu Orrkobben-Stenlandetin kohdalta kohtuulliseen kairausstiheyteen. Muilta osin ei todetun malmin varmuudella voida esittää lukuja. Ne perustuvat magneettisiin, kylläkin perusteellisiin, tutkimuksiin, joitten tulkintaan tarvittava tieto on saatu kairamalla. Orrkobben-Stenlandet-Segersten jaksossa on arvioitu olevan n. 25 milj. tonnia, josta 17 milj. tonnia todettujen ja todennäköisten luokkaa. Västergaddenin kohdalta malmin pinta-alaksi on arvioitu n. 30.000 m², jolloin malmimäärä on n. 100.000 tn/syv.m. Sundharun malmin pinta-ala on eri perusteiden arvioiden n. 67.000—70.000 m² ja malmimäärä n. 220.000—230.000 tn/syv.m.

Syvyysulottuvuus magneettisiin perustein laskien on W-päässä n. 450 m ja keskipaikkeilla n. 700 m ± 150–200 virhemarginaalilla. On seikkoja, jotka viittaavat siihen, että malmio voi olla huomattavasti syvempikin. Kahden viimeksimainitun malmin varat kuuluvat mahdollisen malmin varmuusluokkaan.

Kirjallisuus:

Kranek, E. H.: Beiträge zur Kenntnis der Svekofenniden in Finnland, III. Bull. Comm. Geol. Finl. Nr. 101, 1933.
 Simonen, Ahti: Svekofennidien geologisesta kehityksestä, Geologi nr 7. 1964

De magnetiska undersökningarna på Jussarö vintern 1966

Fil.lic. Georg Strandström, Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors

Geofysiska undersökningar av submarina malmfyndigheter ställer sina utövare inför en mängd nya tidigare oprövade situationer. Detta gäller instrumenteringen men i ännu högre grad orientering av mätklinjer och inmätning av mätpunkterna, enär förhållandena helt avviker från dem man är van vid då mätningarna utföras på land.

Å andra sidan har man vid sjömätningar med lämplig utrustning möjlighet att mäta störningsfältet på olika nivåer mellan havsytan och havsbotten varigenom man får fram en fullständigare bild av störningsfältet.

Har man möjlighet att utföra mätningarna på isen är orienterings- och inmätningförhållandena desamma som vid landmätning, och man kan med lämplig instrumentutrustning mäta fältet på olika nivåer mellan isen och havsbotten analogt med sjömätningarna.

Denna möjlighet har utnyttjats på Jussarö sedan vintern 1958 varvid Stenlandet-Orrkobben-Segersten och Högharu malmerna uppmätts genom magnetisk bottenlodning varvid magnetometerns fluxgate element sänktes till havsbotten genom ett genom isen borrarat hål. Då det visade sig, att malmen till största delen är blottad på havsbotten har en mycket noggrann inmätning av malmgränserna kunnat utföras.

Under den stränga vintern 1966 utbreddes sig söder om Jussarö ända förbi Sundharumalmen (4,5 km söder om Jussarö) ett tjockt sammanhängande istäcke. För att utnyttja den möjlighet istäcket erbjöd igångsattes en intensiv undersökning av Sundharumalmen. De magnetiska undersökningarna omfattade mätningar av vertikalintensiteten på isen, gradientmätningar på isen, magnetisk bottenlodning, vektormätningar i borrhål samt aeromagnetisk mätning på 25 meters och 100 meters höjd över isen.

Vinterns mätningar koncentrerades främst till Sundharun då ett dylikt isläge där är sällsynt, samt till Högharu och Västergaddmalmerna. Mätningarna utfördes delvis av bolagets egen personal samt personal från Suomen Malmi Oy och Oy Malminetsijä Ab. Bolagets personal ut-

förde de magnetiska bottenlodningarna, Suomen Malms personal utförde gradientmätningarna, vertikalintensitetsmätningarna samt de aeromagnetiska mätningarna och Malminetsijäs personal utförde vektormätningarna i borrhål.

Mätningarna påbörjades den 8.2., när istäcket blivit tillräckligt kraftigt och man kunde vänta sig att det skulle ligga kvar en längre tid. Mätningarna avslutades den 29.3. då isen började försvagas.

Vid undersökningarna mättes 20.607 gradientpunkter på 53 instrumentdagar, 5.050 vertikalintensitetspunkter på 15 instrumentdagar, samt 7.344 magnetiska bottenlodningspunkter på 40 instrumentdagar. Vid de aeromagnetiska mätningarna mättes 580 km magnetisk profil på ett 7,5 × 5,75 km stort område. (42 km). Mätningen utfördes på 2 dagar.

Gradientmätningen

Gradientmätningen utfördes av personal från Suomen Malmi. Mätinstrumentet var Askania torsionsmagnetometer typ Gtz där avläsningsnoggrannheten är 5 gamma. Fig. 8. Suomen Malmi hade konstruerat stativet med vilket instrumentet kunde höjas och sänkas så att avståndet mellan ytterlägena var ½ meter. Skillnaden mellan avläsningarna i ytterlägena omräknad till gamma och multiplicerad med 2 ger gradienten i gamma per meter. Gradientvärdena utritades i profiler som sedan överfördes till en gradientkarta där kurvintervallen hölls vid 50 gamma per meter.

Vid uppritandet av gradientprofilerna visade det sig, att kurvorna blev något oregelbundna, vilket kan förklaras med att isen rört sig mellan instrumentavläsningarna i övre och undre läget. Gradientkurvorna utjämnades genom beräkning av glidande medeltal för fem punkter.

Gradientmätningarna utfördes som profilmätningar med ett profilavstånd av 20 m och ett avstånd av 4 m mellan avläsningspunkterna i profilerna. Profilernas längd

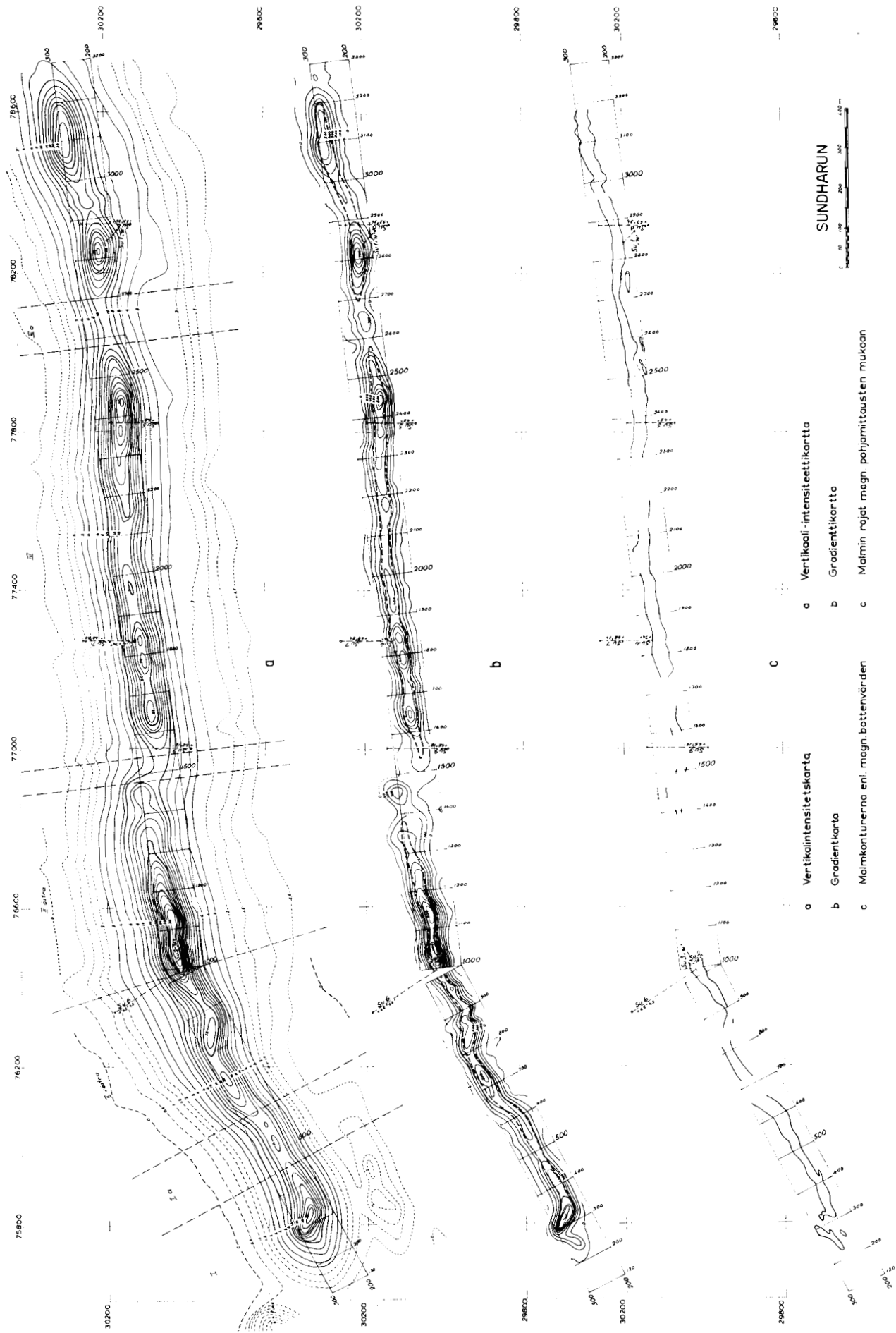


Fig. 5. Magnetiska mätningar på Sundharu-området 1966.

var 100 m och i enstaka fall något längre. Det uppmätta området på Sundharumalmen var 100×3180 m eller 318.000 m². För denna mätning erfordrades 30 instrumentdagar.

Gradientmätningar har i stor utsträckning utförts av Otanmäki-bolaget, varvid de strävat till att lokalisera läget för malmgränserna. En enkel visuell tolkningsregel är att malmgränsen sammanfaller med inflexionspunkten på gradientkurvan eller på gradientkartan där nivåkurvorna ligger tätast. Detta gäller om avståndet från mätnivån till malmen är mindre än malmens bredd. Är avståndet från malmen till mätplanet större än malmbredden, förskjutes läget för malmgränsen på gradientkartan från inflexionspunkten i riktning mot anomalins maximum. Läget för malmgränsen på gradientkartan kan kontrolleras genom att man jämför gradientkartan med malmgränsen som fåtts fram genom diamantborrning eller annan blottning av malmen. Diamantborrningen avslöjar även eventuell förekomst av impregnationer och malmsliror i närheten av huvudmalmen, vilka inverka störande på gradientkurvorna. I fig. 6 och 7 visas sambandet mellan gradientprofilen och malmbredden i diamantborrhål. Malmen är utgående från diamantborrhålet projicerad till havsbottnet i stupningens riktning. Genom en dylik tolkning av gradientkartan har för Sundharumalmen frampreparerats en malmarea av 67.000 m². Fig. 5. b.

Magnetisk lodning

Då malmerna inom Jussaröfältet för det mesta har utgående på havsbottnet har magnetisk lodning i stor utsträckning tillämpats på Jussarö för lokalisering av malmgränserna. Metoden är den att magnetometers fluxgate element som är fäst vid en lång kabel sänkes till havsbottnet. Instrumentet har konstruerats av ing. Jalander. Där malmen är blottad på havsbottnet erhåller man en mycket stark indikation och malmgränsen är lätt att fastställa om avståndet mellan mätpunkterna är kort. (Fig. 6, 7). Vid de magnetiska lodningarna på Jussarö har punktavståndet hållits vid 2 m. Lokaliseringen av malmgränserna vid mätningar på Stenlands- och Orrkobbsmalmen har visat sig vara mycket tillförlitlig vilket kunnat konstateras vid brytningen.

Mätninggruppen består av två man, en instrumentavläsare och en man som sköter fluxgate elementets ned-sänkning. Dessutom erfordras personal för borring av hålen genom isen. Vid mätningarna av Stenlands-Orr-

kobbs-Segerstens- och Högharumalmerna har hålen borrats för hand med vanliga isborrar med vid mätningarna på Sundharun borrades hålen med en med borrhörsedd motorsåg av märket Raket XG. Borrrens diameter var 5 tum. En med motorsåg utrustad isborrare kunde sköta isborringen för två mätgrupper.

Vid bottenlodningen av Sundharumalmen utfördes mätningen av två mätgrupper, vilka tillsammans mätte 7344 punkter fördelade på 144 profiler. Punktavståndet hölls vid 2 m och profilavståndet vid 20 m. Avläsning gjordes vid havsbottnet, 2 m ovanför havsbottnet samt 15 m under isen. Denna mätning genomfördes på 40 instrumentdagar. På grund av att packisen ställvis var så grov att borren inte trängde igenom isen kunde inte bottenlodningen utföras över hela fältet. Vid Sundharumalmen visade det sig att malmen till stor del har ett utgående på havsbottnet varför indikationen är kraftig och malmgränsen är lätt fastställd. Ojämnheterna i kurvan beror främst på ojämnheter i havsbottnet. Fig. 5. c visar malmgränserna för Sundharumalmen frampreparerade på basen av de magnetiska bottenlodningarna.

Vertikalintensitetsmätningarna

Vertikalintensitetsmätningarna utfördes av samma personal och instrument som gradientmätningen. Vid gradientmätningen avläst instrumentvärde i ovanläge utnyttjades för vertikalintensitetsmätningen, varför direkta vertikalintensitetsmätningar utfördes på bägge sidor om gradientmätningens område på Sundharun. Vid vertikalintensitetsmätningarna hölls punktavståndet vid 10 m samt profilavståndet vid 40 m. Profillängden blev gradientprofilen medräknad 700 meter. Några enstaka profiler blev mätta på en sträcka av 1300 m. Fig. 5. a visar den magnetiska vertikalintensitetskartan över Sundharumalmen.

Tolkningen av mätresultaten omfattar en värdering av järntonnet per sänkmeter samt malmens djupgående. För beräkning av tonnet per sänkmeter har tillämpats en metod, som utarbetas av S. Werner och som han beskrivit i Jernkontorets Annaler 1965 nr 8 sid. 458—478, »Kvantitativa malmberäkningar på grundval av geofysiska undersökningar.» Beräkningsarbetet är utfört under S. Werners ledning.

För att kunna beräkna järnkvantiteten per sänkmeter och vikts % Fe är det nödvändigt att känna storleken av malmens magnetisering och dess variation med Fe-halten.

Malmernas magnetisering har bestämts på grundval av produktvärden framräknade ur de på isen uppmätta vertikalintensitetsprofilerna och malmmäktigheterna erhållna ur de magnetiska bottenmätningarna och borrhålsprofilerna. Det visade sig, att magnetiseringen ger en linjär relation mellan magnetiseringens storlek och volymandelen magnetit (Fe_3O_4). Inom ett område erhåller man dock en ca 50 % högre magnetisering än vad som svarar mot förhållandet i huvuddelen av malmen.

Resultatet av beräkning gav 43.504 ton $\text{Fe}_{\text{magnetit}}$ per sänkmeter.

Vid beräkningen av malmarean som utfördes under S. Werners ledning beaktades främst resultatet av bottenmätningen. För de ställen där bottenmätningen på grund av packisens tjocklek inte kunde genomföras grundar sig arealberäkningen på vertikalintensitetsmätningarna. Beräkningen gav en malmareal av 70.800 m², som väl överensstämmer med värderingen av malmarean på basen av gradientmätningen.



Fig. 8. Gradientmätninggruppen i arbete

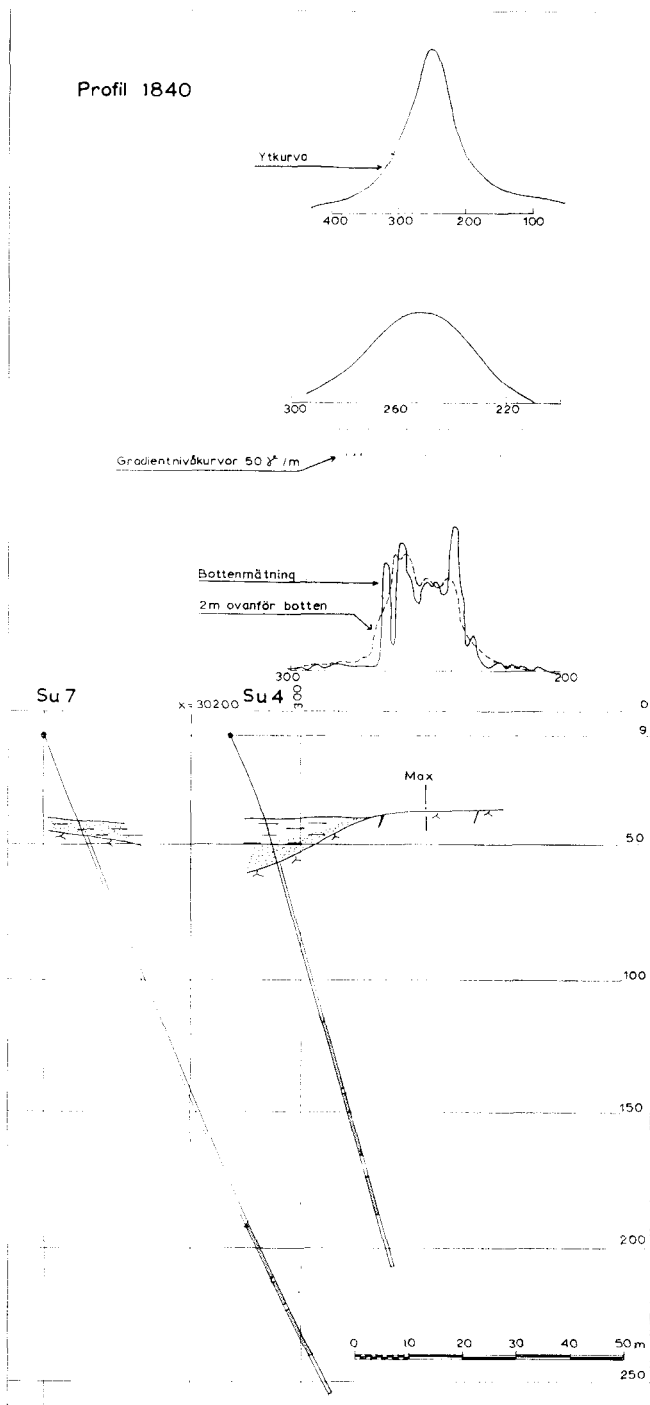


Fig. 6. Sundharu profil nr 1840.

Bedömningen av Sundharufyndighetens djupgående, som även utförts under S. Werners ledning, baserar sig huvudsakligen på 5 magnetiska profiler över vertikalintensiteten jämnt fördelade över fyndigheten. Profilernas längd är 1.300 m.

Av profilernas förlopp framgår det klart att malmfyndigheten har ett betydande djupgående. Som ofta är fallet, är även för Sundharumalmens del flankdragen påverkade av störningar från sidoberg och omgivande bergarter. Detta har till följd, att den magnetiska malm-anomalins förlopp ut mot profilens ändor icke kan fastställas med önskvärd säkerhet.

För en profilinje som går över mitten av fyndigheten har Werner utfört en serie beräkningar under antagande

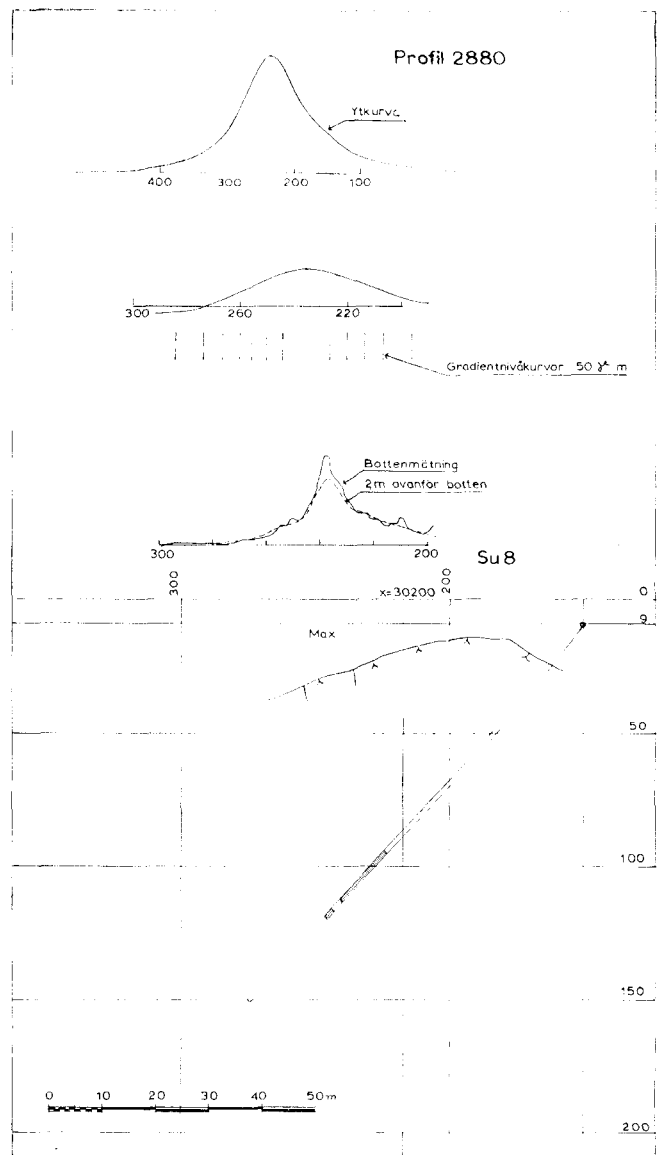


Fig. 7. Sundharu profil nr 2880.

av olika djupgåenden (500, 600, 750, 900 m). Som sannolikaste djupgående framstår ett värde av omkring 750 m.

De magnetiska kurvorna längs de olika profilerna antyder ett mot väster avtagande djupgående.

Vektormätningarna

För att i största möjliga mån utnyttja de möjligheter vintern gav för att införskaffa informationer utfördes vektormätningar i de diamantborrhål som borrades genom Sundharumalmen. Mätningarna utfördes av Oy Malminetsijä Ab med en tre komponent borrhålmagnetometer som konstruerats och byggts av Otanmäki Oy. Det visade sig dock att resultaten av mätningarna icke kunde läggas till grund för beräkning av malmkroppens djupgående. Borrhålen går så nära malmkroppen att störningsfältet i högre grad påverkas av malmkroppens detaljkonfiguration och bergarternas magnetiska egenskaper än av effekten från den magnetiska linjepolen vid malmens undre kant.

Aeromagnetiska mätningar

För att få fram en översikt över de magnetiska malmerna

i Jussaröfältet samt för att bättre kunna analysera de stratigrafiska förhållandena utfördes en aeromagnetisk mätning. Mätningen utfördes som profilmätning på 25 och 100 meters höjd över isen. Profilverstämningen vid den lägre nivån hölls vid 125 m samt vid den högre 250 m. Profilernas längd var 7,5 km samt mätområdets bredd 5,75 km (Totalarealen 43 km²). På några ställen mättes ett antal profiler vinkelrätt mot föregående. Mätprofilernas sammanlagda längd blev 580 km.

Mätningen utfördes av Suomen Malmi Oy och genomfördes på två dagar. För mätningen användes ett enmotorigt plan av typ Cessna 195.

För att underlätta orienteringen hade på isen utstakats mätlinjer där linjekäpparna var placerade på ett avstånd av 1500 m från varandra. Det framgick under provflygningen, att det var svårt att se linje käpparna på långt avstånd samt orientera sig till rätt linje. Orienterings-systemet löstes så, att längs mätlinjen utplacerades markörer vilka flyttade sig från linje till linje allteftersom mätningen framskred. För att underlätta flygplanets inflygning på mätlinjen dirigerades inflygningen med radiotelefon. Fördelen med isflygningsmätningen visade sig vara möjligheten att på isen dra upp mätlinjer, vilka markerades med rörliga linjemarkörer, varför

flygmätningen kunde genomföras med stor precision. Fig. 2 visar den aeromagnetiska kartan på 25 m:s nivån.

Förutom Sundharumätningarna utfördes gradientmätning på Högharumalmen på ett område av 100 × 1000 m, vilken tog 6 instrumentdagar i anspråk, samt gradientmätningar på Västergadden på ett område av 1.500.000m². På Västergadden mättes hälften av området i två mot varandra vinkelräta riktningar. Utgående från avläsningsvärdena vid instrumentets övre läge upprättades en vertikalintensitetskarta över Västergadden. Mätningarna på Västergadden tog 17 instrumentdagar i anspråk. Vid beräkning av järntonaget per sänkmeter enligt Werners metod erhöles för Västergadden 23.000 ton Fe_{magnetit} per sänkmeter.

Man kan konstatera att mätningarna vintern 1966 på Sundharumalmen mer än infriat förväntningarna, främst på grund av att istäcket höll sig orörligt under i det närmaste två månader. En annan minst lika viktig faktor är personalinsatsen, som utan tvekan får ett mycket högt betyg. Det kan nämnas att mätningarna på grund av otjänlig väderlek måste inställas under endast 4 dagar, vilket är ett synnerligen gott resultat med tanke på de underhållssvårigheter som uppstod på grund av snöstormar och förekomst av flödvatten på isen.

Undersökningsborrning vid Jussarö från isen vintern 1966

Ing. Henry Johnsson, Oy Vuoksenniska Ab, Jussarö

Tyngdpunkten för vinterns borrhingsprogram var förlagd till Sundharu malmen, belägen ca 4,5 km söder om Jussarö. På grund av isförhållandena påbörjades borrhningarna vid Högharu malmen ca 1 km söder om Jussarö. Senare på våren borrhades ett hål i malmområdet vid Västergadden ca 2,5 km söder om Jussarö. Situationsplan fig. 9.

Motsvarande borrhningar kan även utföras sommartid från borrhorn, men kostnaderna för utrustningen blir mycket höga på grund av vattendjupet (15—35 m och 15—50 m till berggrund) och det öppna havet. Driftkostnaderna torde bli ungefär samma som för en forcerad borrhning från isen. Nackdelen med tornborrningen är att man på grund av de höga anläggningskostnaderna borrar med endast 1 torn d.v.s. 1 maskin varför det borrhingsprogram som nu utfördes på en vinter skulle tagit många år i anspråk.

Förberedelser

Redan i augusti -65 kontaktades Havsforskningsinstitutet för att få fram statistiska uppgifter över isförhållandena för området kring Sundharu. För vintrarna 1931—1960 framkom följande:

Landfasta isen lägger:

- tidigaste datum: 25. 12.
- medel » 4. 2.
- senaste » ingen is

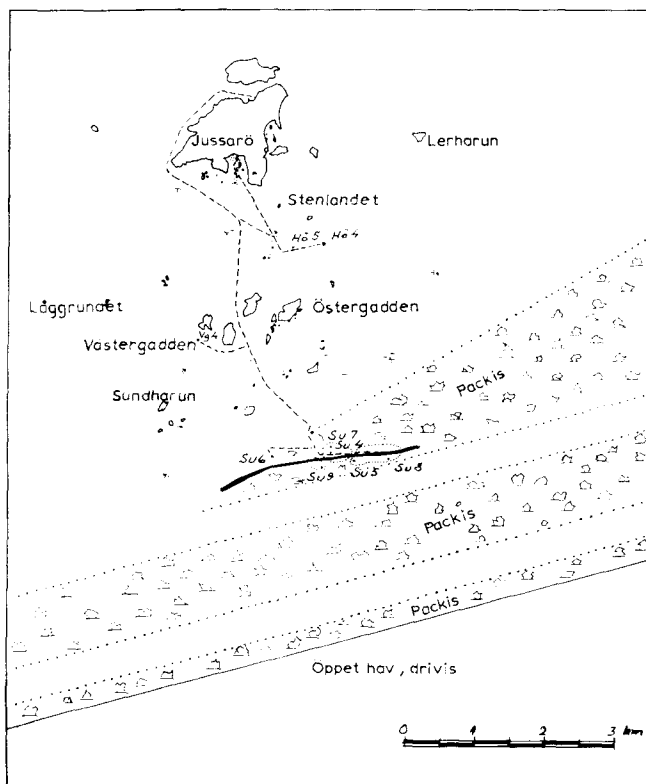


Fig. 9. Karta över borrhningsplatserna vintern 1965—66.

Landfasta isen går upp:

- tidigaste datum: ingen is
- medel » 1. 4.
- senaste » 12. 5.

I medeltal har vi landfast is i ca 60 dygn och maximalt i ca 134 dygn. Av dessa måste vi räkna bort ca 20 dygn för frysning och för våren med osäkra isar. Kvar blir i medeltal 40 och maximalt ca 110 dygn. Med detta som grund gjordes förberedelser för eventuell kommande tjänlig vinter. I årsskiftet 65—66 fastslogs de slutliga borrhingsprogrammet, då vintern av allt att döma verkade att bli sträng. I princip gick programmet ut på att borra med 3 maskiner, varav en vid Högharu och 2 vid Sundharu, med möjlighet att beroende på vinterns fortsättning placera alla maskiner vid Sundharu.

Utstakning och mätning av isväg till Högharu gjordes 14. 1. 66. Isen var då 20—30 cm tjock och kunde bära lätta öppna fordon. Utstakning av vägen till Sundharu var besvärligare då den sista sträckan på 500 m var täckt av packis. Fig 10. Genom att kringgå vissa partier hittades en rätt framkomlig sträckning som 6 man på en dag kunde göra körduglig för terrängfordon. Vid forcering av längre sträckor i packisband lönar det sig att flygfotografera området, dessutom fordras maskinutrustning som t.ex. schaktbladsförsedda traktorer eller motsvarande.

Utrustning

3 st bormaskiner Craelius XFH-60 försedda med VW indrustrimotor modell 126 A 1600 cm³ 39 hk/3000 r/min. reduktionsväxel Getrag modell DU i = 1.5 elutrustning 12 V startmotor 0.8 hk. generator 450 W

4 st pumpar Craelius XB och XH försedda med Bernard bensinmotor W-112 8 hk/2000 r/min. reduktionsväxel i = 3/4 med frikoppling

16 st handvinschar av olika fabrikat
1 st borkälke fig. 11 och 12 bestående av borskjul monterad på släde av egen konstruktion med bormaskin, pump och kamin fast monterade

3 st trefot bestående av 3 st 10" stolpar L = 11 m
300 st borrhör $\varnothing 42 \times 3.000$ mm av svenskt fabrikat



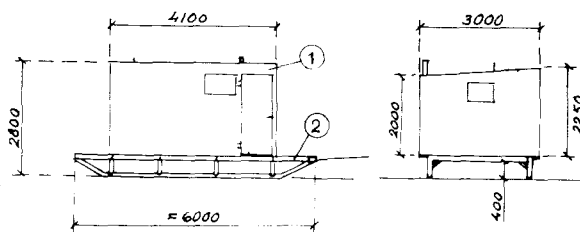
Fig. 10 Packisen vid Sundharumalm

160 m casingrör $\varnothing 63.5/51$ mm med flatgंगा L = 1,2,3, 4, 6 m
140 m jordrör $\varnothing 90/71$ mm med yttre gänga och koppling. L = 2 m
1 st flödespump Tulva 12, 6—8 m³/min, 8 hk motor.

Maskinuppställning

Vid val av borrhplats bör förutom de geologiska kraven även om möjligt vattendjup och isförhållanden beaktas. Vattendjupet, på vilket borrhning kunde utföras, begränsades av den utrustning som var tillgänglig och borrhning var icke heller möjlig med denna utrustning på platsen med t.ex. 2 meter mäktig packis.

Under förvintern användes flödningspumpen på borrhplatserna för att snabbt få erforderlig istjocklek dvs. ca. 40 cm. Denna tjocklek motiverades av att hela utrust-



Borkälke, tot. vikt 2.5—3.0 ton.

- ① Skjul, träliberskiva 1/8", trävaror 1 1/4" x 4", 1" x 2", 2" x 2"
- ② Rörram, tub 100/100

Fig. 11. Borkälke

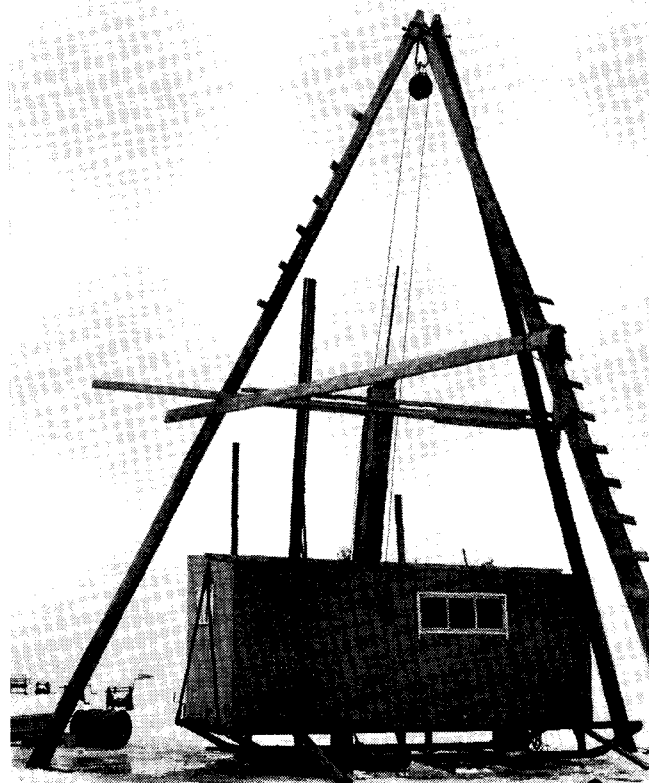


Fig. 12. Borkälken under borrhning. I bakgrunden syns vinscharna för jordröret.

ningen som samlades på platsen vägde totalt ca 5 ton. Därtill kom tillfälligt underhållsfordonets vikt på ca 2 ton. Senare på vintern var isen 40—50 cm på de flesta platserna.

Borrskjulet byggdes på 8" × 8" och 6" × 6" sparrar. 8" × 8" placerades på isen och vinkelrätt på dem spikades 6" × 6" sparrarna fast. För att binda skjulet vid isen lät man sparrarna frysa fast i isen med hjälp av vatten. På vårvintern när kölden var svag måste man bulta fast skjulet i isen. Skjulen bestod av 4" × 4" och 2" × 2" ramvirke, som täckts med träfiberskiva. Skjulets mått var ca 3.5 × 4.5 m och golvet låg ca 35 cm över isen.

När skjulets golv var lagt monterades bormaskinen och pumpen. Bormaskinen fästes i isen med bultar som fick frysa fast. På vårvintern bultades maskinen dessutom fast i 6" × 6" sparrarna.

Trefoten drogs upp med maskinens vinsch och fötterna placerades i små gropar som vattenfylldes och fick frysa till.

Uppställningen av borkälken gick betydligt snabbare då vi endast behövde köra den på rätt plats och rikta in den, varefter den pallades upp på 4" × 4" sparrar och bultades fast i isen. Borkälken hade många fördelar vid isborrning, varav följande kan nämnas:

- snabb flyttning och uppställning av utrustningen
- vid forcering av packis kan den vid behov vinscha fram sig själv
- ett relativt tätt och välbyggt skjul
- hög fri höjd från isen och kläna pelare upp till golvet ger inget fäste för yrsnö att samlas kring skjulet.

Vid borrning på is från ett vanligt skjul borde det byggas på pelare så att golvet är ca 0.5 m över isen (som borkälken). Yrsnö kan då fritt passera under skjulet och fastnar ej i drivor runt skjulet. Vid våra normala skjul som hade liggande sparrar under hände det 3 gånger att snön, som samlades i drivor runt skjulet tryckte ner isen och vattnet steg 20—50 cm varvid vi var tvungna att med traktorskopplare köra bort snön för att förhindra hela utrustningen att sjunka till botten. Dessa problem hade vi aldrig med borkälken. Bensinfat, rör, ved och övrig utrustning som förvaras utanför skjulet måste placeras på bockar för att inte samla snö och försvinna i drivorna.

På en borrarplats skyfflade besättningen upp snö runt ytterväggarna för att minska golvdraget, varvid värmen och spolvattnet frätte en stor vak under golvet då kölden inte hade fritt tillträde.

Hålet genom isen för jordröret bör täckas väl så att endast spolvattnet går genom. Lämnas det öppet tappas verktyg och dylikt lätt i hålet.

Jordrörsänkning

Denna fas är den viktigaste av de förberedande arbetena och fordrar noggrannhet och försiktighet av besättningen. Principskiss fig. 13.

Arbetsgång:

- botten pliktades noggrant på det område jordrör och casing beräknades träffa berget
- ritning med vinschplacering och vajertabell gjordes
- en råk sågades i isen för att underlätta dragningen av upphängningsvajerarna, detta gjordes endast om det var så kallt att råken snabbt frös fast igen. Vid mindre kallt väder borrades tätt med 5"ø hål och vajrarna drogs via hålen under isen. Råken och hålen gjordes med motor-såg Raket XG försedd med issvärd och borraragregat

- vinscharna placerades på plats och vajrarna försågs med märken för att underlätta kontrollen av rätt vajerlängd under sänkningen
- sänkningen påbörjades och för varje 2 m längd sänkt jordrör justerades vajrarna till rätt längd. Jordröret hölls under hela sänkningen i rätt borrhingslutning och -riktning.
- när jordröret nått botten kollades lutningen med P. P. lutningsmätare och eventuella justeringar gjordes
- när röret inte sjönk djupare av egen tyngd, mejslades bottenlammet bort med vattenspolning framför jordröret och röret skruvades sakt ner så långt det gick. Drivning med hejare undveks då det fanns risk för att röret skulle böjas och eventuellt brista
- då jordröret antogs vara på plats kontrollmättes lutningen varvid avvikelser normalt var mellan $\pm 1^\circ$ — 2°
- jordrörets övre ända justerades med passbit till lämplig längd för maskinen och låstes med en klämmare för att inte röret skulle lossna.

På en borrarplats slarvade besättningen med vajerlängderna under sänkningen varvid röret kröktes så kraftigt att P.P. mätaren fastnade. Upptagning och ny sänkning av jordröret företogs i detta fall.

Vid genomträngning av slam och lerskikt på 10—15 m kan det inträffa att röret avviker från riktningen $\pm 5^\circ$ på grund av att vajrarna i jordrörsändan är svåra att behärska i leran. Så stora avvikelser kan undvikas genom att göra täta lutningsmätningar och sedan justera mindre avvikningar.

Upptagningen av jordröret skedde i omvänd ordning förutom mätningskontroll och mejsling. Normalt lossade röret lätt, endast i ett fall måste drivning med hejare ske.

Längsta sänkta jordrör var ca 49 m. Röret var upphängt i 6 vajrar.

Casingborrning

Det mest idealiska utgångsläget för både jordrörsänkning och casingborrning är att bergytan (botten) endast är täckt av ett 20—30 cm grus- eller moränskikt. Casingborrningen förbi jordröret var mellan 1—7 m varav 1—2 m i berg. Längsta casingrör var ca 55 m.

Vid casingborrningen användes 2 spolpumpar. En för att få vattenspolning mellan jordrör och casingrör och

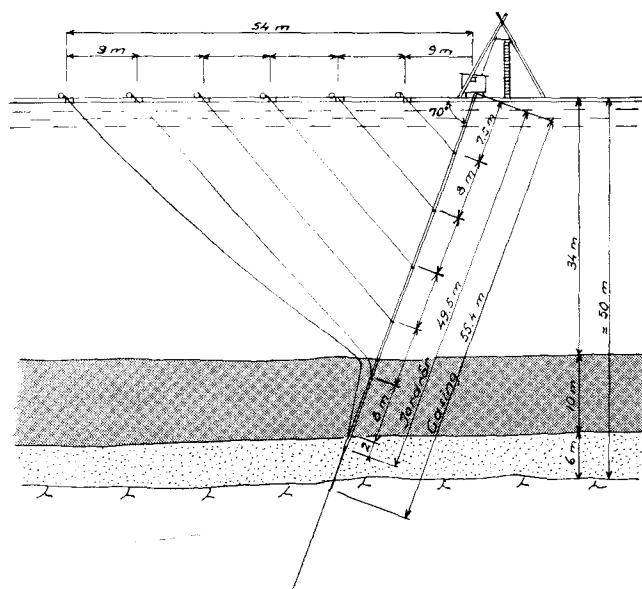


Fig. 13. Diamantborrning från isen. Nedsänkning av jordrör.

en för spolning av casingkronan. Man kan troligtvis även köra med en pump om den har tillräcklig kapacitet. Borrningen genom grus och morän ökade kronslitaget varför kronan kunde vara sluts liten vid berget. Där vi visste att borrningen skulle bli långvarig kördes alltid med ny krona och de slitna kronorna användes vid korta borrningar. När casingkronan antogs vara ca 1 m i berget mejslades innehållet i röret med vattenspolning varefter resten kördes med en gammal T-46 krona till jämnhöjd med casingkronan. Den normala borrningen kunde därefter påbörjas.

Före casingupptagningen utfördes lutningsmätning av borrhålet samt vektormätning varefter hålet fylldes med cementvälling. I två fall kördes casingkronan fast (förstördes) och efter avslutad borrning var den omöjlig att få upp. Då sprängde vi av casingröret mellan berget och jordröret, vilket i bägge fallen gick utan svårigheter med 1/2 »dynamitgubbe».

Borrning

På Su-malmens norra sida var berget mycket hårt, hårdare än på andra ställen vid Jussarö malmerna. Kronorna polerades efter 0.5—1.0 meters körning varefter lyftning måste ske. På grund av det långa jordröret måste vi köra med rätt lågt matningstryck vilket kan ha inverkat på poleringen. Efter det vi började med elektrolytskärpning av kronorna bemästrades problemet med kronorna bättre. För att underlätta borrningen i söndrigt berg användes såpa som placerades i kärnröret. Normalt användes inte några tillsatsmedel på grund av risken att fräta sönder isen runt skjulet.

När temperaturen sjönk under -20°C frös vattnet i spolpump och slangar. Detta avhjälpes med vattenslinga i kaminer genom vilket vattnet sögs. Sugledningen till kaminen isolerades med bergull och tjärpapper. Vid temperaturer kring 0°C kopplades slingan bort för att inte riskera att fräta på isen med varmvatten.

I samband med detta rätt omfattande program beslöts godkänna olika fabrikers kronor, närmast pulverkronor. Följande kronor provades:

Hagby Bruk Ab	Mod. T-46/8 S	M/A
Sverige	»	A-1/A
	»	M
	»	P-1
	»	P-2
	»	P-3
Levanto Oy	Mod. T-46-j	203 W 30
Svenska Diamantberg-	Mod. SD-N	200—250
borrnings Ab	H/3	Diabosit 30—50
Sverige	H/5	»
	H/10	»

Medellivslängden för kronorna var i medeltal ca 25 m/krona.

Kostnader

Meterkostnaden blev ungefär dubbel mot kostnader för normal diamantborrnings i gruva.

Kostnadsfördelning:

Löner och arbetsledning	59 %
Diamantkronor	22 »
Driftmaterial	10 »
Bränsle	5 »
Pliktning, mätning m.m.	4 »

Underhållet

Underhållstransporterna och isvägarna beredde oss de största svårigheterna på grund av den snörika vintern, snöstormarna och den oavbrutna skifteskörningen.

Rutintransporterna av ved, bensin och mat vi ävensom skiftesbyten sköttes av en man med en Austin Gipsy fyrhjuldriven terrängvagn. Samma man och fordon skötte även mätningsslagens underhållstransporter. Fordonet hade ofta svårt att hinna utföra alla uppdrag i synnerhet efter snöstormar då alla platser måste få ved och bensin på en gång. I sådana fall hjälpte förmannen genom att ta med bränsle på sina inspektionsturer. Till förmannens förfogande stod en Unimog-traktor.

För flyttningstransporterna vid byte av borrhål fanns en traktor med »drög» till förfogande, och i synnerhet då 2 platser samtidigt var under byte användes även förmannens Unimog. Detta medförde att förmannens rörelsefrihet begränsades under flyttningen, vilket var en uppenbar nackdel. Fordonen kördes under flyttningen av borrhållsbesättningen, varför inget extra manskap behövdes för denna fas.

Underhållets totala styrka bestod av 1 man — hjälpar vid behov i besvärligt väder.

Isvägarna

Isvägarna till borrhållsplatserna hade en total längd om ca 10 km, och var helt oskyddade för vind och drivande snö. Vägarnas bredd var ca 4—6 m, men i passen genom packisen kunde den krympa till 2.5 m då plogtraktorn inte orkade kasta vallarna åt sidan.

Vägarna utmärktes i början med Scotchlite försedda pålar för att underlätta mörkerkörning. Utmärkningen miste rätt snabbt sin betydelse då vägarna efter en längre tids snöfall och storm var så igenyrda att en ny väg måste tagas upp på sidan om den gamla.

Vid plogningen av vägarna som i vårt fall gjordes med en långsam traktorplog uppstod höga plogvallar, vilket gjorde att vägen vid yrväder täcktes av snö till samma höjd som plogvallarna varefter vägen var oframkomlig och omöjlig att ploga upp. Plogningen under snöstorm är lönlös med en vägbredd om 4—6 m, då den är igenyrd efter ca 1 timme. Isarna medgav inte användning av t.ex. en tung lastbil med hög hastighet (50 km/h) som skulle kasta snön längre åt sidan och minska vallhöjden. Lämpligast vore en kraftig snöslunga med stor arbetsbredd.

Om våren under och efter de milda perioderna hade vi problem med vattnet på isen och i synnerhet i närheten av de gamla plogvallarna kunde vattnet på isen vara 50—70 cm djupt. Vi körde då helt nya vägar långt på sidan om de gamla plogvallarna. Dessutom uppstod problem med ställvis svaga isar, i synnerhet vid mindre vattendjup och grund. Uppfartsvägarna vid stränderna täcktes av sand och grus som lossnade från fordonen efter körning på de sandade vägarna på Jussarö. Vårsolen frätte rätt snabbt på isen på dessa platser varvid vi var tvungna att göra en ny uppfartsväg och till sist måste vi ty oss till en landgång av plank.

Den bästa lösningen på vägproblemet i ett liknande fall hade troligtvis varit en 50 m bredd väg som hålls snöfri med snöslunga. Detta skulle ge följande fördelar — oberoende av vindriktning hålls alltid en del av vägbanan framkomlig — betydligt kraftigare is på vägen då det inte finns isolerande snö och då vägsträckningen är den samma hela tiden

- om våren då plogvallarna pressar ned isen och vattnet stiger på isen, flyter mittpartiet upp och hålls tort (bågformig väg)
- vägen kan vara effektivt utmärkt varför risken för vilsekörning blir mindre.

Övervaknings- och säkerhetsarrangemang

Från början av februari -66 var hela Finska Viken istäckt utan större råkar eller öppningar, isen bestod av sammanfrusen driv- och packis, delvis lös och i rörelse. Den 2. mars bröts isen upp, så att fastisranden låg ca 2.5 km söderom borrhållplatserna. Fastisranden bestod av ett 100—300 m brett sammanfruset packisband (se fig. 9). Istjockleken i detta packisband uppskattades till 1—5 m. Detta område var en buffert mot sydost-sydvästliga stormar och risken för att isen skulle brytas upp i flak och vid omslag av vind driva ut till havs var därför inte så stor. Efter 2. 3. 66 hölls fastisranden i stora drag oförändrad ända tills borrhållningarna avslutades 5. 4. 66 varefter kontrollen av randen avslutades.

Kontrollen av fastisranden skedde dels genom Sjöbevakningsstationens radar och vid vackert väder kunde vi med snöscooter köra längs randen.

Endast en gång var rörelsen i isarna så stor att borrhållning var omöjlig. Vinden var då ost-sydost 7—8 Beauf. och isarna rördes ca 10—20 cm i horisontalled och ca 5—10 cm i vertikalled. Rörelsen i isen pressade jord- och casingrör så mycket i sidled att maskinen inte orkade vrida borrhållsträngen. Rörelsen i isen varade ca 6 tim. varefter den återtog sitt gamla läge och borrhållningen kunde fortsätta. Kontroll efteråt visade rätt omfattande sprickbildningar i isen, som dock ganska snabbt frös igen.

Alla borrhållplatser var utrustade med roddbåt, signalpistol, kompass o.s.v. för den händelse isen skulle gå upp. Dessutom fanns en snöscooter som under helgerna var stationerad ute vid någon borrhållplats. I sista skedet av borrhållningarna utrustades därtill den maskin som låg närmast fastisranden med radiosändare.

Manskap

Förman	1
Borrare	6
Hjälpkarlar	6
Underhåll	1
Plogning	1 tillfällig
Ismätning	1 »
	1 + 13 + 2 tillfälliga

Sammandrag

Det planerade borrhållningsprogrammet kunde med små ändringar genomföras tack vare en ovanlig sträng vinter. Om motsvarande program hade gjorts sommartid från borrhållning och kostnaderna för tornet inräknats, hade borrhållningen blivit ca 2.5 ggr dyrare.

Borrhållning av sneda hål från isen på vattendjup upp till 100 m till berggrund torde gå att genomföra med lämplig utrustning. Stora krav ställs på planering och arbetsledning.

I vårt fall kan vi säga att isborrningen bestod av svårigheter med underhåll och transporter medan själva borrhållningstekniken som hade körts in — visserligen på mindre vattendjup — redan vintern 1962—63 gick rutinmässigt.

Vintern 1966 borrhållade Oy Vuoksenniska Ab sammanlagt 9 diamantborrhål på totalt ca 2 000 m från isen i malmkropparna Sundharu, Högharu och Västergadden. Sundharu malmen är belägen ca 4.5 km, Högharu ca 1 km och Västergadden ca 2.5 km söderom ön Jussarö i Finska viken. Sundharu, till vilken tyngdpunkten var förlagd, ligger sämst till på grund av sitt läge i öppna havet.

Enda möjligheten att undersöka malmen är att borra från torn sommartid eller vintertid från isen. Enligt gjorda undersökningar skulle en borrhållning från torn ha blivit ca 2.5 ggr. dyrare än kostnaderna för det nu genomförda programmet.

Vattendjupet på borrhållningsplatserna var 15—35 m och avståndet till berggrund 15—50 m. Malmens stupning är 70—90° från horisontalplanet. Hålens lutning var mellan 45—70° beroende på det beräknade djupet för skärningspunkten med malmen.

Borrhållningstekniken är följande: Jordröret fungerar som bärande element för rörsträngen. Jordröret är upphängt i vajrar från isen och drives så långt in i bottenlammet eller moränen som möjligt utan större våld. Som fortsättning på jordröret borrhållas med casing ca 1—2 m in i berget. Häfter borrhållas med normal borrhållningsutrustning och med lågt matningstryck. Beträffande kostnaderna kan nämnas att de steg till det dubbla jämfört med normal diamantborrning i gruva.

Det djupaste vatten vi borrhållade på var ca 50 m till berggrund varav ca 15 m var slam och morän. Hålens lutning var då 70°.

Med lämplig utrustning torde det vara fullt möjligt att borra sneda hål (70°) på lodrätt djup upp till 100 m till berggrund.

BORRNINGSDATA

Borrhål	Borrmask.	Jordrör	Casing	Borrhåll.djup	Borrmeter	Tot. eff.	Borrhåll.sjunkn.	Medeleff.
	nr.	m	m	tot. djup	netto			
				m	m	dygn	m/dygn	m/dygn
Hö 4	1	—	—	250.42	250.42	20.5	15.65	12.22
Hö 5	3	16.69	22.92	223.30	200.38	27.0	13.59	8.27
Su 4	2 (kälke)	49.51	55.40	206.21	150.81	21.0	11.60	9.82
Su 5	1	32.50	33.27	163.00	129.73	21.0	15.26	7.76
Su 6	3	36.00	43.32	377.00	333.68	42.5	11.12	8.87
Su 7	2 (kälke)	43.04	44.05	264.05	220.00	18.0	15.71	14.70
Su 8	1	19.60	21.94	188.05	166.11	16.0	15.82	11.75
Su 9	1	42.34	43.00	148.75	105.75	15.0	17.63	9.92
Vg 4	2 (kälke)	24.70	26.00	108.87	82.87	14.0	11.84	7.78
				1929.65	1639.75	195.0	13.66	9.90

Rörelsen i isarna var i allmänhet så liten att den inte invercade på borrhningen.

De största svårigheterna hade vi med underhållet och transportererna på grund av den snörrika vintern, borrhnings-platsernas oskyddade läge och den oavbrutna skiftes-körningen.

Litteratur:

Erkki Palosu: Jäätälven kesto aika Suomen rannikoilla 1931—1960.

—»— Pohjanlahti talvella II Jäätyminen ja jäänlaadut.

SUMMARY

In the Jussarö area Oy Vuoksemmiska Ab has carried out in 1954—1959 an extensive exploration work before the exploitation, and during the production period since 1961. The ore field is situated in the outer archipelago of Tammisaari in the Gulf of Finland. All outcrops are submarine (depth of water varies 10—40 m), hence the exploration has encountered many unexpected difficulties. In the geological work the scarcity of outcrops in the ore-bearing formation has caused the main problem. In the geophysical exploration magnetic methods only were useable. These were partly airborne partly ground measurements on the ice (when possible) or on moving vessels which were located by radar system. The biggest disadvantage under these circumstances has been very limited possibilities for diamond drilling mainly because only during few winters the sea is covered by strong and thick ice for a sufficiently long period. The winter 1965—1966 was an exceptionally cold one so as to allow about 2 1/2 months time to work on the ice. During this period a 43 km² area was covered by an airborne magnetic survey on two levels, 25 m and 100 m above the sea (Fig. 2). Vertical intensity measurements on the ice included 5050 points and 20,607 points were measured by magnetic gradient survey. In addition the ore zones were ascertained by magnetometer sunk on the sea bottom (7344 points) (Fig. 5). During the winter 1966 nine diamond drill holes were drilled on three magnetic anomalies. Six of these were on the Sundharun orebody which was the main object of the last exploration period. The diamond drilling as well as all ground work was hampered locally by heavy

pack ice (Fig. 10), which together with strong winds and severe frost impeded the mobility of the equipment and rendered servicing of personnel and machinery almost impossible.

In the Jussarö field there are three ore zones, which are magnetically surveyed. The northernmost is Orrkobben-Stenlandet, which continues to the east as Segersten and Lerharun anomalies. The present production is from the two first mentioned bodies. About 2 km west of Orrkobben is the c. 2 km long Västergadden zone. The third one is 4,5 km south of Jussarö in the open sea. This anomaly is an about 3,5 km long zone nearly in east-western direction.

In all three zones the ore is situated in schists, which form long and narrow bands in plutonic rocks (diorite-granodiorite) or remnants in migmatitic microcline granite. The schists are presumably mostly of volcanic origin (leptites), though there is in certain horizons a clear concentration of Al₂O₃ (sillimanite and garnet). At least the Orrkobben-Stenlandet-Segersten-Lerharun bodies are all in the same horizon, which are underlain by sillimanite rich schist or in places by hematite banded microcline gneiss. This last mentioned resembles banded iron quartzites, though the mineral composition is not that of a typical iron quartzites. The ore horizon itself consists of garnet-biotite schists, where magnetite occurs as dissemination. The fine-grained less altered type has a banded texture, when quartz-rich bands are alternating with magnetite-garnet bands.

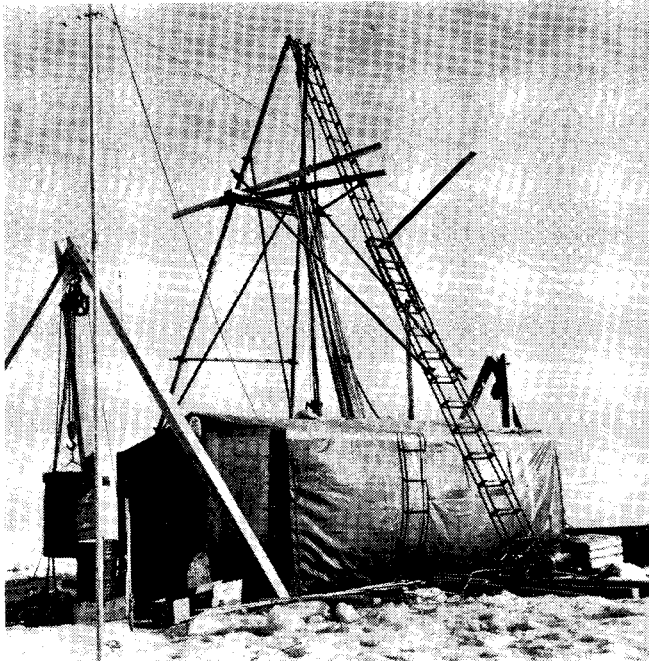
From the two other zones Västergadden could be in the same horizon as Orrkobben-Stenlandet, but displaced by faulting. Its double folded structure is similar to that of the Orrkobben-Stenlandet zone (Fig. 3 and 4). The Sundharun zone is so far away, that it is too hazardous to say anything of its structural connection with the other zones. Country rocks and the geological milieu are, however, very much the same.

The quality of the ore is rather homogeneous in all zones. The average composition is as follows: Fe magn 21—27 %, Mn 1,7—1,8 % (in garnet), SiO 40—45 %, P 0,02—0,04 % and S 0,01 %. The grainsize of magnetite is on average 0,1 mm, but in fine-grained banded ore only 0,05 mm. Garnet and sometimes quartz, too, contain very fine-grained »dusty» magnetite inclusions, 5—7 μ in diameter, which cause difficulties in concentration.

A preliminary estimation of ore is made according to magnetic survey and diamond drilling. The Orrkobben-Stenlandet-Segersten zone, which is best known, contains 25 mill. tons of ore of which 17 mill. tons belong to the proved and probable ore. The Västergadden zone has an area of 30 000 m² and the Sundharun zone 67 000—70 000 m². The depth of these ore zones is not determined but according to the calculations of the magnetic anomaly it might be in the Sundharun body 450—700 m ± 150—200 m. This estimation, though preliminary, gives a base for a further exploration.

A.M.

**Vuorimiesyhdistyksen vuosikokous pidetään
maaliskuun 31 p:nä ja huhtikuun 1 p:nä
1967.**



Harvinaislaatuinen talvikairausta Itämeren tuntumassa

*Dipl.ins. Heikki Raja-Halli, Suomen Malmi Oy,
Otaniemi*

Geologisen tutkimuslaitoksen syksyllä 1965 suorittamissa aeromagneettisissa mittauksissa saatiin noin 12 km Utön majakan itä-kaakkoispuolella (E 23° S) voimakas magneettinen anomalia, joka viittasi merenalaisen rautamalmien olemassaoloon.

Poikkeuksellisen kylmän talven johdosta jäätyi Suomenlahti ohi Utön ja helmikuun alussa oli mahdollista täydentää magneettisia tutkimuksia jäältä.

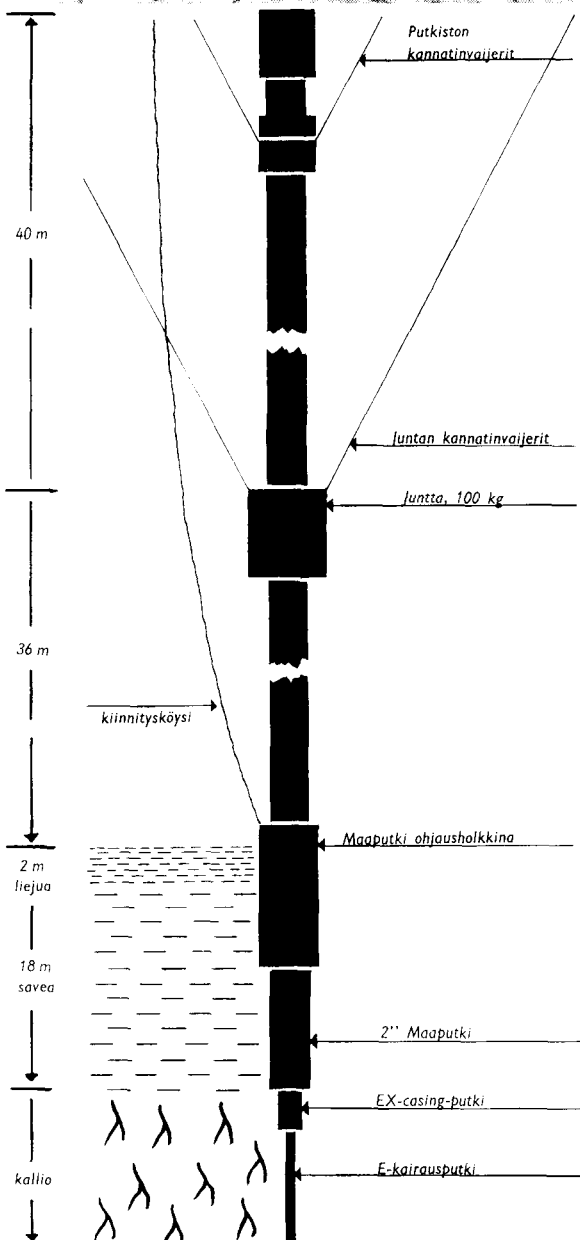
Jäällä sekä eri tasoilla jään pinnan alapuolella suoritettujen magneettisten mittausten avulla voitiin oletettu malmi tarkkaan paikantaa. Magneettiset mittaukset osoittivat lisäksi, että malmin yläpinta olisi n 20 m meren pohjan alapuolella eli lähes 100 m syvyydellä jäänpinnalta.

Ainoa mahdollisuus näytteen saamiseksi oli syväkairausta. Tähän oli olemassa mahdollisuudet erikoisen kylmän talven ansiosta. Tilaston mukaan mahdollisuus talvikairaukseen tällä alueella on vain kerran 5 vuodessa.

Toisaalta kairaolosuhteet eivät olleet kaikkein edullisimmat. Kairausten aloittaminen lähimmältä luodolta, jonne oli matkaa yli kilometrin, oli mahdotonta lähinnä sen vuoksi, että malmin kaade oli etelään, tässä tapauksessa luodolta poispäin. Jäämittausten aikana oli ilmennyt, että paikalla oli vettä 75—80 metriä. Erikoista pulterikkaa tai moreenikerrosta ei prof. Hyypän mukaan ollut odotettavissa pohjakallion päällä.

Edelläsanotun lisäksi oli otettava huomioon kuljetustekniset vaikeudet. Myös oli otettava huomioon mahdollisuus, että jääsuhteet nopeasti huonontuisivat ja tekisivät mahdottomaksi kaluston siirtämisen turvaan tarpeeksi nopeasti. Paitsi ettei käsillä ollut olemassa vapaana suurta konetta, oli edellä sanotuista syistä johtuen turvallisempaa lähteä yritykseen pienemmällä koneella, jonka mahdollinen menetys ei olisi niin suuri.

Geologisen tutkimuslaitoksen tilauksesta ryhdyttiin helmikuussa suunnittelemaan kairausta näytteen saamiseksi 100 metrin syvyydellä olevasta malmista. Aikapula oli ilmeinen, minkä vuoksi erikoistoimenpiteet olivat tarpeen. Geologinen tutkimuslaitos huolehti kuljetuksista, majoituksesta, asetti käyttöön traktorin, jeepin ja Ski-Doon jääkuljetuksia varten samoinkuin kairaukseen tarvittavan putkiston ja kolmijalan, Suomen Malmi Oy osaltaan muun kairauskaluston sekä kairaushenkilöstön. Kalusto saatiin kairaupaikalle helmikuun 17 päivänä.



Työn teknillisestä suunnittelusta ja suorituksesta vastasivat lähinnä fil.maist. Antti Mikkonen, ins. Risto Siirala ja teknikko Heikki Haikonen.

Turvallisuus tässä omalaatuisessa operatiossa vaati sangen monenkertaisen varmistuksen. Geologisen tutkimuslaitoksen toimesta asennettiin kairauskopille hälytyslaitteisto valomerkkeineen, joka oli sidottu ed. mainitulle luodolle sekä 1,8 km kairauspaikan E-puolella sijaitsevalle Kalkskärin saarelle, jään liikkumisen toteamiseksi. Lisäksi oli olemassa suora puhelin- ja radiopuhelinyhteys Utön majoitushuoneessa olevaan päivystäjään. Loppuvaiheessa oli mukana helikopteri kuljetusten nopeuttamiseksi ja varmistamiseksi.

On selvää, että kairaus sinänsä muodostui tavallisuudesta poikkeavaksi. Tarkoituksena on oheisen kuvan puitteissa kuvata kairauksen teknillistä puolta. Lähtökohtana olivat seuraavat perustekijät:

Käytettävissä oli Pioneer-luokan kairauskone. Se oli kuljetusten kannalta kevyt, mutta toisaalta se oli heikko käsittelemään raskaaksi muodostuvaa putkistoa.

Oli otettava huomioon jään voimakaskin liikehtiminen sekä pysty- että sivuttaissuunnassa (railot).

Joskin minimivaatimuksena oli vaikkapa pienenkin kairausnäytteen saaminen malmista, haluttiin, yrityksen onnistuessa, kairata malmin läpi. Tämä oli otettava huomioon putkistoa ja kairustekniikkaa suunniteltaessa.

Esiintymän kaade oli geofysikaalisten laskelmien mukaan etelään. Tämän varmistaminen kairauksella oli tietenkin ensiarvoisen tärkeää. Tämä taasen muodostuisi helpommaksi, jos samalta lähtöasemalta voitaisiin kairata kaksi reikää. Näin myös tapahtui.

Yritykseen lähdettiin 2" casing-putkistolla, mikä oli tarkoituksena »laskea» meren pohjaan ilman terää. Tämän putkiston paino tuli olemaan 900 kg, minkä pystyssä pitäminen oli eräs keskeisimmistä ongelmista. Se ei saanut jäädä lenkoamaan, mutta se ei myöskään saanut roikua kopin lattian varassa, jolloin se jään noustessa ja laskiessa liikkuisi ylös ja alas. Viimemainittu pulma ratkaistiin riiputtamalla putkistoa vastapainojen varassa paikoillaan. Putken yläosasta johti kaksi vaijeria väkipyörien kautta vastapainoihin, joina käytettiin kahta vedellä täytettyä tynnyriä.

Toinen erikoislaatuinen ratkaisu oli putken tukeminen 40 metrin syvyydellä tavallisella 100 kilon juntalla, jolla vaimennettiin putkiston »värinä» kairauksen aikana. Junttaa kannatti neljä jäälle tuettua vaijeria ja se pääsi liikkumaan 2" casing-putken ulkopuolella jään liikkuaessa. »Juntta-tukemisella» tuli olemaan myös toinen ja ovelampi tarkoitus, mistä toisen reiän yhteydessä tarkemmin. Kun edelläkuvattu 2"-maaputki oli laskettu pohjaan, pudotettiin sen ulkopuolella köyden varassa riiputettu 3-metrinen 100 mm:n putki pohjaan suuosan varmistamiseksi.

Senjälkeen kun 2"-maaputki edellä mainittuine tukitointimenpiteineen oli saatu paikoilleensa, alkoi jännityksellä odotettu varsinainen maakairaus E-casing putkistolla. Tämä vaihe oli yllättävän helppo. Osoittautui, että 2"-maaputki oli asettunut kallion pintaan 97 metrin syvyydellä, varsinaista moreenikerrosta ei ollut, joten E-casing ajo supistui puolitoistametriseen kiintokallioajoon. Tämän jälkeen saattoi normaalikairaus alkaa ilman sen kummempia vaikeuksia. Se tehtiin ruotsalaisella kevytmetalliputkistolla käyttäen T-35-terää. Reikä ajettiin 127,58 metriin, viimeiset 5 metriä sivukivessä. Näin oli ensimmäinen reikä onnistuneesti saatu päätökseen maaliskuun toiseen päivään mennessä.

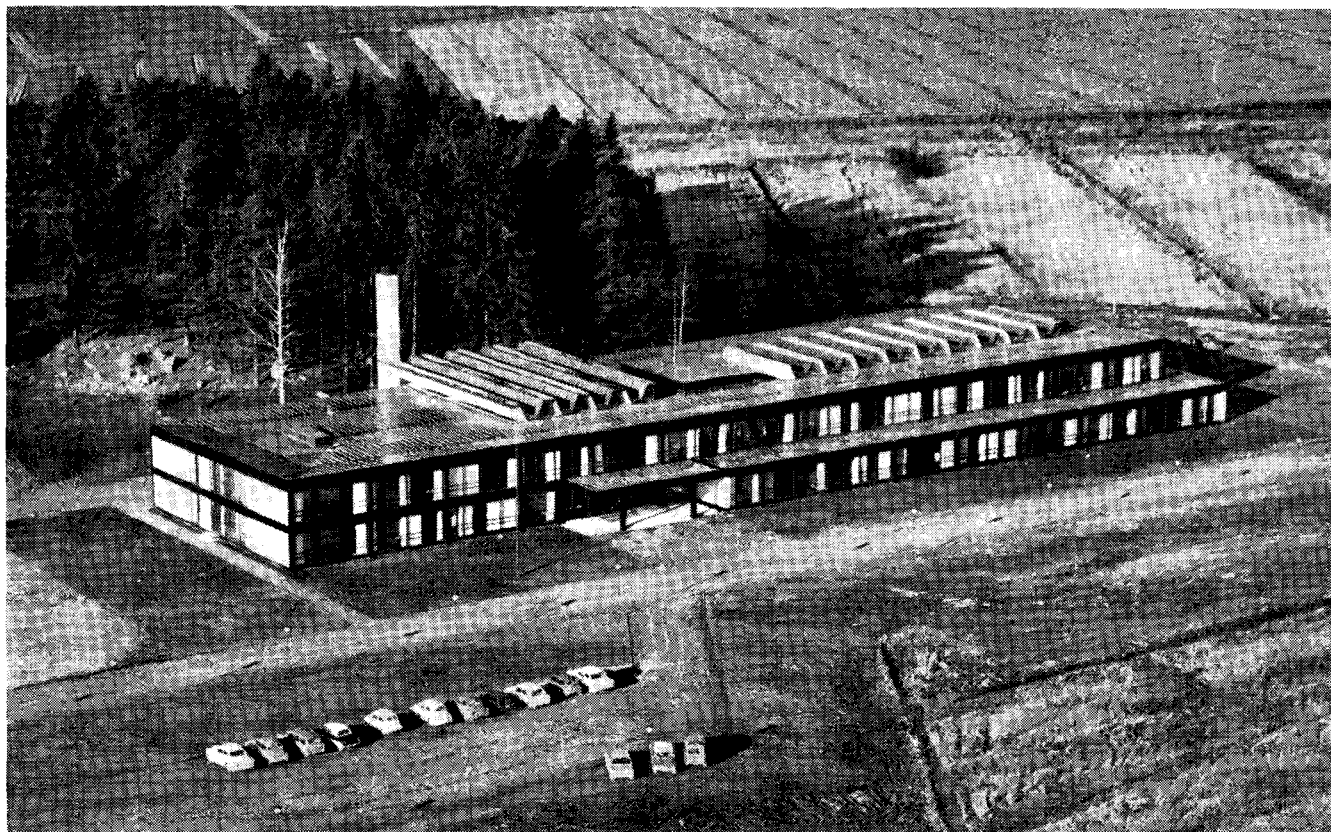
Ajan voittamiseksi tehtiin toinen reikä poikkeuksellisesti samalta konealustalta. E-casing-putket otettiin pois, 2"-maaputkia (ohjausmuhveineen) nostettiin 22 metriä lieju-savikerroksen yläpuolelle, minkä jälkeen putkiston alapäästä siirrettiin juntalla pari metriä pohjoiseen. E-casing-putket laskettiin uudelleen 98 metrin syvyyteen. Kummassakin reiässä seurattiin tietenkin tarkoin putkiston kaltevuuksia. Toisessa reiässä muodosti casing-putkisto aikamoisen mutkan juntan kohdalla, ja siirsi ala päästään pystysuoran reiän aseman 4,3 m päähän ensimmäisestä reiästä. Toinen reikä oli valmiina 7. 3. 66.

Helmikuun auringoiset pakkaspäivät olivat nyt takana-päin ja näihin aikoihin sää oli erittäin vaihtelevainen. Pitkäaikainen nollakeli sumuineen ja ajoittain kovat tuulet enteilivät kriittilliseksi muodostuvia kairausolosuhteita. Toisaalta jää pysyi lujana, railoja ei ilmaantunut ja kulku reikäpaikalle tuntui vielä turvalliselta. Tähän mennessä saadut tulokset olivat mielenkiintoiset joskin ne antoivat kuvan vain malmin toisesta puolesta, ensimmäinen reikä kun oli suunnattu häiriön keskustaan. Päätettiin uskallattua vielä kolmanteen yritykseen, jotta myös malmin kattopuolelta olisi saatu näytettä.

Tätä varten oli kone kokonaisuudessaan muutettava parikymmentä metriä etelään. Joskin työrutiini oli saatu, vaati muutto neljä päivää. Kiinnitysvaijerit oli kaikki kalastettava avannoistaan ja uitettava uusiin paikkoihinsa. Teknillisesti työ sujui kimmelluksitta, mutta nopeasti idästä pohjoiseen kääntyvä myrsky pakotti keskeyttämään työn maaliskuun 15 p:nä, jolloin reiän syvyys oli 102,68 m, kymmenkunta metriä kattoraakussa. Arvokkaampi jäänpääallinen kalusto evakoiitiin luodolle, puutavara, suojaputkistot, sementit ym oli pakko jättää kalanneruuksi. Seuraavana päivänä sää salli kuitenkin pelastetun kaluston hakemisen pois luodolta Utön laivalaiturille. Mainittakoon, että tässä viimeisessä vaiheessa pyydettiin »Uisko» varmistamaan tilannetta. »Uisko» saapuikin Ahvenanmereltä ponnistellen koko yön äärimmäisen vaikeissa ahtojäissä. Onneksi varsinaista hätätilannetta ei syntynyt, mutta »Uiskon» ja helikopterin läsnäolo antoi kuitenkin varmuuden ihmishenkien pelastumisesta vaikka kairauspaikka olisikin lähtenyt ajalehtimaan. Edellisen päivän jäätiedustelu helikopterilla nimittäin osoitti rai-loutumisen alkaneen huoltotiellä samalla kuin avomeren reuna lähestyi uhkaavasti.

Summary

An exceptional drilling operation was accomplished during the cold winter months in the neighbourhood of Utö, the outmost lighthouse in southwestern Finland. In the aeromagnetic surveys made in 1965 an anomaly was disclosed which predicted an iron ore below the bottom of the sea. While the bedrock was deepseated under a layer of 20 meters of clay and 80 meters of water, an unusual drilling technique was applied to get samples of the anticipated ore. Special counterbalancing arrangements were made to keep the heavy casing-string in a standstill and not to follow the up and down movement of the ice. Extra precautions were also needed to safeguard the drill set-up from being isolated or moved away by the ice cracks. It might be mentioned that statistically the sea freezes once every five years that far in the open Baltic as to facilitate such a drilling. It was succeeded to penetrate the upper part of the inclined ore-body by two drill holes.



Outokumpu Oy:n uusi tutkimuslaboratorio Espoossa Olarin kylässä.

Outokumpu Oy:n tutkimuslaboratorion laajeneva toiminta

Dipl.ins. Antero Leppälä, Outokumpu Oy, Tapiola

Outokumpu Oy on kuten tunnettua viime vuosikymmenien aikana voimakkaasti laajentanut toimintaansa sekä kaivos- että metallurgisen teollisuuden alalla. 50-luvun loppupuolella useiden uusien laitosten perustamisen ollessa ajankohtainen näiden instrumentointi muodosti tärkeän tehtäväkentän, jota hoitamaan vuonna 1958 perustettiin erillinen osasto. Jo toimintansa alkuvaiheissa osasto joutui toteamaan ne mahdollisuudet, jotka instrumenttiteollisuudella olivat käyttämättä. Huomiota kiinnitti erityisesti se, että useat kaivos- ja metallurgisen teollisuuden kannalta tärkeät mittaus- ja instrumentointiongelmien vielä olivat ratkaisematta tai epätydyttävästi hallittuja.

Toimintaa laajennettaessa otettiin osaston ohjelmaan eräiden yhtiölle tärkeiden markkinoilta puuttuvien laitteiden kehittäminen. Tämän työn tuottamat ratkaisut herättivät mielenkiintoa myös yhtiön ulkopuolella ja niitä koskevia tiedusteluja saapui useilta koti- ja ulkomaisilta yhtiöiltä. Saadut myönteiset kokemukset vaikuttivat osaltaan kaksi vuotta sitten tehtyyn päätökseen aloittaa kaivos- ja metallurgisen teollisuuden instrumenttien tuotanto. Tästä toiminnasta vastaa yhtiön Tutkimuslabora-

torio. Tämä toi Outokumpu yhtiön piiriin näennäisesti täysin erillisen alueen, joka kuitenkin todellisuudessa varsin läheisesti liittyy vuoriteollisuuden omaan kehitykseen. Yhtiön monet laitokset tarjoavat toisaalta mitä parhaimman kentän prototyypin kehittämiseksi ja valmiiden laitteiden koekäytölle. Instrumentointi- ja mittausongelmien esilletuojana yhtiön omilla laitoksilla on myös merkittävä osuus.

Uusien ideoiden etsiminen, niiden teoreettinen selvitys ja onnistunut toteutus prototyypeinä muodostaa Tutkimuslaboratorion toiminnan perustan. Tämä työ on tyypillisesti sovellettua tutkimusta, tunnettujen teoreettisten tosiasioiden ja teknillisten ratkaisujen hyväksikäyttöä ja yhdistämistä uudella tavalla siten, että lopputulos täyttää tietyt vaatimukset. Tällainen työ edellyttää mielikuvitusta ja tradition painolastista vapautuvaa ajattelua. Eräänä toimintaa rikastuttavana tekijänä on ollut läheinen yhteistyö Teknillisen Korkeakoulun ja Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen kanssa. Varsinkin Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen Teknillisen fysiikan laboratoriossa tehty pitkäaikainen työ on johtanut useiden ainutlaatuisien instrumenttien syntymiseen.

Idearikkaus ja luova suunnittelu eivät kuitenkaan yksin luo riittävää perustaa huipputasoa olevien instrumenttien valmistukselle. Vasta kun suunnitelmien toteuttamiseksi on käytettävissä korkealuokkainen käsityötaito voidaan odottaa arvostelun kestäväää lopputulosta. Yhtiön Tutkimuslaboratorion toiminnassa korostetaan voimakkaasti hienomekaanisen ammattitaidon tärkeyttä sekä työmenetelmien kehittämistä.

Instrumenttien kehitys muodostaa kuitenkin vain osan Tutkimuslaboratorion toiminnasta. Yhtiön omien ja ulkomaille suunnitteleminen laitojen instrumentointisuunnitelmien laatiminen on jatkuvasti merkitykseltään kasvavassa. Tähän toimintaan liittyy läheisesti prosessidynaaminen tutkimustyö. Tärkeän alueen muodostaa myös yhtiön laitoksille annettava neuvotteleva apu ja pienoismallikoeket sekä suunnitteilla että käytössä olevien prosessien olosuhteiden selvittämiseksi.

Tutkimuslaboratorio siirtyi uusiin sille rakennettuihin tiloihin lokakuun 7. päivänä 1966. Laboratorio sijaitsee Espoossa Olarin kylässä noin 10 km päässä Helsingistä. Korkealuokkaisen ja monipuolisen kojeistuksensa ansiosta laboratorio tarjoaa mitä parhaimmat puitteet tutkimus- ja kehitystyölle sekä tuotannolle.

Tutkimuslaboratoriossa valmistetaan tällä hetkellä neljää eri instrumenttia, jotka ovat: magneettivaaka Satmagan, porareian ympäristön magnetiittipitoisuuden mittari Suskeptimetri, ominaispinta-alamittari Permaran sekä kaivosromun ilmaisemiseksi kuljetushihnalta kehitetty metallinilmaisin. Kehitysvaiheessa olevien prototyyppien määrä on kuitenkin moninkertainen valmiisiin laitteisiin nähden. Toimitukset suuntautuvat enimmäkseen ulkomaille, sillä kojeista on noin 85 % viety pääasiassa Ruotsiin, U.S.A:han ja Kanadaan mutta myös Saksaan, Norjaan ja Chileen. Instrumenttien saamaa myönteistä vastaanottoa osoittavat noin 50 maasta saapuneet lukuisat tiedustelut.

Seuraavassa esitellään lähemmin Tutkimuslaboratorion valmistamat neljä instrumenttia: magneettivaaka Satmagan, porareian ympäristön magnetiittipitoisuuden mittari Suskeptimetri, ominaispinta-alamittari Permaran sekä kaivosromun ilmaisemiseksi kuljetushihnalta kehitetty metallinilmaisin.

Metallinilmaisin

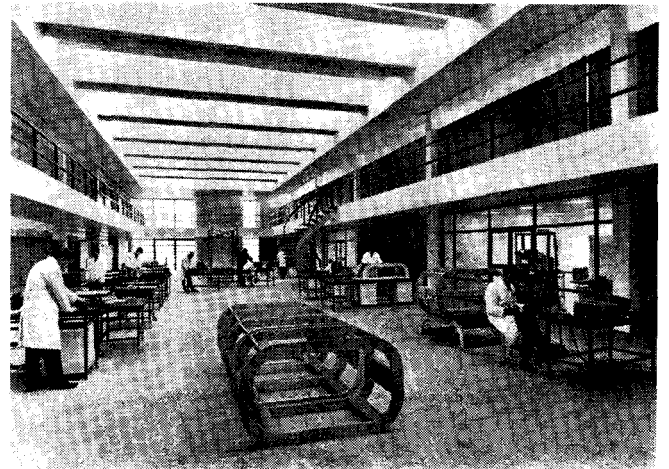
Kaivosromun ilmaiseminen primäärimurskatusta mal-

mista on kauan muodostanut merkittävän ongelman, jonka ratkaisemiseksi on kehitetty useita laitteita. Nämä eivät kuitenkaan ole soveltuneet käytettäväksi kaikissa olosuhteissa. Luotettavan metallinilmaisimen tarve on ollut virikkeenä Outokumpu Oy:n noin neljä vuotta sitten aloittaessa uuden ilmaisimen kehitystyön. Tämän työn tuloksena kehitetty metallinilmaisin on osoittanut täyttävän ne vaatimukset, jotka sille alunperin asetettiin. Ilmaisimella toimii moitteettomasti kaikissa olosuhteissa, myös rikkaissa magnetiittimalmeissa. Kehitetty metallinilmaisin pystyy havaitsemaan myös mangaaniteräksiset kappaleet, johon tähän asti saatavissa olleilla laitteilla ei ole pystytty.

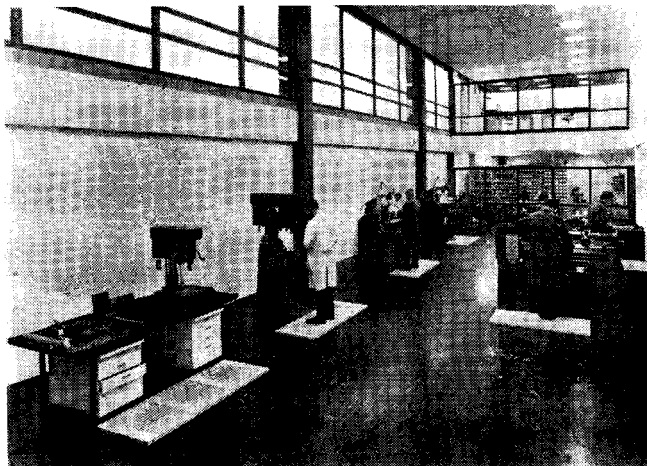
Instrumentti käsittää erilliset lähetin- ja vastaanotinyksiköt. Hihnalla kulkevan materiaalin vastaanottimen kelasysteemiin antama signaali analysoidaan täysin uutta periaatetta soveltaen. Tähän tarvittavat monimutkaiset elektroniikka- ja logiikkayksiköt ovat transistoroituja ja suunniteltuja kestävämmän kaivoksissa valitsevat vaikeat olosuhteet.

Magneettivaaka Satmagan

Magnetiitin kemiallinen analysointi on työlästä ja käytettävissä olevat menetelmät ovat hitaita. Laitteet, jotka



Päähalli, jossa tilaa vaativat instrumenttikokeilut ja laitteiden kokoonpano tapahtuvat.



Yleisnäkymä koneistushallista. Hienomekaanisen työstön lisäksi suoritetaan laboratorioissa mm. vaativaa lasinpuhallusta ja optista hiontatyötä.



Osa elektroniikkapuolen tiloista. Lisäksi on laboratorioissa erilliset tilat sovelletun fysiikan, röntgenfysiikan ja tyhjätekniiikan tutkimukselle.

perustuvat näytteen magneettisen susceptibiliteetin mittaamiseen, ovat verraten yleisiä. Tämäkään menetelmä ei sovellu tarkkuutta vaativiin analyysitehtäviin, koska samankin aineen susceptibiliteetti vaihtelee sen rakenteesta ja ulkonaisista olosuhteista riippuen.

Satmaganin toiminta perustuu näytteen kyllästysmagneetointiin. Magneettinen momentti kyllästystilassa on riippumaton näytteen rakenteesta, koosta ja muodosta. Menetelmä tarjoaa näin ollen erinomaisen mahdollisuuden magneettisten aineiden analysoimiseksi. Mittausperiaatteen ansiosta instrumentilla saatujen tulosten epätarkkuus on alle 0,1 %. Analyysin suorittamiseen kuluu vain 1 minuutti ja tulos osoittaa suoraan analysoitavan aineen paino-osuuden näytteessä. Näytteen paino kompensoituu mittauksen aikana, joten näytettä ei ennen mittausta tarvitse punnita.

Satmaganin sovellutuksista kaivosteollisuuden kannalta tärkein on epäilemättä sen käyttö magnetiittianalyysaattorina. Instrumentti soveltuu erinomaisesti esim. rautamalmin, rikasteen ja jätteen analysointiin. Hematiitin heikon magneettisen momentin takia tämä ei häiritse

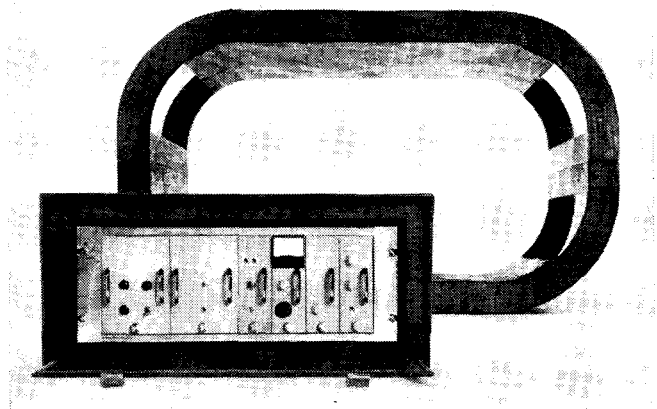
magneetiitin analysointia. Myöskään magneettikiisun läsnäolo ei yleensä vaikuta häiritsevästi tuloksiin. Satmagania käytetään myös menestyksellisesti mm. Outokumpun Harjavallan tehtailla kuparin ja nikkelin valmistuksessa syntyvien kuonien magnetiitti- ja kokonaisferriittipitoisuuden määrittämiseksi. Lisäsovellutuksina mainittakoon magnetiitista valmistettujen pellettien lämpökäsittelyn ja rautamalmin sintrauksen valvonta. Instrumenttia voidaan käyttää myös pasutuksen valvontaan, esim. karbonaattimalmin hapettavassa pasutuksessa ja hematiitin magnetoivan pasutuksen yhteydessä.

Metallurgian tarjoamista monista käyttömahdollisuuksista mainittakoon, että instrumenttia on käytetty mm. pieniä määriä rautaa sisältävän kuparihilan magneettisten ominaisuuksien tutkimiseen. Myös austeniittis-martensiittisen ruostumattoman teräksen sisältämän martensiittimäärän mittaamiseen laite on erityisen sovelias. Sovellutuksia löytyy luonnollisesti juuri metallurgian piiristä runsaasti ja instrumentin monipuolisuus tuleekin parhaiten näkyviin tällä alalla.

Porareian magnetiittimittari Susseptimetri

Vaikka timanttikairaamalla saadun porasydämen tutkiminen antaa tunnetusti täydellimmän kuvan kallion ominaisuuksista, on menetelmän kalleuden johdosta pyrittävä löytämään muita keinoja luotettavan informaation saamiseksi. Magnetiittiesiintymästä sellainen saadaankin mittaamalla porareikää ympäröivän kiven näennäinen susceptibiliteetti sähkömagneettisin menetelmin. Susseptibiliteetin ja pitoisuuden välinen yhteys on pienillä pitoisuuksilla lineaarinen. Epälinearisuus suurilla pitoisuuksilla ei kuitenkaan vaikuta tuloksiin niiden tarkkuutta heikentävästi. Menetelmän etuna on sen nopeus ja luonnollisesti se säästö, joka saavutetaan välttyttäessä timanttikairaukselta.

Tieto porareian ympäristön magnetiittipitoisuudesta saadaan porareikässä liikutettavan sondin välityksellä. Sondin vastaanottama signaali vahvistetaan ja ilmaistaan osoittavalla mittarilla, jonka lukema on kalibrointi-



Metallinilmaisin.



Magneettivaaka Satmagan.



Malmin magnetiittipitoisuuden mittausta Susseptimetrillä.

käyrän avulla suoraan muunnettavissa magnetiittipitoisuudeksi. Mittarin kalibrointi tapahtuu kokeellisesti ja sen tulos riippuu magnetiittiesiintymän laadusta. Suskeptimetrien mittausrvirhe on yleensä alle 2 %. Laitte on konstruoitu siten, että saatu tulos ilmaisee keskimääräisen magnetiittipitoisuuden puolen metrin matkalla. Mittausnopeus on noin 5 m porareikää minuutissa.

Suskeptimetri soveltuu erinomaisesti magnetiittiesiintymien kartoittamiseen sekä käytettäväksi louhintapölyyksen yhteydessä malmin rajojen määrittämiseen. Malmin ollessa liuskeista on näennäinen suskeptibiliteetti ja siis mittaustulos riippuvainen liuskeisuuden suunnasta. Suskeptibiliteetin minimiarvo on verrannollinen magnetiittipitoisuuteen. Näin ollen käytettäessä instrumenttia magnetiitin analysoimiseksi haetaan mittarin minimiosoitus kiertämällä sondia porareikässä. Tunnettaessa anisotrooppisen malmin ominaisuudet voidaan instrumenttia käyttää myös liuskeisuuden suunnan määrittämiseksi.

Ominaispinta-alamittari Permaran

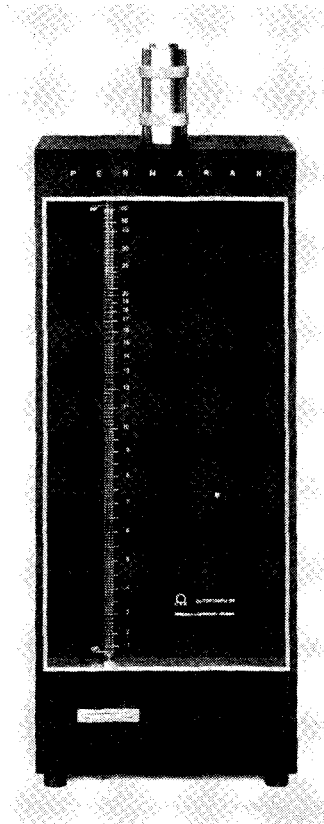
Eräs tärkeimpiä jauheiden ja kuitujen käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä on niiden ominaispinta-ala ja sitä vastaava keskimääräinen rae- tai kuitukoko. Nopean ja luotettavan ominaispinta-alamittarin tarve on ollut virikkeenä Permaranin kehittämislle. Instrumentin toiminnan perustaksi on valittu ominaispinta-ala ja näytteen virtausvastuksen välinen yhteys. Tätä tunnettua menetelmää on sovellettu uudella tavalla siten, että tuloksena on monipuolinen ja luotettava instrumentti, jonka mittausalue on erittäin laaja. Tulosten toistettavuus on parempi kuin 1 % ja mittaukseen kuluva aika yksinkertaisen näytteenvalmistusmenetelmän ansiosta vain noin

3 minuuttia. Permaranin mittausalue on $100 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$ — $180\,000 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$, mikä vastaa 600μ — $0,3\mu$ keskimääräistä raekokoa.

Mittausta varten punnitaan mitattavaa ainetta sopiva määrä, minkä jälkeen siitä näytekennossa puristetaan tiivis patja. Kenno kiinnitetään laitteen päällä olevaan jalustaan ja ominaispinta-alaan verrannollinen tulos luetaan nestemanometrin asteikolta.

Instrumenttia ei luonnollisestikaan ole voitu konstruoida sen perustana olevaa teoriaa paremmaksi. Virtausvastuksen ja ominaispinta-alaan välinen riippuvuus on todellisuudessa huomattavasti monimutkaisempi kuin sille johdetut pelkistetyn yhtälöt. Vaikeimmin huomioon otettavissa on näytepatjan huokoisuuden vaikutus mittaustulokseen. Huokoisuus voidaan kuitenkin pitää vakiona, jolloin se ei aiheuta tuloksiin hajontaa.

Ominaispinta-alaan mittausta muodostaa vaikean ongelman. Permaran tarjoaa tähän kuitenkin ratkaisun, jonka etuina moniin muihin nähden ovat monipuolisuus, tulosten hyvä toistettavuus, mittauksen nopeus ja yksinkertaisuus sekä laaja mittausalue. Mittarin lukuisista käyttömahdollisuuksista vuoriteollisuudessa mainittakoon mm. sen käyttö rikastustekniikassa, kalkki- ja sementtiteollisuudessa, pulverimetallurgiassa ja sintrauslaitoksilla.



Ominaispinta-alamittari Permaran.

Summary

In the last decade a period of vigorous expansion has started in the Outokumpu Company. The instrumentation of new plants has formed an important field of interest. As a result a separate department for the planning and development of instrumentation in the Company was founded in 1958. The development of instruments which were necessary and which were not commercially available was soon included in the program. The general interest shown towards the developed apparatus was a contributing factor when two years ago the decision to begin manufacture of the instruments was made.

The Research Laboratory of the company is responsible for the development of the new instruments. This forms, however, only a part of the tasks of the Laboratory. Of great importance is the study of process dynamics and the instrumentation of the Company's own plants and these plants abroad planned by Outokumpu Oy. The Laboratory also gives consulting assistance to other plants of the Company in various problems. The testing of scale models of metallurgical processes forms an essential part of this work.

The Research Laboratory moved to its new building near Helsinki in October 1966.

Huomioita I kansainvälisestä kalliomekaniikan kongressista Lissabonissa 25. 9. — 1. 10. 1966

Dipl.ins. Urpo J. Salo, Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivostoimisto, Helsinki

Kongressin järjestäjä ja tarkoitus

Kongressin järjestäjänä toimi kansainvälinen kalliomekaniikan yhdistys, International Society of Rock Mechanics, joka on perustettu v. 1962 itävaltalaisen professori Leopold Müllerin aloitteesta ja on hän toiminut myös yhdistyksen ensimmäisenä puheenjohtajana.

Kongressin tarkoituksena oli esitellä ja vertailla kalliomekaniikan alalla tehtyjä tutkimuksia ja saavutettuja kokemuksia sekä aikaansaada keskustelua eri maiden asiantuntijoiden välillä tällä mekaniikan uudella alalla, jotta saataisiin selvyys kalliomekaniikan peruskysymyksistä ja tutkimusten kehittymisestä.

Osanotto kongressiin

Kongressiin otti osaa yli 800 asiantuntijaa 42:sta maasta. Osanottajat olivat kaivos-, rakennus- ja öljyinsinöörejä, geologeja, geofyysikkoja sekä muita asiasta kiinnostuneita. Suomesta oli kongressiin lähetetty neljä kaivos- ja kaksi rakennusinsinööriä.

Kongressin ohjelma

A. Yleistä

Kysymyksen ollessa ensimmäisestä alan kansainvälisestä kongressista, pyrittiin yleensä aiheita käsittelemään teoreettiselta pohjalta käytännön sovellutusten jäädessä tällä kertaa vähemmälle huomiolle. Yleisenä huomiona lisäksi on todettava, että peruskysymyksistä esitettiin useita erilaisia näkemyksiä riippuen siitä, mitä alaa eri asiantuntijat edustivat.

Kalliomekaniikkaa koskevan tutkimustoiminnan laadusta ja laajuudesta oli kongressin järjestelykomitea suorittanut tiedustelun eri maista. Saatujen vastausten perusteella oli todettavissa, että tätä nykyä 120 tutkimusryhmää käsittäen yhteensä yli 1200 tutkijaa 26:ssa maassa ovat selvittämässä kalliomekaniikan probleemeja. Todettiin lisäksi, että maailmassa toimii kongressin järjestävän yhdistyksen lisäksi useita kansainvälisiä yhdistyksiä, jotka ovat enemmän tai vähemmän tekemisissä kalliomekaniikan kanssa ja että näiden yhdistysten välinen yhteistyö ja toiminnan koordinoiminen on ensiarvoisen tärkeä lähitulevaisuuden tavoite. Näistä yhdistyksistä mainittakoon m.m. International Union of Geologic Sciences, International Commission on Large Dams, International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering ja Internationales Büro für Gebirgsmechanik.

B. E s i t e l m ä t

Kongressin esitelmät oli aiheen mukaan jaettu kahdeksaan ryhmään. Esitelmät ja alustukset oli jaettu osanottajille ennen kongressia. Aiheiden ja niihin sisältyvien esitelmien, kaikkiaan lähes 250 kpl, suuren lukumäärän ja niiden laajuuden vuoksi ei tässä yhteydessä voida puuttua itse esitelmiin ja niistä käytyihin keskusteluihin. Jokaisesta aiheesta esitetään täten vain lyhyt yhteenveto ja eräitä kysymyksiä, jotka otettiin kongressissa keskusteltaviksi. Aiheet olivat seuraavat:

1. »Kallion ominaisuuksien tutkiminen kalliomekaniikan kannalta».

Aihe sisälsi 19 esitelmää, joissa käsiteltiin m.m. seismisten, sähköisten, radioteknillisten ja fotometrinen menetelmien käyttöä kallion eräiden ominaisuuksien kuten materiaalivakioiden (esim. kimmokerroin, Poissonin luku, dynaaminen kerroin), rikkoutuneiden vyöhykkeiden, siirrosten ym. määrittämiseksi. Todettiin, että geofyysikkojen ja geologien käyttämässä termeissä esiintyi yhdenmukaistamisen tarvetta. Korostettiin, että mallien rakentaminen kallion ominaisuuksien selvittämiseksi on tärkeätä.

2. »Kiven ja kallion fysikaalinen ja mekaaninen käyttäytyminen».

Aihe sisälsi 21 esitelmää, jotka käsittelevät rakojen ja rakomuodostuksen mittausta ja määrittämistä erilaisilla menetelmillä sekä kiven ja kallion lujuuden riippuvuutta esim. kiven rakenteesta ja kokoonpanosta sekä mineraalien raekoosta ja suuntauksista. Kiven ja kallion käyttäytymisen tarkka ennustaminen muodonmuutoksessa todettiin tällä hetkellä vaikeaksi suorittaa, koska teoreettinen pohja toistaiseksi on riittämättömästi selvitetty.

Todettiin, että olisi selvitettävä ne kivilajien ja kallion ominaisuudet, jotka ovat tärkeimmät materiaalin muodonmuutoksen määrittämiseksi, sekä ne kallion mekaanisia epäjatkuvuuskohtia (raot, siirroksset ym.) kuvaavat karakteristikat, jotka vaikuttavat kallion fysikaaliseen ja mekaaniseen käyttäytymiseen. Mahdollisuudet laboratoriokokeissa saatujen arvojen extrapolointiin kallion muodonmuutokseen liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi olisi myös selvitettävä samoin kuin kysymys siitä, kuinka kiven ja kallion luokittelu kalliomekaniikan kannalta olisi suoritettava.

3. »Kiven ja kallion ominaisuudet».

Aihe oli laajin ja sisälsi 92 esitelmää, jotka olivat ryhmiteltävissä sisällön perusteella seuraaviin ryhmiin.

- In situ suoritettavat kallion muodonmuutos kokeet.
- Staattisten ja dynaamisten kokeiden välinen yhteys.
- Kallion rakoilu.
- Kiven rakoilu.
- Rapautumisen vaikutus.
- Näytteistä suoritettavat laboratoriokokeet.

Keskusteltavaksi otettiin:

- Siirtymien määrittäminen mekaanisesti tai seismisesti ja niiden aiheuttaman kallion muodonmuutoksen in situ tapahtuva mittaus.
- Optimimidensiot in situ suoritettavissa murtumaan johtavissa kokeissa toisaalta siirrosten tutkimiseksi ja toisaalta murtuneen materiaalin tutkimiseksi.
- Vedenläpäisykyvyn anisotropian tutkiminen kallion rakoilun määrittämiseksi.
- Jännitysten aiheuttamat murtumat ja niiden vaikutus rapautumiseen.
- Laboratoriokokeiden tulosten luotettavuus.

4. »Jäännösjännitykset kallioperässä.»

Aihe sisälsi 10 esitelmää, jotka käsittelevät kallioperässä esiintyvien jännitysten olemusta, merkitystä, mittausmenetelmiä ja voimien kompensoimista. Terminologiasta esiintyi erilaisia käsityksiä.

Jännitykset kallioperässä eli vuoripaine voidaan tri H. G. Denkhousin mukaan jakaa kahteen pääryhmään:

- a) neitseelliset jännitykset (virgin stresses), jotka aiheutuvat painovoimasta ja kallioperässä esiintyvistä piilojännityksistä (latent stress); sekä
- b) aiheutetut jännitykset (induced stresses), jotka aiheutuvat esim. kallion louhinnasta ja kuormittamisesta raskailla pato- ym. rakenteilla.

Denkhaus käytti termiä piilojännitys, kun kongressin järjestelytoimikunta käytti termiä jäännösjännitys, jonka Denkhaus vuorostaan käsitti vain tektoonista alkuperää olevista tekijöistä johtuvaksi.

Piilojännitysten suunta on yleensä horisontaalinen tai lähellä sitä. Piilojännityksiin vaikuttavat seuraavat tekijät:

- a) horisontaalijännitykset, jotka aiheutuvat sedimentaation yhteydessä syntyneestä sivupaineesta.
- b) kalliossa holvauksen aiheuttamat jännityksen muutokset (bridging effects)
- c) topografian aiheuttamat jännityksen muutokset
- d) tektoonista alkuperää olevat varsinaiset jäännösjännitykset
- e) horisontaaliset jäännösjännitykset, jotka aiheutuvat erosion ja massojen siirron aiheuttamista muutoksista
- f) nykyisen sedimentaation, jäätikkömuodostuksen tai vulkaanisen toiminnan aiheuttamat jännityksen muutokset.
- g) kosteuden aiheuttama kiven paisuminen.

Keskusteltavaksi otettiin terminologia, tekijät joista piilojännitys johtuu, periaatteet voimien mittaamiseksi, eri menetelmillä saatujen tulosten vertailukelpoisuus ja mittausten menetelmien standardisointi.

5. »Kiven rikkominen». (Comminution)

Aihe sisälsi 11 esitelmää, jotka käsittelevät kiven rikkomista mekaanisilla sekä muilla menetelmillä. Viimeksimainituista mainittakoon kiven rikkominen elektromagneettisessa kentässä ja lämpöjännityksen vaikutuksesta. Esitelmissä käsiteltiin myös kiven rikkoutumista porauksessa.

6. »Luonnolliset ja louhitut rintaukset».

Aihe käsitti 16 esitelmää, jotka sisältönsä puolesta oli jaettavissa neljään ryhmään:

- a) Jännityksen jakautuminen rintauksessa.
- b) Rintausten kestävyys.
- c) Rintausten muodonmuuttuvuus.
- d) Rintausten stabilisoiminen.

Seuraavista kysymyksistä keskusteltiin:

- a) Jännityksen jakautuminen rintauksista ja kallion laadun vaikutus siihen.
- b) Kallioiden liukumisprosessin analysointi ajan funktiona; liukupintojen asema kalliossa sekä lustien ja siirrosten merkitys.
- c) Syvällä tapahtuvien kallioliukumien mekanismi; kallionlohkojen valuminen laaksoihin ja edellytykset tähän.
- d) Menetelmät rintausten stabilisoimiseksi (pulttaus, sementoiminen, rappaus, kuivatus ym.)

6. »Maanalaiset tilat ja syvät reiät».

Aiheeseen sisältyi 42 esitelmää, jotka olivat jaettuina viiteen ryhmään:

- a) Avauksen ympärillä olevan tasojaännitystilän teoreettinen analysointi.
- b) Tilojen stabiliteetti läpileikkaukseltaan ympyränmuotoisissa ja suorakulmaisissa avauksissa.
- c) Pilarien käyttäytyminen.
- d) Mittaukset kentällä ja siihen liittyvät mittausskojeet.
- e) Kalliopultit ja tunnelien verhoukset.

Estelmien johdosta keskusteltiin mm. pienten mallien avulla suoritettujen tutkimuksen merkityksestä arvioitaessa syvällä tapahtuvien maanalaisten louhintojen stabiliteettia. Keskusteltiin myös siitä, mitä mittauksia pitäisi tehdä a) ennen louhintaa b) louhinnan aikana ja c) sen jälkeen kun syvällä sijaitseva louhinta on suoritettu sekä siitä, mikä on paras mittaustekniikka.

8. »Kallion käyttäytyminen pohjarakentamisessa».

Aiheeseen kuului 30 esitelmää. Keskeisenä aiheena oli suurten patojen perustaminen ja todettiin, että vuosien 1799—1944 välisenä aikana on yli 300 suurempaa patoa sortunut, jolloin useimmissa tapauksissa on ollut syyinä perustustöissä tapahtuneet virheet.

Keskusteltiin seuraavista aiheista:

- 1) Kuinka voimat teoreettisesti jakautuvat perustuksen alaisessa kalliossa.
- 2) Perustuksena olevan kallion käyttäytyminen ajan funktiona.
- 3) Rakoilun luonne ja mekanismi eri kallioissa.
- 4) Kallioperustusten vahvistamismenetelmät kalliopultaus ja -ankkurointi, rappaus, kuivatus ym.).

Eräitä ajatuksia kongressin johdosta

Kongressin esitelmistä ja alustuksista sai selvän kuvan kalliomekaniikan alan laajuudesta ja merkityksestä käytännön sovellutuksissa. Alan nykyinen tietämys ja ajankohtaiset tutkimustehtävät tulivat samalla suhteellisen yksityiskohtaisesti kartoitetuiksi.

Suomen vuoriteollisuudessa tähän asti suoritettujen tutkimusten kalliomekaniikan alalla ovat yleensä rajoittuneet määrättyjen käytännön probleemien ratkaisemiseen kuten kaivostilojen mahdollisimman tarkoituksenmukaisten tukemistoimenpiteiden etsimiseen, räjäytysten aiheuttaman värinän häittävien vaikutusten pienentämiseen ja kalliossa tapahtuvien liikuntojen seuraamiseen. Kolmessa kaivosyrityksessä on tuloksellisesti suoritettu vuoripainemittauksia ja sovellettu saatuja tuloksia käytäntöön. Kuitenkin vain yksi kaivosyritys maassamme on itse suorittanut vuoripainemittauksia hankkimallaan laitteilla ja kouluttanut henkilökuntaa mittausten suorittamiseen ja tulosten tulkitsemiseen (katso Vuoriteollisuus-Bergshanteringen N:o 2/1965). Kaikkien näiden tutkimusten merkitystä mitenkään aliarvioimatta on silti todettava, että kalliomekaniikan tuntemus maassamme on varsin rajoitettu ja että alan tutkimustoimintaan ja erikoisesti siihen liittyvään perustutkimukseen ei yleensä ole kiinnitetty riittävä huomiota. Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla annettua opetusta ja mahdollisuuksia tutkimusten suorittamiseen kalliomekaniikan alalla ei voida myöskään katsoa riittäviksi.

Otaen huomioon kalliomekaniikan systemaattisen ja pitkäjänteisen tutkimustoiminnan merkityksen niin kaivosteollisuuden kuin myös pohjarakennustoiminnan järkipäisessä suunnittelussa olisi pyrittävä siihen, että alan tutkimus- ja opetustoiminta meilläkin järjestettäisiin tarkoituksenmukaisella tavalla. Tuntuu siten tarpeelliselta laajentaa ja vakinaistaa kalliomekaniikan opetusta Teknillisessä korkeakoulussa siten, että se tulisi palvelemaan eri osastojen tarpeita ja samalla antaa korkeakoululle riittävät mahdollisuudet ainakin opetuksen kannalta välttämättömän tutkimustoiminnan harjoittamiseen. Samoin olisi jo valmistuneiden insinöörien jatkokoulutus järjestettävä sopivalla tavalla. Vuorimiesyhdistyksellä lienee mahdollisuuksia entistä aktiivisemmin vaikuttaa kalliomekaniikan tietämyksen levittämisessä yhteistoiminnassa muiden asiasta kiinnostuneiden järjestöjen kanssa.

Jäsenluettelo — Medlemsförteckning

Kunniajäsenet — Hedersmedlemmar

- Forsström, Petter* Teodor, 77. Bergsråd, Adress: Virkby. Stiftande medlem. Hedersmedlem 1958.
Grönblom, Berndt Gustaf, 85. Bergsråd, verkst. dir. för Oy Vuoksenmiska Ab. Adress: Engelplassen 8, Helsingfors 15. Stiftande medlem. Hedersmedlem 1956.

Varsinaiset jäsenet — Ordinarie medlemmar

- Aaltonen, Olavi*, 15. Ins., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Pori. Osoite: Pohjoiskaupatori 1 A 7, Pori. Jäsen 1955.
Aarnisalo, Sulo Allan, 09. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin metallitehtaalla turvallisuusinsinöörinä. Osoite: Antinkatu 15 B 14, Pori. Jäsen 1943.
Abrahamsson, Pontus Bernhard, 23. Dipl.ins., chef för Pargas Kalkberg Ab:s cementfabrik i Willmanstrand. Adress: PK-asuntola 12 B, Willmanstrand. Medlem 1955.
Ahlbom, Lars, 01. Dipl. ing., avd. chef vid Reymersholms Gamla Industri Ab. Adress: Särögatan 6, Råå, Sverige. Medlem 1943.
Ahlfors, Bruce Karl Alexander, 20. Dipl.ins., avd.chef vid Oy Rolac Ab. Adress: Adolf Lindforsvägen 7 A 30, Helsingfors 40. Medlem 1948.
Aho, Kalevi Ensio, 33. Dipl.ins., Oy Fiskars Ab Äminneforsin valsällaitoksen päällikkö. Osoite: Äminnefors. Jäsen 1964.
Aho, Lea, 27. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa geologina. Osoite: Gyldenintie 1 A 15, Helsinki 20. Jäsen 1966.
Alakokkare, Esa Antero, 35. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kokkolan tehtailla käyttöinsinöörinä. Osoite: Poppelitie 5, Kokkola. Jäsen 1961.
Alander, Ernst Boris, 03. Övering., disponent för Kymmene Ab, Högfors Bruk. Adress: Karkkila. Medlem 1945.
Alander, Robert Arvid, 01. Dipl.ins., Adress: Itäranta 3 C, Tapiola. Medlem 1945.
Alanko, Kosti, 01. Yli-ins., G. A. Serlachius Oy, Mäntän konepajan teknillinen johtaja. Osoite: Lampilina, Mänttä. Jäsen 1955.
Alanko, Risto Kalervo, 25. Dipl.ins., Lohjan Kalkkitehdas Oy:n palveluksessa tuoteosasto II:n päällikkönä. Osoite: Vuosaari, Helsinki 96. Jäsen 1949.
Alarotu, Auvo Olavi, 20. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Helsingin kaivososaston päällikkönä. Osoite: Ohjaajantie 34 A1, Helsinki 40. Jäsen 1949.
Alenius, Per, 07. Dipl.ins., verkst. dir. för Ab Grundundersökning och Ingenjörbyrå P. Alenius. Adress: Drumsövägen 48, Helsingfors 20. Medlem 1953.
Alho, Väinö Ilmari, 13. Dipl.ins., Keski-Suomen keskusammattikoulun laboratorio-osaston opettaja. Osoite: Puistokatu 5 A 23, Jyväskylä. Jäsen 1943.
Alhopuro, Matti Uolevi, 18. Dipl.ins., Tiilikeskus Oy:n toim.johtaja Osoite: Pohjoiskaari 22, Helsinki 20. Jäsen 1944.
Andersin, Leo, 98. Dipl.ins., Adress: Hoplaksvägen 14, Helsingfors 33. Medlem 1944.
Antinheimo, Pekka Väinö Juhani, 32. Dipl.ins., Insinööri-toimisto V. A. Antinheimon toimitusjohtaja. Osoite: Risto Rytintie 28 A 5, Helsinki 57. Jäsen 1965.
Antola, Reijo Kaino, 31. Yli-ins., Oy Vuoksenmiska Ab, Imatran rautatehtaan sulaton päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1958.
Anttila, Jaakko Ilmari, 35. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun metallopin laboratorioinsinööri. Osoite: OAS 1 C 25, Otaniemi. Jäsen 1963.
Appelberg, Veikko Vilhelm Harald, 32. Dipl.ins. Outokumpu Oy:n palveluksessa fyysikan tutkimuslaboratoriossa Espoossa. Osoite: Harjuviita 16 A 7, Tapiola. Jäsen 1964.
Arppe, Hans-Arnold, 20. Dipl.ins., anställd vid Klavreströms Bruk. Adress: Klavreström, Sverige. Medlem 1950.
Arppe, Nils Evert, 25. Dipl.ins., driftsng. vid Pargas Kalkbergs Ab, Kolarifabriken. Adress: Pargas. Medlem 1955.
Arvela, Aukusti Jeremias, 14. Dipl.ins., L. A. Levanto Oy:n toim.johtaja. Osoite: Koroistentie 6 F, Helsinki 28. Jäsen 1944.
Arvilommi, Markku Juhani, 37. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kemian kaivoksen rakennuspäällikkönä. Osoite: Luukkarilankatu 13, Kemi. Jäsen 1965.
Asanti, Paavo Kalevi Gabriel, 16. Prof., Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratorion johtaja. Osoite: Otakallio 2 A 10, Otaniemi. Jäsen 1944.
Aschan, Lars Johan, 17. Tekn. dr., anställd vid Svenska Metallverken Ab, laboratoriet. Adress: Odensvigatan 7, Västerås, Sverige. Medlem 1944.
Asikainen, Hannu Matti, 39. Dipl.ins., Kovametalli Oy:n palveluksessa kallioporaosaston myyntipäällikkö. Osoite: Taivaanvuohentie 12 as. 2, Helsinki 20. Jäsen 1962.
Aue, Alexander Iskander, 18. Dipl.ins., verkst. dir. för Gullspångs Elektrokemiska Ab. Adress: Gullspång, Sverige. Medlem 1945.
Aulanko, Heikki Veikko, 15. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n malmintuotanto-osaston neuvotteleva kaivosinsinööri, Osoite: Outokumpu. Jäsen 1944.
Aurola, Erkki Kullervo, 07. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa valtiongeologina. Osoite: Otakallio 6 B 18, Otaniemi. Jäsen 1945.
Autere, Eugen Ahti Johannes, 12. Dipl.ins., Kymi Oy, Högforsin tehtaana valimon päällikkö. Osoite: Karkkila. Jäsen 1943.
Autere, Ilmo Viljo Juhani, 37. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kotalahden kaivoksella. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1962.
Autio, Antti Ilmari, 22. Dipl.ins., Oy Esab Ab:n laboratorion johtaja. Osoite: Pihlajatie 50 A 15, Helsinki 27. Jäsen 1950.
Autio, Jaakko Pontus, 37. Dipl.ins., Puolustuslaitoksen tutkimuskeskuksen fyysikan laboratorion tutkija. Osoite: Otsolahdentie 20 N 82, Tapiola. Jäsen 1966.
Autio, Matti Tapani, 34. Dipl.ins., Malmikaivos Oy:n palveluksessa Luikonlahden kaivoksella. Osoite: Luikonlahti. Jäsen 1959.
Berg, Alvar Alfons, 15. Övering., chef för valsverken vid Oy Vuoksenmiska Ab, Imatra järnverk. Adress: Järnverket, Imatra. Medlem 1948.
Bergström, Ake, Reinhold, 10. Fil.dr., mercantil direktör vid Oy Vuoksenmiska Ab. Adress: Cygnaesgatan 16 A, Helsingfors 10. Stiftande medlem.
Björkas, Karl-Johan, 26. Övering., chef för hjälpadelningarna vid Oy Koverhar Ab. Adress: Solhult, Lappvik. Medlem 1964.
Björkstén, Thor, 07. Direktör, verkst. dir. för Blyvittfabriken Grönberg & Co. Adress: Lönnrotsgatan 7, Helsingfors 12. Medlem 1961.
Björnberg, Carl Gustaf, 01. Direktör, verkst. dir. för Ruskealan Marmorö Oy. Adress: Hamngatan 2, Helsingfors 16. Medlem 1944.
Björnberg, Fredrik, 38. Fil.mag., geolog vid Malmikaivos Oy, Luikonlahti gruva. Adress: Luikonlahti. Medlem 1966.
Borg, Torvald, 12. Fil.mag., anställd som geolog vid Oy Vuoksenmiska Ab:s huvudkontor i Helsingfors. Adress: Hoplaksvägen 11 B 35, Helsingfors 33. Medlem 1956.
Boström, Rolf, 23. Fil.mag., chefgeolog vid Pargas Kalkbergs Ab, centralförvaltningen. Adress: Malmnäs, Pargas. Medlem 1964.
Bryk, Petri Baldur, 13. Vuorineuvos, Outokumpu Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Itä Kaivopuisto 3 A, Helsinki 14. Perustava jäsen.
Bröckl, Hans Alois, 03. Industriråd, disponent för Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrandförvaltning. Adress: PK-asuntola 17, Willmanstrand. Medlem 1943.
Bröckl, Tom, 29. Fil.lic., gruvchef för Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrand. Adress: PK-asuntola 9 A, Willmanstrand. Medlem 1965.
Bäckström, Carl-Fredrik, 27. Dipl.ins., chef för Lojo Kalkverk Ab, Tytyri gruvor. Adress: Tytyrigatan 3, Lojo. Medlem 1955.
Bäckström, Einar Mauritz Gunnarsson, 16. Dipl.ins., dir. för gasgruppen vid Oy Aga Ab. Adress: Ulfsbyvägen 19 F 16, Helsingfors 35. Medlem 1947.

- Candelin, Max*, 86. Övering. Adress: Pargas. Stiftande medlem.
- Carlson, Carl Erik*, 23. Dipl.ins., Kiitoketju Oy:n toim. johtaja. Osoite: Merikatu 3 B 15, Helsinki 14. Jäsen 1949.
- Collan, Johan Krister*, 31. Dipl.ing., gjuterichef vid Oy Wärtsilä Ab, Dalsbruk. Adress: Dalsbruk. Medlem 1958.
- Degerman, Kurt*, 98. Ryttnästare, Adress: Ö. Brunnsparken 20 B, Helsingfors 14. Medlem 1953.
- Diehl, Gösta Wilhelm*, 38. Dipl.ing., försäljningsing. vid Atlas Copco Aust. Pty. Ltd. Adress: Flatt 11, 18 Carabelle Str. Milsons Point, N.S.W. Australia.
- Doepel, Carl Adolf Henning*, 14. Dipl.ing., disponent för Pargas Kalkbergs Ab, Pargasförvaltningen. Adress: Pargas. Medlem 1943.
- Edelman, Nils Holger*, 18. Professor, professor i geologi och mineralogi vid Åbo Akademi. Adress: Tavastgatan 30 C 30, Åbo. Medlem 1954.
- Eerola, Aimo*, 13. Dipl.ins., Savon Voima Oy:n toim. johtaja. Osoite: Kemilänmäki, Kuopio. Jäsen 1946.
- Eerola, Paavo Ilmari*, 38. Dipl.ins. Outokumpu Oy:n palveluksessa Pyhäsalmen kaivoksen käyttöinsinöörinä. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1960.
- Ekari, Pentti Juhani*, 29. Dipl.ins., Typpi Oy:n palveluksessa osastopäällikkönä. Osoite: Laanila 3, Tuira, Oulu. Jäsen 1964.
- Etko, Pekka Veli*, 14. Dipl.ins., Turun teknillisen oppilaitoksen mekaniikan lehtori. Osoite: Vadstenankatu 14, Naantali. Jäsen 1943.
- Eklund, Halvdan*, 20. Dipl.ing., stadsgeodet i Mariehamn. Adress: Ringvägen 44, Mariehamn. Medlem 1956.
- Eklund, Henrik Oskar*, 39. Dipl.ing., anställd vid Oy Telko Ab, maskinavdelningen. Adress: Sjöskog. Medlem 1964.
- Ekman, Sven*, Rafael, 15. Ing., driersing. vid Oy Fiskars Ab, Äminnefors stålverk. Adress: Äminnefors. Medlem 1961.
- Eriksson, Karl Birger*, 20. Dipl.ing., viceverkst. direktör vid Oy John Stenberg Ab. Adress: Döbelngatan 2 F 43, Helsingfors 26. Medlem 1960.
- Eriksson, Raimo Olavi Alfred*, 27. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa Helsingin konttorissa osastopäällikkönä. Osoite: Pohjoiskaari 22 A 5, Helsinki 20. Jäsen 1955.
- Erkkilä, Eero Ensio*, 30. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen kaivososaston päällikkö. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1954.
- Erkkilä, Esko Einari*, 33. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa käyttöinsinöörinä. Osoite: Satamakangas 1 A 1, Raahensalo. Jäsen 1958.
- Erkko, Eino Ensio*, 26. Dipl.ins., Raahe Oy:n valimon päällikkö. Osoite: Haaranankatu 3, Raahe. Jäsen 1955.
- Ernsten, Svante Mikael*, 30. Dipl.ing., anställd vid Oy Sofico Ab. Adress: Källstrand 12 b C. Medlem 1965.
- Ervamaa, Pentti*, 24. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Oravatie, Puolarmetsä. Jäsen 1958.
- Erämetsä, Kurt Heikki Olavi*, 06. Professori, Teknillisen korkeakoulun analyttisen kemian professori. Osoite: Otakallio 1 C 21, Otaniemi. Jäsen 1946.
- Eskola, Anto Kalevi*, 17. Dipl.ins., osastopäällikkö Outokumpu Oy:n Helsingin konttorissa. Osoite: Niemenmäenkuja 3 C, Helsinki 35. Jäsen 1950.
- Eskola, Mauri Olavi*, 08. Ins., Tampella Oy:n palveluksessa valimon osastonjohtajana. Osoite: Sammonkatu 15 A 5, Kaleva. Jäsen 1943.
- Falck, Henrik Gustaf*, 21. Övering., handhar specialprojekt vid Oy Nokia Ab, Finska Kabelfabriken. Adress: Norrsvägen 23—25, Helsingfors 20. Medlem 1952.
- Fallenius, Kai Bertel*, 28. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa fysiikan tutkimuslaboratoriossa Espoossa. Osoite: Harjuviita 16 A, Tapiola. Jäsen 1962.
- Fomin, Pekka*, 38. Dipl.ins., Mäkihaapaja Oy:n palveluksessa. Osoite: Oitti. Jäsen 1963.
- Forssell, Gösta Johannes*, 10. Dipl.ing., disponent för Pargas Kalkbergs Ab, Mineritfabrikerna. Adress: Smedsgatan 7 A 14, Helsingfors 15. Medlem 1947.
- Forssell, Sven Arvid Wilhelm*, 25. Övering., chef för masugnen vid Oy Vuoksenniska Ab, Åbo Järnverk. Adress: Pahaniemigatan 9, Åbo. Medlem 1958.
- Forsström, Börje Karl Henrik*, 10. Dipl.ing., verkst. dir. för Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Medlem 1943.
- Forsström, Signar*, 14. Direktör, verkst. dir. för Karl Forsström Ab. Adress: Förby. Medlem 1951.
- Freund, Otto Tapani*, 36. Dipl.ins., Valmet Oy:n palveluksessa Rautpohjan tehtailla. Osoite: Saunatie 2 C 19, Jyväskylä. Jäsen 1961.
- Gardemeister, Reijo*, 38. Fil.maist., tutkimusins. Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen geoteknillisessä laboratoriossa. Osoite: Postipuuntie 3 B 37, Leppävaara. Jäsen 1965.
- Gartz, Åke Henrik*, 88. Bergsråd. Adress: Evitskog, Sjundeå. Medlem 1943.
- Gejrot, Claes*, Joel. 95. Bergsing. Adress: Oskarsparken 7, Örebro, Sverige. Medlem 1943.
- Granfelt, Danilo Fredrik Benjamin*, 16. Ing., anställd vid Oy Veho Ab. Adress: Parksvägen 19 B 24, Helsingfors 20. Medlem 1955.
- Gripenberg, Nils Odert Leonard*, 19. Övering., viceverkst. dir. och platschef för Oy Koverhar Ab. Adress: Hamngatan 4, Hangö. Medlem 1948.
- Grvägg, Bengt Herbert*, 39. Dipl.ing., anställd som forskningsing. vid Outokumpu Oy, Gamlakarleby fabriker. Adress: Ristiranankatu 5 B 24, Gamlakarleby. Medlem 1966.
- Grönblad Kaj*, 20. Dipl.ing., disponent för Oy Fiskars Ab, Fiskars-Svets. Adress: Rosengårdsvägen 1 H, Helsingfors 30. Medlem 1958.
- Grönblom, Sten Gustaf*, 14. Dipl.ing., verkst. dir. för Oy Koverhar Ab. Adress: Ö. Brunnsparken 3 a, Helsingfors 14. Medlem 1943.
- Grönfors, Teuvo Tapio*, 37. Tekn.lis., Tampella Oy:n palveluksessa paineilmakoneosastolla. Osoite: Ilmarinkatu 27 A 5, Tampere. Jäsen 1962.
- Grönqvist, Per Olof Gunnarsson*, 24. Dipl.ing., chef för Outokumpu Oys koboltverk i Gamlakarleby. Adress: Kansakoulukatu 14 Gamlakarleby. Medlem 1953.
- Gustafsson, Caj-Erik*, 22. Dipl.ing., platschef för Lojo Kalkverk Ab:s anläggningar i Tytyri. Adress: Karstuntie 40—42, Lojo. Medlem 1953.
- Haaha, Karl*, 29. Dipl.ins., Karl Forsström Oy:n palveluksessa kaivosinsinöörinä. Osoite: Förby. Jäsen 1955.
- Haapala, Lauri Olavi*, 20. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen rikastamon päällikkö. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1950.
- Haapala, Paavo*, 06. Professori., Outokumpu Oy:n päägeologi. Osoite: Puistokatu 9 B, Helsinki 14. Perustava jäsen.
- Haavisto, Helge Otto Holger*, 20. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Kuusiniementie 21 C 3, Helsinki 34. Jäsen 1960.
- Hackzell, Erik Gustaf Mathias*, 14. Dipl.ins., Oy Stal-Laval Ab:n toimitusjohtaja. Osoite: Puistokatu 11 A 10, Helsinki 14. Perustava jäsen.
- Hakalehto, Karlo Olavi*, 39. Dipl.ins., jatko-opintoja University of Minnesota, School of Mineral and Metallurgical Engineers. Osoite: 12 River Terrace Court, Apt. 201, Minneapolis, Minn. 55414, U.S.A. Jäsen 1963.
- Hakanen, Matti Sakari*, 40. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa fysiikan tutkimuslaboratoriossa Espoossa. Osoite: Hakarinne 6 K 126, Tapiola. Jäsen 1965.
- Hakapää, Aaro Antero*, 40. Dipl.ins., Yleinen Insinööri-toimisto Oy:n palveluksessa työnsuunnittelu- ja työntutkimusinsinöörinä. Osoite: Huovitie 1 A 48, Helsinki 40. Jäsen 1965.
- Hakapää, Erkki Antero*, 08. Yli-ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen kaivoksen johtaja. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1943.
- Hakulin, Nils Håkan*, 29. Dipl.ing., masuguschef vid Oy Koverhar Ab. Adress: Lappvik. Medlem 1955.
- Halavaara, Yrjö Olavi*, 36. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kokkolan tehtailla käyttöinsinöörinä. Osoite: Vingenkatu 15 E 36 Kokkola. Jäsen 1963.
- Halonen, Olli*, 25. Fil.maist., Paraisten Kalkkivuori Oy. Paakkilan laitoksen paikallisojohtaja, Osoite: Paakkila. Jäsen 1956.
- Haltia, Matti Paavali*, 32. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa energiaosaston päällikkönä. Osoite: Ulvilantie 19 G 20, Helsinki 35. Jäsen 1964.
- Hanson, Kurt Fredrik Volmar*, 08. Dipl.ing., Egen konsulterande firma. Adress: Tegelbacken 8, Helsingfors 33. Medlem 1943.
- Harjunpää, Harvi Johannes*, 30. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun kaivoksen korjaamon päällikkönä. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1964.
- Harki, Ilmari Hartvig*, 02. Yli-ins., Otanmäki Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Kangaspellontie 4 D, Helsinki 30. Perustava jäsen.
- Hedlund, Paul*, 17. Dipl.ing., tekn. ledare för Oy Wärtsilä Ab, Dalsbruk. Adress: Dalsbruk. Medlem 1959.
- Heikkilä, Lauri Väinö Kalevi*, 35. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Korsnäsin kaivoksen rikastusinsinööri. Osoite: Korsnäs. Jäsen 1960.
- Heikkinen, Martti Olavi*, 22. Ins., Oulu Oy:n palveluksessa klooritehtaan käyttöinsinöörinä. Osoite: Ousaari II A 9, Oulu. Jäsen 1961.
- Heikkinen, Timo Henrik*, 16. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen rikastamon päällikkö. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1943.

- Heimonen, Lauri* Jaakko, 32. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Pori, Osoite: Uskoivistontie 79 A 7, Pori. Jäsen 1959.
- Heino, Aarne* Wiljam, 10. Teollisuusneuvos, Rikkihappo Oy:n teknillisen osaston päällikkö. Osoite: Museokatu 37 A, Helsinki 10. Jäsen 1949.
- Heinonen, Ilmari* Uno, 11. Dipl.ins., Rikkihappo Oy:n tuotannon johtaja. Osoite: Runeberginkatu 49 A 29, Helsinki 26. Jäsen 1943.
- Heiskanen, Erkki* Veli, 19. Fil.maist., Malmikaivos Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Luikonlahti. Jäsen 1953.
- Heiskanen, Risto* Heimo Akilles, 34. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Pyhäsalmen kaivoksella käyttöinsinöörinä. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1960.
- Heiskanen, Eero* Sakari, 22. Tekn.tri., Oy Fiskars Ab:n keskuslaboratorion johtaja. Osoite:Fiskari. Jäsen 1949.
- Helanto, Ilmari*, 07. Vuorineuvos, Aleks Auer Oy:n toimitusjohtaja Osoite: Uudenkaupungintie 8, Helsinki 35, Jäsen 1962.
- Helasuo, Kalevi*, 39. Dipl. ins., Oy Kovametalli Ab:n palveluksessa kallioporaosastolla. Osoite: Kanneltie 6 K 105, Helsinki 42. Jäsen 1964.
- Hellemaa, Eino* Aarno, 21. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa pääkonttorin myyntiosastolla. Osoite: Castreninkatu 8 A, Helsinki 53. Jäsen 1953.
- Hellen, Nils* Holger, 14. Vicehäradsövding, verkst. dir. för Finlands metallindustriförening. Adress: Ö. Brunnsparken 13 A, Helsingfors 14. Medlem 1958.
- Helminen, Mikko* Mauri Johannes, 34. Dipl.ins., Oma kuljetusliike ja ravitsemusalan yritys. Osoite: Siltapuistokatu 1 A, Pori, Jäsen 1959.
- Helovuori, Esko* Olavi, 19. Fil.maist., Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen geologisen osaston päällikkö. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1952.
- Helske, Jaakko* Juha, 22. Dipl.ins., opettaja Wärtsilän teknillisessä oppilaitoksessa. Osoite: Alavintie, Outokumpu. Jäsen 1952.
- Henrichson, Olle* Göran, 36. Dipl.ing., gjuterichef vid Oy Wärtsilä Ab, Helsingforsfabriken. Adress: Kajaneborgsvägen 1 B 16, Helsingfors 90. Medlem 1960.
- Henriksson, Göran* Hjalmar, 24. Övering., övering. för valsverket vid Oy Fiskars Ab, Äminnefors. Adress: Äminnefors. Medlem 1958.
- Hermonen, Olli* Antero, 35. Dipl.ins., Otanmäki Oy:n palveluksessa Raajärven kaivoksen kaivosinsinöörinä. Osoite: Raajärvi. Jäsen 1960.
- Hiilamo, Seppo* Juhani, 36. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Harjavallan tehtailla sulaton käyttöinsinöörinä. Osoite: Urheilutie 11, Harjavalta. Jäsen 1963.
- Himmi, Reino* Valio, 08. Fil.maist., Outokumpu Oy, Korsnäsin kaivoksen geologisen osaston päällikkö. Osoite: Korsnäs. Jäsen 1943.
- Hirvonen, Vilho* Oskari, 97. Dipl. ins. Osoite: Ulvilantie 11 b F 146, Helsinki 35. Perustava jäsen.
- Hjelt, Sven-Erik* Oskar, 39. Tekn.lic., anställd vid Outokumpu Oy:s fysikaliska forskningslaboratorium i Esbo. Adress: Dyviksvägen 4 A 1, Helsingfors 20. Medlem 1966.
- Holappa, Lawi* Elias Kalevi, 41. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun metallurgisen laboratorion assistentti. Osoite: Jalmarintie 1 H 172, Tapiola. Jäsen 1964.
- Holm, Caj* Fritjof, 19. Övering., chef för produktgrupp I vid Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Medlem 1946.
- Holma, Matti*, 20. Dipl.ins., Suomen Tiiliteollisuusliitto r.y:n tiililaboratorion johtaja. Osoite: Riistapolku 4 A 7, Tapiola. Jäsen 1949.
- Holmala, Rainer*, Kalevi, 35. Dipl.ins., Valtion rautatiet, Hyvinkään konepajan valimoins. Osoite: Tienhaarankatu 4 B 13, Hyvinkää. Jäsen 9962.
- Holmberg, Tor* Fjalar, 11. Bergsråd. Adress: Ö. Brunnsparken 4, Helsingfors 14. Medlem 1943.
- Honkasalo, Jorma* Bruno, 16. Yli-ins., Outokumpu Oy:n metallurginen johtaja Osoite: Mansikkatie 3, Westend. Jäsen 1943.
- Horelli, Arvid* Johan, 39. Dipl. ing., anställd vid Outokumpu Oy:s fysikaliska forskningslaboratorium i Esbo. Adress: Enäsvägen 25 A 9, Helsingfors 20. Medlem 1966.
- Hovi, Martti* Kalevi, 15. Vuorineuvos, Rikkihappo Oy:n pääjohtaja. Osoite: Koivusaarentie 14, Helsinki 20. Jäsen 1956.
- Huggare, Tor-Leif* Johannes, 38. Dipl.ing., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Björneborg. Adress: Länsipuisto 16 H 2, Björneborg. Medlem 1965.
- Huhma, Aarto*, 19. Fil.maist., geologi Outokumpu Oy:n malminetsintäosastolla. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1955.
- Huhma, Maija*, 23. Fil.maist., geologi Outokumpu Oy:n malminetsintäosastolla. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1955.
- Huhta, Juha* Väinö, 25. Fil.maist., YK:n palveluksessa. Osoite: 40 Resident Representative, United Nations, Apartado 6314, Panama 5, Panama, Central Amerika. Jäsen 1958.
- Hukki, Risto* Tapani, 14. Professori, Teknillisen korkeakoulun rikastustekniikan professori. Osoite: Otakallio 1 A 10, Tapiola. Jäsen 1945.
- Hukkinen, Lars* Johan, 28. Dipl.ins., Oy Fiskars Ab, Äminneforsin kemian laboratorion päällikkö. Osoite: Fiskari. Jäsen 1964.
- Hulmi, Väinö* Samuli, 28. Dipl.ins., Oy Nokia Ab, Suomen Kaapelitehtaan metallurgisen laboratorion päällikkö. Osoite: Hiidenkiventie 2 C, Tapiola. Jäsen 1955.
- Huopaniemi, Pertti*, 31. Fil.maist., Malmikaivos Oy:n palveluksessa Luikonlahden kaivoksen geologina. Osoite: Luikonlahti. Jäsen 1959.
- Hyppönen, Viljami*, 11. Fil.maist., Suomen Malmi Oy:n palveluksessa geologina. Osoite: Tornitaso 2 A 4, Tapiola. Jäsen 1948.
- Hyrsky, Kauko* Kalevi, 31. Dipl.ins., Suomen Metalliteollisuusyhdistys r.y:n palveluksessa. Osoite: Kloorantie 9, Helsinki 20. Jäsen 1965.
- Hyvärinen, Lauri* Ilmari, 26. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa geologina. Osoite: Pajamäentie 7 B, Helsinki 36. Jäsen 1955.
- Hyyppä, Kaino* Karlo Esaias (*Esa*), 02. Professori, Geologisen tutkimuslaitoksen maalajiosaston johtaja. Osoite: Taivaanvuontie 3 C 28, Helsinki 20. Jäsen 1952.
- Hyyryläinen, Eero* Sakari, 22. Dipl.ins., Imatran Voima Oy:n laboratorioins. Osoite: Mäntytie 9 A 11, Helsinki 27. Jäsen 1957.
- Häkki, Lemmari* Rafael, 10. Dipl.ins., Oy Kovametalli Ab:n toimitusjohtaja. Osoite: Koillisväylä 12 A 11, Helsinki 20. Jäsen 1948.
- Häkki, Mikko* Juhani, 34. Dipl.ins., Salon Sähkö- ja Konetehdas Oy:n palveluksessa rauta- ja teräsvalimon päällikkönä. Osoite: Asemakatu 14, Salo. Jäsen 1961.
- Häkli, Tauno* Aulis, 27. Fil.tri., Outokumpu Oy:n palveluksessa malminetsintäosastolla. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1964.
- af Hällström, Carl* Ruben, 01. Dipl.ing., bitr. direktör vid Oy Tampella Ab. Adress: Barnets borgsväg 9 b D, Helsingfors 25. Medlem 1943.
- Hämäläinen, Matti* Juhani, 40. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Pori. Osoite: Itsenäisyydenkatu 47, Pori. Jäsen 1966.
- Hämäläinen, Viljo*, 10. Fil.maist., Suomen Malmi Oy:n palveluksessa geologina. Osoite: Santavuorentie 7 B 31, Helsinki 40. Jäsen 1953.
- Härkki, Seppo* Untamo, 36. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Harjavallan tehtailla käyttöinsinöörinä. Osoite: Siltatie 1 A 1, Harjavalta. Jäsen 1962.
- Härme, Maunu* Jalmari, 14. Apul. prof., Helsingin yliopiston geologian ja mineralogian apulaisprofessori. Osoite: Rakuunantie 5 B 16, Helsinki 33. Jäsen 1951.
- Häyhä, Aarno* Ilmari, 30. Dipl.ins., Rikkihappo Oy, Vihtavuoren tehtaitten tutkimusosaston päällikkö. Osoite: Vihtavuori. Jäsen 1966.
- Häyrynen, Yrjö* Matti, 28. Dipl.ins., Lahden Lasihioimo Borup Kommandiittiyhtiön palveluksessa. Osoite: Hämeenkatu 7 A 7, Lahti, Jäsen 1962.
- Hörkkö, Paavo* Juhani, 33. Dipl.ins., Tampella Oy:n paineilmakoneosaston myynti-ins. Osoite: 849 Miller Ave. Greenfield Park, Que, Canada. Jäsen 1962.
- Ihalainen, Erkki*, Kalevi, 25. Tekn.lis., Helsingin teknillisen oppilaitoksen lehtori. Osoite: Iltaruskontie 4 A, Tapiola. Jäsen 1964.
- Ilmonen, Eino* Ossian, 08. Tekn. tri., Helsingin kaupungin metronsuunnittelutoimikunnan koneosaston päällikkö. Osoite: Korkeavuorenkatu 27 A, Helsinki 13. Jäsen 1943.
- Ingo, Krister*, 21. Dipl. ing., anställd vid Bolidens gruvaktiebolag som teknisk chef för bolagets mellansvenska gruvor. Adress: Pla 670, Garpenberg, Sverige. Medlem 1950.
- Inkinen, Osmo*, 37. Fil. maist., geologi Outokumpu Oy:n malminetsintäosastolla. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1965.
- Isokangas, Pauli*, 25. Fil.maist., Outokumpu Oy:n malminetsintäosaston johtaja. Osoite: Sänkinotkonkatu 9. Outokumpu. Jäsen 1953.
- Jalander, Holger* Bruno, 08. Dipl.ing., konsulterande verksamhet. Adress: Koroisvägen 6 b D, Helsingfors 28. Medlem 1945.
- Jalava, Antti* Heikki Eljas, 34. Dipl.ins., Keskinäinen yhtiö teollisuusvakuutus, sahapalon palveluksessa. Osoite: Kaskenkaatajantie 2 A, Tapiola. Jäsen 1964.
- Jalkanen, Heikki* Kusti, 40. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun metallurgisen laboratorion assistentti. Osoite: Otsolahdentie 15, Tapiola. Jäsen 1965.
- Jansson, Hans* Folke, 38. Dipl.ing., metallurg vid Oy Nokia Ab, Finska Kabelfabrikens lättmetallavdelning i Båtvik. Adress: Båtvik, Kyrkslätt. Medlem 1962.

- Jauho, Pekka Antti Olavi*, 23. Professori, Teknillisen korkeakoulun ydinfysiikan professori. Osoite: Menninkäisentie 6 L, Tapiola. Jäsen 1965.
- Jernström, Anders*, Övering., övering. för stålverket vid Oy Fiskars Ab, Äminnefors. Adress: Äminnefors. Medlem 1946.
- Johansson, Edvin B.*, 03. Direktör, verkst. dir. för Sala Maskinfabriks Ab. Adress: Sala, Sverige. Medlem 1960.
- Johansson, Stig*, 39. Fil. maist., Tie- ja vesirakennushallituksen palveluksessa maatumkimustoinnissa. Osoite: Telakkakatu 1 C 12, Helsinki 15. Jäsen 1966.
- Jokela, Lauri, Veli Juhani*, 21. Dipl.ins., Kajaani Oy:n palveluksessa tehdaspalveluosaston johtajana. Osoite: Urheilukatu 6, Kajaani. Jäsen 1950.
- von Julin, John Lindsay*, 02. Direktör, chef för stålgruppen vid Oy Fiskars Ab. Adress: Linväregatan 10, Ekenäs. Medlem 1943.
- Jumppanen, Veikko Kalervo*, 34. Dipl.ins., The Messina Transvaal Development Co Ltd:n palveluksessa. Osoite: P. O. Mangula, Rhodesia, Africa. Jäsen 1958.
- Junttila, Kustaa Aulis Ferdinand*, 04. Dipl.ins., Sementtiyhdistyksen asiamies. Osoite: Tehtaankatu 21 B 38, Helsinki 15. Jäsen 1946.
- Juntunen, Väinö Veikko*, 34. Dipl.ins., Lohjan Kalkkitehdas Oy:n palveluksessa laitos-suunnittelijaosaston päällikkö. Osoite: Tytyrinkatu 3, Lohja. Jäsen 1957.
- Jäntti, Olavi*, 11. Fil.tri., Puolustuslaitoksen tutkimuskeskuksen päällikkö. Osoite: Tennistie 2 G 79, Tapiola. Jäsen 1954.
- Järvenpää, Viljo Juhana*, 33. Dipl.ins., Oy Wärtsilä Ab, Pietarsaaren konepajan valimoina. Osoite: Satamakatu 12, Pietarsaari. Jäsen 1960.
- Järvinen, Kauko Nestor*, 03. Professori, Teknillisen korkeakoulun kaivostekniikan professori. Osoite: Adolf Lindforsintie 11 A, Helsinki 40. Perustava jäsen.
- Järvinen, Matti*, 22. Fil.maist., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kotalahden kaivoksen geologina. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1959.
- Järvinen, Väinö*, 17. Ins., Suomen Forsiitti Dynamiitti Oy:n palveluksessa. Osoite: Hanko. Jäsen 1960.
- Kaasila, Kauko Johannes*, 28. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa pääkonttorin suunnitteluosaston päällikkönä. Osoite: Espoon Etelärinne C 10, Matinkylä. Jäsen 1955.
- Kahma, Aarno Assar*, 14. Professori, Geologisen tutkimuslaitoksen malminosaston johtaja. Osoite: Mäntyviita 9 C, Tapiola. Jäsen 1945.
- Kaivola, Markku Eero Aukusti*, 37. Dipl.ins., Lokomo Oy:n palveluksessa sulaton osastopäällikkönä. Osoite: Hatanpäänvaltatie 54 N 189, Tampere. Jäsen 1963.
- Kalla, Juha*, Heikki Yrjänä, 26. Fil.maist., Kallio- ja Maaperätutkimus Geotek Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Vuolukiventie 3 B 15, Helsinki 71. Jäsen 1957.
- Kalpa, Sulo Armas*, 98. Dipl.ins. Osoite: Käenkaari 20, Lappeenranta. Jäsen 1949.
- Kangas, Aarne Ilmari*, 26. Dipl.ins., Oy Nokia Ab, Suomen Kaapelitehtaan palveluksessa metalliosaston päällikkö. Osoite: Neulaspolku 1 A, Tapiola. Jäsen 1958.
- Kangas, Veli Juhani*, 36. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin tehtailla. Osoite: Pori. Jäsen 1961.
- Kangas, Timo Antero*, 34. Dipl.ins., Insinööri-toimisto Maa ja Vesi Oy:n palveluksessa. Osoite: Särkiniementie 3, Helsinki 21. Jäsen 1961.
- Kapanen, Aarne Albin*, 17. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n neuvotteleva insinööri. Osoite: Pohjoiskauppatori 1 A, Pori. Jäsen 1945.
- Karell, Sven Arvid*, 25. Dipl.ing., laboratoriefchef vid Ab Strå kalkbruk. Adress: Vasagatan 19, Sala, Sverige. Medlem 1958.
- Karlen, J. Sten-Erik*, 10. Verkst. dir., verkst. dir. för Riddarhytte Ab. Adress: Riddarhyttan, Sverige. Medlem 1946.
- Karling, Olof Sven Pentti*, 36. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa, Imatran rautatehtaan tutkimuslaboratoriossa. Osoite: Rajapatsas, Imatra. Jäsen 1964.
- Karstunen, Erkki Juhani*, 39. Dipl.ins., Kovametalli Oy:n palveluksessa nastaosaston päällikkönä. Osoite: Katajajarjuntie 7—9 A 9, Helsinki 20. Jäsen 1964.
- Karttunen, Paavo Joel*, 10. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten teknillinen johtaja. Osoite: Hollihaantie 3, Kokkola. Jäsen 1960.
- Karvula, Jorma Ragnar*, 12. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n suunnitteluosaston päällikkö. Osoite: Huopalahdentie 13 A 4, Helsinki 33. Jäsen 1946.
- Katila, Reijo Olavi*, 41. Dipl.ins., Lokomo Oy:n palveluksessa tutkimusinsinöörinä. Osoite: Kolmiokatu 2 L 106, Härmälä. Jäsen 1966.
- Kauranne, I. Kalevi*, 27. Fil.lis., Tie- ja vesirakennushallituksen maatumkimustoinniston geologi. Osoite: Susitie 10 C 26, Helsinki 80. Jäsen 1955.
- Keinänen, Raimo Emil*, 35. Dipl.ins., Oy Fiskars Ab, jousitehtaan päällikkö. Osoite: Pinjainen. Jäsen 1964.
- Kekki, Kimmo Kalle Kullervo*, 33. Dipl.ins., Ruskealan Marmorin Oy:n palveluksessa kaivosinsinööriä. Osoite: Louhi, Savonlinna. Jäsen 1961.
- Kelopuu, Beato*, 10. Professori, Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden professori. Osoite: Kulosaarentie 31, Helsinki 57. Jäsen 1953.
- Kerola, Pentti, Juhani*, 35. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kemän kaivoksella. Osoite: Koivusenkatu 5, Karihaara. Jäsen 1961.
- Keto, Leijo U.*, 28. Fil.maist., Kryolitselskabet Øresund A/S:n malminetsinnän johtaja. Osoite: Liljeveji 2, Hørsholm, Danmark. Jäsen 1966.
- Ketola, Matti Ilmari*, 39. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosaston kaivostekniikan ja geologian laboratorion ins. Osoite: Kylätie 20, Helsinki 32. Jäsen 1964.
- Kettunen, Pentti Olavi*, 32. Tekn.tri., tutkija. Osoite: Argonne National Laboratory Metallurgy Division, 9700 South Cass Avenue, Argonne, Illinois, U.S.A. Jäsen 1959.
- Kilpi, Kosti Olavi*, 17. Dipl. ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten elektrolyyttiosaston päällikkö. Osoite: Itsenäisyydenkatu 47, Pori. Jäsen 1951.
- Kilpinen, Matti*, 32. Dipl.ins., Tampella Oy:n paineilmakoneosaston johtaja. Osoite: Ilmarinkatu 33 A 6, Kaleva. Jäsen 1957.
- Kilponen, Jaakko Tapani*, 31. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen kaivosins. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1958.
- Kinnunen, Jorma Pentti Eenokki*, 12. Fil.maist., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten keskuslaboratorion johtaja. Osoite: Valtakatu 3 C, Pori. Jäsen 1943.
- Kirvesniemi, Aapo*, 36. Dipl.ins., Oy Kovametalli Ab:n palveluksessa tuotantopäällikkönä. Osoite: Maskuntie 3 A 3, Helsinki 28, Jäsen 1961.
- Kitunen, Kyösti Ilmari*, 20. Tekn.lis., Paraisten Kalkkivuori Oy:n Lappeenrannan kalkkitehtaan päällikkö. Osoite: PK-asuntola 9 B, Lappeenranta. Jäsen 1949.
- Kiukkola, Kalevi Viljam*, 25. Tekn. tri., Rikkihappo Oy:n tutkimuspäällikkö. Osoite: Aurorankatu 17 A 8, Helsinki 10. Jäsen 1949.
- Kivijärvi, Matti Unto Olavi*, 26. Dipl.ins., Työyhtymä Vestö-Skånskan rakennuspäällikkö. Osoite: Vatiala. Jäsen 1961.
- Kjellman, Åke Ingvald*, 11. Dipl.ing., direktör och platschef för Oy Vuoksenniska Ab, Åbo Järnverk. Adress: Trädgårdsgatan 3, lok. 15, Åbo. Medlem 1944.
- Klaile, Börje Ernst Wilhelm*, 24. Dipl.ing., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Björneborg. Adress: Liinaharjuntie 33, Björneborg. Medlem 1966.
- Kleemola, Heikki Johannes*, 41. Dipl.ins. Jäsen 1966. Sotaväessä.
- Koivikko, Lauri Johannes*, 28. Dipl.ins., Ruskealan Marmorin Oy:n palveluksessa. Osoite: Louhi, Savonlinna. Jäsen 1956.
- Koivisto, Alpo Kaarlo Aleksanteri*, 17. Dipl.ins., Tampella Oy, konepajan apulaisjohtaja. Osoite: Ilmarinkatu 33 A 8, Kaleva. Jäsen 1956.
- Koivulehto, Yrjö Veikko*, 25. Dipl.ins., Suomen Auto Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Munkkiniemen Puistotie 13 A, Helsinki 33. Jäsen 1952.
- Koivuniemi, Tatu Johannes*, 33. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin tehtailla osastoinsinöörinä. Osoite: Satakunnankatu 18 D 53, Pori. Jäsen 1960.
- Konkola, Heikki Severus*, 29. Dipl.ins., Suomen Työnantajain Yleisen Ryhmän teknillisen osaston päällikkö. Osoite: Aino Ackténtie 5 B 15, Helsinki 40. Jäsen 1955.
- Konttinen, Lauri Johannes*, 19. Fil.maist., Lohjan Kalkkitehdas Oy:n geologi. Osoite: Suurlohjankatu 33 A 8, Lohja. Jäsen 1963.
- Koponen, Martti Ensio*, 24. Dipl.ins., Oy Koverhar Ab:n palveluksessa piirustuskonttorin päällikkönä. Osoite: Lappohja. Jäsen 1965.
- Koponen, Kaarlo Olavi*, 16. Dipl.ins., Valmet do Brasil SA:n toimitusjohtaja. Osoite: Caixa Postal 1085, Sao Paulo, Brasil. Jäsen 1945.
- Koponen, Rauno Veli Kullervo*, 36. Dipl.ins., Osoite: Niittykumpu 5 B 10. Jäsen 1962.
- Korhonen, Aarne Einari*, 18. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten teknillisen osaston päällikkö. Osoite: Valtakatu 3 C 54, Pori. Jäsen 1946.
- Korhonen, Olli Väinö*, 34. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kotalahden kaivoksen rikastusinsinöörinä. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1958.
- Korpeinen, Väinö Eljas*, 32. Dipl.ins., Salon Sähkö- ja Konetehdas Oy:n isännöitsijä. Osoite: Siilnipiha 11, Salo. Jäsen 1958.

- Korpela, Kauko* Mauno, 27. Fil.lis., Imatran Voima Oy:n palveluksessa rakennusosastolla. Osoite: Vuolukiventie 3 B 11, Helsinki 71. Jäsen 1957.
- Koskela, Erkki*, 21. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Hituran tutkimustyömaalla. Osoite: Nivala kk. Jäsen 1950.
- Koskinen, Jouko* Aarre Kalevi 38. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa fysiikan tutkimuslaboratoriossa Espoossa. Osoite: Haahkatie 15 A 10, Helsinki 20. Jäsen 1966.
- Koskinen, P. Juhani*, 26. Fil.maist., Outokumpu Oy, Kotalahden kaivoksen päägeologi. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1956.
- Kosomaa, Lasse*, 12. Fil.maist., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen rikastuslaboratorion esimies. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1944.
- Kosonen, Ahti*, Arvo 25. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten putkitekintaan osastopäällikkö. Osoite: Uskoivistonkatu 10 A, Pori. Jäsen 1957.
- Kosonen, Erno*, 27. Ins. Paraisten Kalkkivuori Oy, Tapanilan tehtaan paikallisjohtaja. Osoite: Iirislahti, Matinkylä. Jäsen 1957.
- Kostamo, Pertti* Antero, 39. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaan teräsosaston osastoinjohtajana. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1964.
- Kouvo, Antti Olavi*, 20. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa erikoistutkijana. Osoite: OAS 2 F 58, Otaniemi. Jäsen 1952.
- Kraft-Johannssen, Johan* Midelfart, 00. Bergsing., verkst. dir. för A/S Sydvaranger. Adress: Postbox 197, Centrum, Oslo 1, Norge. Stiftande medlem.
- Kranck, Anders* Manfred, 35. Dipl.ing., anställd vid Oy Wärtsilä Ab, Arabias ADB-planering. Adress: Kaptensgatan 2 B 9, Helsingfors 14. Medlem 1963.
- Kranck, Ernst* Håkan, 98. Professor, professor i petrografi vid Department of Geological Sciences, McGill University, Adress: McGill University, Montreal, Canada. Stiftande medlem.
- Kreutz von Scheele, Heinrich*, 91. Dipl.ing., Kolsva Järnverk. Adress: Kolsva, Sverige. Stiftande medlem.
- Kristola, Runar* Reguel, 12. Fil.mag., laboratorieförman vid Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Konvaljevägen 38 A, Dickursby. Medlem 1943.
- Kujanpää, Jorma* Pertti, 36. Fil.lis., Outokumpu Oy:n palveluksessa malminetsintäosastolla. Osoite: Sauvosaa renkatu 6, Kemi. Jäsen 1960.
- Kulonpalo, Max*, 11. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen malmigeologi. Osoite: Otakallio 6 B 20, Otaniemi. Jäsen 1955.
- Kupias, Paavo* Matti, 22. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen suunnitteluinsinööri. Osoite: Raivionmäki, Outokumpu. Jäsen 1947.
- Kurkinen, Reima* Vihtori, 33. Dipl.ins., Valmet Oy:n palveluksessa Jyskän tehtaalla. Osoite: Jyskä. Jäsen 1963.
- Kurppa, Reino* Olavi, 15. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen kaivoksen johtaja. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1943.
- Kurronen, Sakari* Johannes, 31. Dipl.ins., Oulu Oy:n selluloosatehtaan teknillinen johtaja. Osoite: Allitie 10 B 28, Karjasilta, Oulu. Jäsen 1959.
- Käyhkö, Jussi* Jaakko, 22. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin tehtaitten kuparielektrolyysiosaston käyttöinsinööri. Osoite: Länsipuisto 20 A 7, Pori. Jäsen 1950.
- Laaksonen, Aarne* August, 90. Ins. Osoite: Uudenmaankatu 39 A 7, Helsinki 12. Jäsen 1943.
- Laatio, Gunnar* Kaino, 15. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen kaivoksen johtaja. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1946.
- Lagus, Bengt* Vilhelm, 30. Dipl.ing., lärare vid Porin teknillinen oppilaitos. Adress: Uskoivistontie 81 B 15, Björneborg. Medlem 1963.
- Lahermo, Pentti*, 38. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Haagan Urheilutie 13 A 16, Helsinki 32. Jäsen 1966.
- Laitakari, Aarne* Vihtori, 90. Professori. Osoite: Erkki Melartintie 11, Helsinki 72, Jäsen 1944.
- Laitakari, Aatto* Johannes, 23. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen malmigeologi. Osoite: Susitie 10 B 21, Helsinki 80. Jäsen 1955.
- Laitakari, Ilkka* Tiera Ylermi, 29. Fil.lis., Geologisen tutkimuslaitoksen kivikokeilmien hoitaja. Osoite: Koivikkotie 20 E, Helsinki 63. Jäsen 1961.
- Laitala, Matti* Edvard, 24. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Puistokaari 3 A 14, Helsinki 20. Jäsen 1959.
- Laiti, Ilpo* Olavi, 20. Fil.maist., Teknillisen korkeakoulun erikoisopettaja. Osoite: Pohjoisranta 20 C 60, Helsinki 17. Jäsen 1954.
- Lappalainen, Seppo* Harras Juhani, 32. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen käyttöinsinööri. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1958.
- Lappalainen, Veikko* K., 32. Fil.tri., Rautatiehallituksen rataosaston geoteknillisen jaoston geologi. Osoite: Louhentie 20 C 21, Tapiola. Jäsen 1965.
- Lauerma Raimo* Ilmari, 27. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Kauppalantie 8 A 7, Kauniainen. Jäsen 1957.
- Laurila, Aaro* Ulfjas, 35. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Pori. Osoite: Valtakatu 3 D 63, Pori. Jäsen 1963.
- Laurila, Erkki* Aukusti, 13. Akateemikko. Osoite: Harjuviita 4, Tapiola. Jäsen 1958.
- Laurila, Matti* Juhani, 25. Fil.maist., geofysikko Outokumpu Oy:n malminetsintäosastolla. Osoite: Raivionmäki, Outokumpu. Jäsen 1952.
- Lautjärvi, Jaakko* Johannes, 30. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa osastopäällikkönä. Osoite: Satamakangas 3 B 13, Raahensalo. Jäsen 1958.
- Lavonius, Otto* Wilhelm, 10. Dipl.ins., Tikkakoski Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Tikkakoski. Jäsen 1943.
- Le Bell, Rolf, Casimir* 19. Dipl.ing., disponent för Pargas Kalkberg Ab, Åbo Kakelfabrik. Adress: Havskantsvägen 40, Åbo. Medlem 1954.
- Lehesaho, Väinö* Ilmari, 21. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan fysiikan laboratorion päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1949.
- Lehijärvi, Mauno*, 13. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Ulvilantie 29 b C 473, Helsinki 35. Jäsen 1966.
- Lehmus, Jaakko*, 13. Vuorineuvos, Typpi Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Laanila, Oulu. Jäsen 1946.
- Lehmuskallio, Seppo* Ilmari, 31. Dipl.ins., Tampella Oy:n palveluksessa paineilmakoneosaston venti-insinöörinä. Osoite: Voionmaankatu 71 A 6, Rahola. Jäsen 1957.
- Lehmussaara, Heikki* Ilmari, 26. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan mekaanisten korjausosastojen päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1957.
- Lehto, Matti* Oskar, 28. Dipl.ins., Vuorikemia Oy:n palveluksessa. Osoite: Länsipuisto 20 C 68, Pori. Jäsen 1956.
- Lehto, Pekka*, 26. Dipl.ins., Oy Nokia Ab, Suomen Kaapelitehtaan tietokoneosaston myyntipäällikkö. Osoite: Kaskenkaatajantie 6 A, Tapiola. Jäsen 1949.
- Lehtola, Antti*, 37. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Aijalan kaivoksen rikastusinsinööri. Osoite: Aijala. Jäsen 1964.
- Lehtonen, Esko* Antero, 24. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kotalahden kaivoksen rikastusosaston päällikkö. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1950.
- Lehtonen, Yrjö* Matti, 30. Dipl.ins., Rauta- ja Metallivalimo Suomi Oy:n teknillinen johtaja. Osoite: Elimäenkatu 5 A 1, Helsinki 51, Jäsen 1958.
- Leikko, Arvo* Antero, 23. Dipl.ins., Oy Fiskars Ab:n pintakäsittelylaboratorion päällikkö. Osoite: Jokioinen. Jäsen 1949.
- Leinonen, Paavo* Johannes, 28. Dipl.ins., Otanmäki Oy:n palveluksessa rikastusinsinöörinä. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1959.
- Leitner, Karl*, 18. Dipl.ins., Österreichisch-Amerikanische Magnesit AG:n johtaja. Osoite: Radentheim, Kärnten, Österreich. Jäsen 1953.
- Leppälä, Antero*, 39. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa fysiikan tutkimuslaboratoriossa Espoossa. Osoite: Pohjoiskaari 20 A 5, Helsinki 20. Jäsen 1965.
- Leskinen, Aarno* Ilmari, 21. Dipl.ins., Savonlinnan tyttölyseon fysiikan ja kemian vanhempi lehtori. Osoite: Olavinkatu 34 A, Savonlinna. Jäsen 1950.
- Levanto, Arto* Elias 27. Dipl.ins., Otanmäki Oy:n palveluksessa kunnossapito-osaston päällikkönä. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1955.
- Levanto, Kaarlo* Ilmari, 95. Yli-ins. Osoite: Otsolahdentie 18 A, Tapiola. Perustava jäsen.
- Levanto, Ulla-Maija*, 26. Tekn.lis., Otanmäki Oy:n laboratorio-osaston päällikkö. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1956.
- Lilius, Kaj* Rainer, 33. Tekn.lis., Teknillisen korkeakoulun metallurgisen laboratorion laboratorionsinööri. Osoite: Jalmarintie 8 E 145, Tapiola. Jäsen 1958.
- Liljeström, Bror* Åke, 15. Övering., chef för tekniska avdelningen vid Oy Nokia Ab, Finska Kabelfabriken. Adress: Norrsvängen 23—25 E, Helsingfors 20. Medlem 1957.
- Lindblad, Lars* Gustaf, 13. Övering., övering. för kalk- och cementtillverkningen vid Pargas Kalkberg Ab:s fabriker i Willmansstrand. Adress: PK -asuntola 11, Willmanstrand. Medlem 1945.
- Lindeberg, Tom* Christian, 38. Dipl.ing., gruvning. vid Lojo Kalkverk Ab, Tytyri gruva. Adress: Asemakatu 5—7 B, Lojo. Medlem 1964.
- Linden, Ben* Robert, 18. Dipl.ing., personalchef vid Oy Nokia Ab, Finska Kabelfabriken. Adress: Rinnetie, Rinnerivi A 6, Mankans, Medlem 1948.
- Lindfors, Erik*, 16. Dipl.ing., gruvchef vid SKF, H:fors Bruk. Adress: Gästrike-Långnäs, Sverige. Medlem 1944.

- Lindholm, Ole*, 24. Fil.mag., chef för geologiska avdelningen vid Otanmäki Oy, Otanmäki gruva. Adress: Otanmäki. Medlem 1952.
- Lindroos, Veikko* Kalervo, 38. Dipl.ins., tutkija Teknillisen korkeakoulun metalliopin laboratoriossa. Osoite: Mäkkyläntie 17 as 10, Leppävaara. Jäsen 1966.
- Lindström, Teuvo* Gabriel, 11. Dipl.ins., Turun teknillisen oppilaitoksen lehtori. Osoite: Kupittaaankatu 60, Turku. Jäsen 1943.
- Linko, Erkki* Yrjö Väinö Olavi, 21. Fil.maist., Paraisten Kalkkivuori Oy:n palveluksessa Lappeenrannan tehtaitten laboratorion päällikkönä. Osoite: PK-asuntola 7 A, Lappeenranta. Jäsen 1965.
- Linko, Ilpo* Ilkka Kalevi, 37. Dipl.ins., Suomen ICI Oy:n palveluksessa Osoite: Myötäle I, Mankaantie Mankkaa. Jäsen 1959.
- Linna, Antti* Emil, 16. Dipl.ins., Insinööritutkimus Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Takahuhti, Jäsen 1943.
- Linnainmaa, Jarkko* Ensio, 39. Dip.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa myynti-insinöörinä. Osoite: Satukallio 14, Matinkylä. Jäsen 1965.
- Linnala, Reino*, 09. Rehtori, Outokumpu Oy:n ammattikoulun rehtori. Osoite: Kumpula. Jäsen 1953.
- Ljung, John Erik*, 19. Ing., anställd vid Höganäs-Billesholms Ab. Adress: Linnegatan 5, Höganäs, Sverige. Medlem 1955.
- Lobbas, Knut* Brynolf, 21. Övering., chef för hjälpaodelningarna vid Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Järnverket, Imatra. Medlem 1966.
- Lohikoski, Timo* Jorma Juhani, 22. Dip.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten valimon päällikkö. Osoite: Gallen Kallelankatu 25, Pori. Jäsen 1953.
- Lonka, Anssi*, 33. Fil.lis., Suomen Malmi Oy:n palveluksessa geologina. Osoite: Vaskivuorentie 4 X 185, Helsinki 44. Jäsen 1959.
- Lucander, Eino* Aulis, 31. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin metallitehtailla laboratorioinsinöörinä. Osoite: Yrjönkatu 4 B 36, Pori Jäsen 1964.
- Lukkarinen, Toimi* Eemil, 19. Tekn.lis., Outokumpu Oy:n palveluksessa pääkonttorin neuvottelevana rikastusinsinöörinä. Osoite: Ritokallontie 8—16 C, Helsinki 33, Jäsen 1949.
- Lund, Lars* Kristian, 25. Dipl.ing., anställd vid Fabrica de Aço Paulista S/A. Adress: Caixa Postal 3190, Sao Paulo, Brasil. Medlem 1965.
- Lundberg, Ake* Melcher Johan, 04. Bergsing., dir. vid K. O. Rydqvist, Adress: Eriksbergsgatan 38, Stockholm C, Sverige. Medlem 1943.
- Lundqvist, John* Gunnar, 34. Dipl.ing., laboratorieförman och assistentingeför vid Oy Koverhar Ab. Adress: Björknäsgratan 29—31 H 50, Ekenäs. Medlem 1963.
- Lundström, Kurt* Edvin Wilhelm, 36. Dipl.ing., chef för drifttekniska avdelningen vid Pargas Kalkbergs Ab, Pargas. Adress: Pargas. Medlem 1961.
- Lunkka, Bror*, 25. Ing., gjuterichef vid Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Järnverket, Imatra. Medlem 1962.
- Luostarinen, Erik* Yrjö Wilhelm, 15. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa osastoinsinöörinä. Osoite: Lumikintie 3 D 173, Helsinki 82. Jäsen 1965.
- Lupander, Kurt*, 08. Fil.mag., anställd vid Ab Atomenergi. Adress: Kapellvägen Pl. 1339, Skövde, Sverige. Medlem 1943.
- Lyytikäinen, Erkki*, 25. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa geologina. Osoite: Tornitaso 3 as 35, Tapiola. Jäsen 1960.
- Lähteenkorva, Ernesti* Ethel, 19. Fil.tri., Valtion teknillistieteellisen toimikunnan tutkimusfysiikko. Osoite: Porthaninkatu 6 A 8, Turku. Jäsen 1949.
- Lähteenoja, Pekka* Johannes, 28. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kotalahden kaivoksen kaivososaston päällikkö. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1954.
- Lärka, Håkan* Gunnar, 40. Dipl.ing., forskningsing. vid Statens tekniska forskningsanstalts bergstekniska laboratorium. Adress: Karlavägen 1 B 19, Helsingfors 20. Medlem 1965.
- Lögdö, John* Henrik, 14. Direktör verkställande dir. för Svenska Metallverkens Ugns Aktiebolag. Adress: Högbergsgatan 6, Västerås, Sverige. Medlem 1960.
- Maaranen, Reino*, 16. Ins., Lohjan Kalkkitechdas Oy:n palveluksessa turvallisuusinsinöörinä. Osoite: Virkkalantie 32 B 14, Lohja. Jäsen 1955.
- Maijala, Paavo* Veikko, 11. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n pääturvallisuusinsinööri. Osoite: Mäntytie 3, Helsinki 27. Jäsen 1946.
- Makkonen, Risto* Juhani, 31. Tekn.lis., Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratorion tutkimusinsinööri. Osoite: OAS 2 D 39, Otaniemi. Jäsen 1960.
- Makkonen, Väinö* Ilmari, 27. Fil.maist., Otanmäki Oy:n palveluksessa malminetsintäosastolla. Osoite: Koskitie 5 B 10, Oulu. Jäsen 1959.
- Maliniemi, Martti* Einari, 20. Yli-ins., Luossavaara-Kiirunavaara Ab:n suunnitteluosastolla Kaunisvaaran tutkimuksissa. Osoite: Lundbomsvägen 33 C, Kiruna, Sverige. Jäsen 1949.
- Malmström, Rolf* Einar, 27. Dipl.ing., chef för Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Björneborg. Adress: Pohjoispuisto 3 C, Björneborg. Medlem 1952.
- Mannerkoski, Markku* Berndt Veikko, 36. Professori, Oulun yliopiston metalliopin professori. Osoite: Puistokatu 2 A 4, Oulu. Jäsen 1959.
- Manninen, Veikko* Kalervo, 39. Dipl.ins., Otanmäki Oy:n palveluksessa vanadiinitehtaan tutkimusinsinöörinä. Osoite: Otanmäki, Jäsen 1964.
- Marjonen, Reino* Kalevi, 33. Fil.maist., geologi Zambian Geological Survey Departmentissa. Osoite: P. O. Box R.W. 185, Ridgeway, Lusaka, Zambia. Jäsen 1965.
- Markkanen, Pentti* Ilmari, 32. Fil.maist., Insinööritoimisto Vesto Oy:n palveluksessa pääkonttorissa. Osoite: Harjuviita 18, Tapiola. Jäsen 1963.
- Markula, Eero* Juhani, 37. Dipl.ins., Oy Fiskars Ab:n palveluksessa keskuslaboratorion tutkimusinsinöörinä. Osoite: Vestergård B 23, Äminnefors. Jäsen 1966.
- Marmo, Vladi*, 14. Ylijohtaja, Geologisen tutkimuslaitoksen ylijohtaja. Osoite: Otakallio 2 B, Otaniemi. Jäsen 1950.
- Marttila, Erkki*, 26. Fil.maist., Turun yliopiston geologian laitoksen assistentti. Osoite: Rakuunatie 55 B 39, Turku 16. Jäsen 1966.
- Matikainen, Raimo* Tapani, 38. Dipl.ins., Lohjan Kalkkitechdas Oy:n kaivoslaitospalvelun päällikkö. Osoite: Virkkala. Jäsen 1964.
- Matikkala, Aaro* Untamo, 30. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen kaivosinsinööri. Osoite: Kyykerinkatu 12, Outokumpu. Jäsen 1959.
- Matisto, Arvo*, 11. Fil.lis., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Itäranta 11 E 44, Tapiola. Jäsen 1949.
- Mattelmäki, Matti* Tapani, 39. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten käyttöinsinööri. Osoite: Uuskoivistontie 79B, Pori. Jäsen 1964.
- Mattila, Esko* Aimo Kalevi, 19. Dipl.ins., Vuorikemia Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Krogiusentie 3, Helsinki 34, Jäsen 1961.
- Mattila, Olavi* Johannes, 18. Pääjohtaja, Valmet Oy:n pääjohtaja. Osoite: Puistokatu 3 A 12, Helsinki 14. Jäsen 1947.
- Mattila, Pentti* Wilhelm, 17. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen rikastusosaston päällikkö. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1946.
- Mattila, Väinö* Tatu, Fil.maist., kemisti Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksella. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1948.
- Mattila, Yrjö* Albert, 12. Dipl.ins., Rikkihappo Oy Harjavallan tehtaitten teknillinen johtaja. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1949.
- Mauno, Kalevi* Einar, 26. Dipl.ins., Oy Sako Ab:n valimon päällikkö. Osoite: Paloheimonkatu 37 B 32, Riihimäki. Jäsen 1957.
- Mela, Martti* Juhani, 33. Tekn.lis., tutkija University of Pennsylvania, The Johnson Research Foundation School of Medicine. Osoite: 4519 Osage Ave, Philadelphia Pa, USA. Jäsen 1960.
- Melart, Allan* Mikael, 25. Fil.maist., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan instrumenttiosaston päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1955.
- Merenmies, Veli* Martti Edvard Johannes, 24. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n sintraamo- ja masuuniosaston päällikkö. Osoite: Raahensalo 1 A, Raahensalo. Jäsen 1949.
- Merikanto, Bengt* Olof, 24. Dipl.ins., kemisti Outokumpu Oy, Porin metallitehtailla. Osoite: Kalevanpuisto 2 B, Pori. Jäsen 1950.
- Meriläinen, Kauko*, 22. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Itäranta 11 B 10, Tapiola. Jäsen 1961.
- Meriläinen, Raimo* Juhani, 30. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa osastopäällikkönä. Osoite: Satamakangas 2 F 24, Raahensalo. Jäsen 1964.
- Merivuori, Kaino* Mikael, 18. Fil.maist., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan laboratoriodien päällikkö. Osoite: Kirkkotie 21 C, Kauniainen. Jäsen 1949.
- Michelson, Kurt* Viktor, 18. Dipl.ing., chef för Lojo Kalkverk Ab:s cementfabrik. Adress: Virkby. Medlem 1950.
- Miekk-oja, Heikki* Malakias, 08. Professori, Teknillisen korkeakoulun metalliopin professori. Osoite: Abrahaminkatu 9 B 46, Helsinki 18. Jäsen 1946.
- Miettinen, Erkki* Kalervo, 21. Dipl.ins., Lohjan Kalkkitechdas Oy:n Ojamon ja Mustion kaivosten päällikkö. Osoite: Solkulla, Lohja. Jäsen 1952.
- Miettinen, Jorma* Väinämö, 32. Tutkimusins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kokkolan tehtailla. Osoite: Mariankatu 36 D 25, Kokkola. Jäsen 1963.
- Mikkanen, Matti*, 40. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Helsingin tutkimuslaboratoriossa. Osoite: Rakuunantie 8 A 23, Helsinki 33. Jäsen 1966.

- Mikkola, Aimo* 17. Professori, Teknillisen korkeakoulun mineralogian ja geologian professori. Osoite: Lönnrotinkatu 7 B 13, Helsinki 12. Jäsen 1949.
- Mikkola, Toini Aurora*, 07. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Kalevankatu 42 A 19, Helsinki 18. Jäsen 1949.
- Mikkonen, Antti*, 24. Fil.maist., Suomen Malmi Oy:n tutkimusjohtaja. Osoite: Kimmeltie 11 C 35, Tapiola. Jäsen 1953.
- Mitts, Carl Göran*, 29. Fil.mag., gruvchef för Pargas Kalkberg Ab:s Montola gruva. Adress: Loukolampi. Medlem 1962.
- Moisio, Tapani* Jouko Ilmari, 34. Dipl.ins., Oulun yliopiston teollisuusosaston metalliopin assistentti. Osoite: Hoikantie 14 D 27, Oulu. Jäsen 1961.
- Mustola, Jorma Johannes*, 36. Fil.maist., Oy Vuoksenniska Ab:n Jussarön kaivoksen kaivosgeologina. Osoite: Jussarö. Jäsen 1965.
- Myrskyläinen, Risto* Mikael, 21. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Korsnäsin kaivoksen kaivoksen johtaja. Osoite: Korsnäs. Jäsen 1950.
- Mäkelä, Mikko* Salomon, 14. Dipl.ins., Valmet Oy, Jyskän tehtaan isännöitsijä. Osoite: Jyskä. Jäsen 1943.
- Mäkelä, Onni* Olavi, 28. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen käyttöinsinööri. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1958.
- Mäkelä, Reino* Juhani, 32. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa osastoinsinöörinä. Osoite: Ristolantie 1 A 9, Helsinki 30. Jäsen 1958.
- Mäkeläinen, Alpo* Aatos, 23. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin tehtaitten kunnossapito-osaston päällikkönä. Osoite: Isoliimankatu 7 C 68, Pori Jäsen 1961.
- Mäkkylä, Esko* Benjamin, 09. Fil.maist., Oy Fiskars Ab:n palveluksessa pääkonttorissa. Osoite: Lönnrotinkatu 38 A 17, Helsinki 18. Jäsen 1947.
- Mäkilä, Eino* Johannes, 15. Dipl.ins., Joutseno-Pulp Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Joutseno. Jäsen 1953.
- Mäkipirtti, Simo* Antero Iivari, 27. Tekn.tri., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Pori. Osoite: Nakkila. Jäsen 1958.
- Mählén, Carl-Fredrik* Emil, 23. Dipl.ing., verkst. direktör för Oy Vuorikone Ab. Adress: Haukisalo A 16, Mattby. Medlem 1949.
- Mälkki, Esko*, 29. Fil.maist., Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:n palveluksessa Osoite: Vaiveronkatu 23—25 A 9, Hyvinkää. Jäsen 1966.
- Mäyrä, Matti* Veikko, 30. Dipl.ins., Oy Fiskars Ab, Loimaan tehtaitten isännöitsijä. Osoite: Loimaa. Jäsen 1960.
- Määttä, Veli Kauko* Johannes, 38. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa käyttöinsinöörinä. Osoite: Ouluntie 20 D 25, Raah. Jäsen 1964.
- Naupert, Gerhard* Willi, 31. Dipl.ins., Oy Airam Ab:n vientipäällikkö. Osoite: Aittatie 14 B 19, Helsinki 39. Jäsen 1957.
- Nermes, Esko* Olavi, 31. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten sulaton päällikkö. Osoite: Pikiruunkintie 2 Kokkola. Jäsen 1957.
- Newouen, Kaarlo* Juhana, 18. Professori, Turun yliopiston geologian ja mineralogian professori. Osoite: Multavieru 1 A 3, Turku. Jäsen 1953.
- Nevalainen, Harri* Petteri, 29. Dipl.ins., hoitaa teknillistä informaatiota Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaalla. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1958.
- Niemelä, Toivo* Isak, 13. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten sulaton päällikkö. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1949.
- Niemi, Aarre* Ensio, 17. Dipl.ins., Rosenlew & Kump:n, Porin konepajan valimon päällikkö. Osoite: Kiertokatu 19 A, Pori. Jäsen 1958.
- Niemi, Antti* Johannes, 28. Tekn.tri., Oulun yliopiston teknillisen fysiikan assistentti. Osoite: Hoikantie 14—22 A 7, Hintta, Oulu. Jäsen 1961.
- Nieminen, Kaarlo Kalervo*, 17. Yli-ins., Paraisten Kalkkivuori Oy, Minerititehtaitten yli-insinööri. Osoite: Vuorimiehenkatu 23 b A 9, Helsinki 14. Jäsen 1943.
- Niini, Heikki* Ilmari, 37. Fil.lis., Tie ja Vesirakennushallituksen palveluksessa vesistöosastolla. Osoite: Koukkusaarentie 7 L 329, Helsinki 96. Jäsen 1962.
- Niitti, Timo* Untamo, 39. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosaston laboratorioins. Osoite: Ruukinlahdentie 3 A 15, Helsinki 20. Jäsen 1964.
- Nikander, Bo* Johan Mikael, 11. Övering., chef för centralförvaltningens processtekniska avdelning vid Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1955.
- Nikander, Carl-Johan*, 15. Dipl.ins., verkst. direktör för Oy Telko Ab. Adress: Krigarestråten 9, Helsingfors 57. Medlem 1957.
- Nikkanen, Armas* Olavi, 18. Ins., Oy Tulenkestävät Tiilet Ab:n toimitusjohtaja. Osoite: Näätätie 8, Helsinki 80. Jäsen 1954.
- Nikus, Johannes* Fridolf, 12. Dipl.ing., laboratoriefchef vid Oy Wärtsilä Ab, Dalsbruk. Adress: Dalsbruk. Medlem 1950.
- Noponen, Veikko* Herman, 26. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten sulaton käyttöins. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1959.
- Nordman, Karl Benjamin (Ben.)* 00. Övering., övering. vid Oy Tampella Ab:s mekaniska verkstad. Adress: Tampella, Tammerfors. Medlem 1943.
- Norrö, Allan*, 17. Bergsing., chef för Bolidens Gruv Ab, Rönnskärsverken. Adress: St Örjansvägen 15, Skelleftehamn, Sverige. Medlem 1953.
- Nortio, Jaakko* Kostti, 22. Fil.maist., Typpi Oy:n myyntipäällikkö. Osoite: Lassintie 1 B 13, Tuira, Oulu. Jäsen 1957.
- Norvasto, Osmo* Aleksis, 30. Dipl.ins., Tehdasputkitus Oy:n palveluksessa. Osoite: Korsholmantie 7 A 1, Helsinki 90. Jäsen 1963.
- Nousiainen, Erkki* Emil, 06. Isännöitsijä, Ruskealan Marmorin Oy:n isännöitsijä. Osoite: Louhi, Savonlinna. Jäsen 1955.
- Nurmi, Aimo* Akseli Ensio, 23. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen geofyysikko. Osoite: Laajasuontie 16—18 C 22, Helsinki 32. Jäsen 1960.
- Nurmi, Lea Tellervo*, 19. Dipl.ins., Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratorion tutkimusins. Osoite: Menninkäisentie 2 B 10, Tapiola. Jäsen 1949.
- Nuutilainen, Juhani*, 29. Fil.lis., Otanmäki Oy:n palveluksessa geologina. Osoite: Kansankatu 2, Rovaniemi. Jäsen 1957.
- Nyholm, Erik* Johan, 34. Dipl.ing., anställd vid Outokumpu Oy:s huvudkontor som chefmetsallurgens assistent. Adress: Harjuviita 14 A 9, Tapiola. Medlem 1962.
- Nyman, Holger* Olof, 20. Dipl.ing., chef för Oy Nokia Ab, Finska Kabelfabriken kemiska laboratorium. Adress: Asunto-Osaketyhtiö Haukilahti 2, Mattby. Medlem 1952.
- Nyrkiö, Paavo* Juhani Untamo, 27. Fil.maist., Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa myynti-insinöörinä. Osoite: Pajamäentie 14 D 48, Helsinki 36. Jäsen 1962.
- Nyström, Sigurd* Henrik, 00. Övering. Adress: Virkby. Medlem 1943.
- Nyysönen, Pekka*, Tuomo, 26. Dipl.ins., Imatran Voima Oy:n palveluksessa apulaisosastonjohtaja. Osoite: Tornitaso 1 as 44, Tapiola. Jäsen 1957.
- Näykki, Ossi* Ensio, 23. Fil.lis., Helsingin yliopiston geologian laitoksen assistentti. Osoite: Pihlajatie 43 A 5, Helsinki 27. Jäsen 1958.
- Oivanen, Paunu* Juhani, 30. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa geologina. Osoite: Agricolankatu 5 A 16, Helsinki 53. Jäsen 1958.
- Orpana, Veikko* Heikki, 29. Fil.maist., Grängesbergsbolaget, Oxelösunds Järnverketin osastopäällikkö. Osoite: Järntorget 4, Oxelösund, Sverige. Jäsen 1966.
- Osipow, Igor*, 07. Dipl.ing., avd. chef vid A. Ahlström, Oy, Karhula bruks stälgjuteri. Adress: Karhula B 170. Medlem 1944.
- Paakkola, Juhani* Kalervo 35. Fil.maist., geologian ja mineralogian assistentti Oulun yliopiston geologian laitoksella. Osoite: Jäälinkylä. Jäsen 1965.
- Paarma, Heikki*, 20. Fil.maist., Otanmäki Oy:n päägeologi. Osoite: Tinatie 16, Oulu. Jäsen 1949.
- Paasikivi, Antti* Ilmari, 35. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan keski-, hieno- ja lankavalssaamon päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1966.
- Paasikoski, Olli*, 40. Dipl.ins., Rosenlew & Kump:n palveluksessa. Osoite: Pori, Jäsen 1964.
- Pajari, Lauri* Johannes, 37. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa pääkonttorin myyntiosastolla. Osoite: Viherkallio A 9, Viherlaakso. Jäsen 1963.
- Palasvirta, Erik* Wilhelm Ossian, 20. Metallurgical Engineer. Osoite: Oglebay Norton Co, 1200 Hanna Bldg., Cleveland, Ohio 44115, USA. Jäsen 1959.
- Palin, Nils* Harald, 25. Dipl.ing., chef för tekniska avdelningarna vid Oy Fiskars Ab, centralkontoret. Adress: Bowlingvägen 8 C 29, Mattby. Medlem 1965.
- Palmu, Mauri* Johannes, 38. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin tehtaitten käyttöinsinöörinä. Osoite: Pohjoiskaupatori 3 A, Pori. Jäsen 1965.
- Palomäki, Antti* Juhani, 29. Dipl.ins., Paraisten Kalkkivuori Oy, Suomen Mineraali-hallinnon teknillinen johtaja. Osoite: Tennispolku 2 A 6, Tapiola. Jäsen 1952.
- Palomäki, Asko* Inari, 37. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab:n myyntipäällikkö. Osoite: Oksasenkatu 1 b A 27, Helsinki 10. Jäsen 1962.
- Palosaari, Seppo* Matti, 36. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun kemian osaston assistentti. Osoite: Hakarinne 2 N 180, Tapiola. Jäsen 1963.
- Palperi, Matti* Johannes, 33. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kokkolan tehtaitten kobolttitehtaan osastopäällikkönä. Osoite: Hakakatu 4, Kokkola. Jäsen 1961.

- Palviainen, Mikko* Ilmari, 33. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Kotalahden kaivoksen suunnitteluinsinöörinä. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1958.
- Papunen, Heikki* Tapani, 36. Fil.maist., Turun yliopiston geologian laitoksen assistentti. Osoite: Kerttulinkatu 3 A 12, Turku 2. Jäsen 1966.
- Parras, Kauko*, 12. Fil.tri., Lohjan Kalkkitehdas Oy:n päägeologi. Osoite: Tytyrinkatu 3, Lohja. Jäsen 1948.
- Parviainen, Asko* Eemeli, 41. Tekn.lis., Outokumpu Oy:n palveluksessa Harjavallan tehtaitten käyttöinsinöörinä. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1963.
- Paulig, Lennart*, 14. Ing., anställd vid Oy Fiskars Ab:s försäljningsavdelning. Adress: Kyösti Kalliosväg 10 A, Helsingfors 57. Medlem 1954.
- Paulig, Alma* Marianne, 16. Dipl.ing., forskningsingenjör vid Statens tekniska forskningsanstalts metallurgiska laboratorium. Adress: Kyösti Kalliosväg 10 A, Helsingfors 57. Medlem 1963.
- Pekkonen, Eero* Antero, 23. Fil.maist., Outokumpu Oy:n palveluksessa malminetsintäosaston geologina. Osoite: Tornitie 2, Pyhäkumpu. Jäsen 1958.
- Peltola, Esko* Niilo Juhani, 15. Fil.tri., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen geologiasaston päällikkö. Osoite: Kallela, Outokumpu. Jäsen 1946.
- Peltonen, Aaro* Olavi, 23. Dipl.ins., Patentti- ja rekisterihallituksen palveluksessa tutkimusinsinöörinä. Osoite: Kaironkatu, 2, Helsinki 56. Jäsen 1950.
- Peltonen, Mauri* Olavi, 33. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan tankovaluosaston päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1963.
- Peltonen, Hannu* Pietari, 30. Dipl.ins. konsultoiva geofyysikko. Osoite: Ulvilantie 11 b E 126, Helsinki 35. Jäsen 1957.
- Penttilä, Esko*, 19. Fil.maist., Helsingin yliopiston seismologian laitoksen seismologi. Osoite: Viestitie 1, Helsinki 37. Jäsen 1966.
- Penttinen, Urho*, 22. Fil.maist., kemisti Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen rikastuslaboratoriossa. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1954.
- Peräinen, Urpo* Juhani, 22. Dipl.ins., Oy Nokia Ab, Suomen Kumi- tehtaan Vammalan tehtaan isännöitsijä. Osoite: Karhunpolku Vammala. Jäsen 1949.
- Pesola, Pentti* Tapani Matias, 18. Dipl.ins., Paraisten Kalkkivuori Oy, Muijalan tehtaan paikallisjohtaja. Osoite: Muijala. Jäsen 1947.
- Peura, Esa* Heikki, 33. Dipl.ins., Lokomo Oy:n palveluksessa valimoinsinöörinä. Osoite: Alaniemenkatu 6 as 2, Rahola. Jäsen 1960.
- Peura, Kosti* Olavi, 24. Dipl.ins., Patentti- ja rekisterihallituksen palveluksessa tutkimusinsinöörinä. Osoite: Dorankuja 2 a B 8, Kauniainen. Jäsen 1955.
- Pietikäinen, Juhani*, 25. Tekn.tri., Puolustuslaitoksen tutkimuskeskuksen fysiikan laboratorion johtaja. Osoite: Otakallio 3 A 9, Otaniemi. Jäsen 1963.
- Pietilä, Mikko* Tapio, 28. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten valssaamon osastopäällikkö. Osoite: Liisankatu 8 C 38, Pori. Jäsen 1957.
- Pietiläinen, Lauri* Aapeli, 26. Yli-ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan päämetallurgi. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1955.
- Pihko, Esko* Väinö Tapio, 22. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen kaivososaston päällikkö. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1949.
- Piivainen, Tauno*, 29. Fil. lis., Oulun yliopiston geologian laitoksen assistentti. Osoite: Muhos pt. Jäsen 1960.
- Pipping, Fredrik* Axel Hugo, 31. Fil.lic., anställd vid Geological Survey Department, Zambia. Adress: P. O. Box 135 Ridgeway, Lusaka, Zambia. Medlem 1963.
- Porhka, Jorma* Harras, 28. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen I käyttöinsinööri. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1958.
- Punnonen, Yrjö* Uolevi, 14. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n hallinnollinen johtaja. Osoite: Vähäniityntie 18, Helsinki 57. Jäsen 1953.
- Puranen, Maunu*, 14. Professori, Geologisen tutkimuslaitoksen geofysiikan osaston johtaja. Osoite: Menninkäisentie 5 C 25, Tapiola. Jäsen 1945.
- Putkonen, Jorma* Johannes, 25. Dipl.ins., Oy Nokia Ab, Suomen Kaapelitehtaan kone- ja menetelmäteknillisen osaston päällikkö. Osoite: Maurinkatu 18 A 3, Helsinki 17. Jäsen 1958.
- Pynnä, Ahti* Paavali, 23. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaan palveluksessa osastopäällikkönä. Osoite: Malminpää, Ulvila. Jäsen 1955.
- Pääkkönen, Veikko* Herved. 07. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Kruunumetsätie 17, Tapiola. Jäsen 1945.
- Pöyliö, Esko* Olavi, 41. Dipl.ins. Otanmäki Oy:n palveluksessa rikastusinsinöörinä. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1966.
- Pöysälä, Toivo*, Olavi, 04. Dipl.ins., Insinööritoimisto Pöysälä & Sandbergin johtaja. Osoite: Topeliuksenkatu 34 D, Helsinki 27. Jäsen 1963.
- Quicho, Rufino* B., 16. Metallurgi, Philippines Bureau of Mines'in päämetallurgi. Osoite: 2648 Fuentes St., Singalong, Manila, Philippines. Jäsen 1961.
- Raade, Tauno* Uolevi, 12. Vuorineuvos, Neste Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Kartanontie 5, Helsinki 33. Jäsen 1943.
- Raike, Pentti* Johannes, 32. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Vihannin kaivoksen käyttöinsinöörinä. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1960.
- Raitakari, Antti*, 40. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin tehtaitten käyttöinsinöörinä. Osoite: Isolinncankatu 5 B, Pori. Jäsen 1965.
- Raja-Halli, Heikki* Edvard Julius, 11. Dipl.ins., Suomen Malmi Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Otakallio 1 A 4, Otaniemi. Jäsen 1944.
- Rapelä, Hannu* Antero, 33. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Harjavallan tehtailla käyttöinsinöörinä. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1961.
- Rask, Gunnar* Voldemar, 15. Dipl.ins., Valmet Oy, Rautpohjan tehtaitten isännöitsijä. Osoite: Syrjälänkatu 9, Jyväskylä. Jäsen 1943.
- Rautala, Pekka*, 18. Tekn.tri., Outokumpu Oy:n pääfyysikko. Osoite: Jalmarintie 7 B, Tapiola. Jäsen 1947.
- Rautavalta, Pentti*, 30. Dipl.ing., föreståndare för spektrografiska laboratoriet vid Outokumpu Oy, Björneborgs fabriker. Adress: Pohjois-Kauppatori 3 C 27, Björneborg. Medlem 1959.
- Rautiainen, Mauno* Armas, 24. Yli-ins., Oy Fiskars Ab:n palveluksessa tuotannon valvonnan tehtävissä. Osoite: Kirkkotie 17, B, Kauniainen. Jäsen 1953.
- Rautimo, Pentti* Jaakkima, 18. Yli-ins., Outokumpu Oy, Porin tehtaitten tehtaan johtaja. Osoite: Hopeatie 2, Pori. Jäsen 1960.
- Reims, Maurice*, 16. Dipl.ing., inköpschef vid Oy Nokia Ab, Finska Kabelfabriken. Adress: Tölötorggatan 6 A 19, Helsingfors 26. Medlem 1955.
- Rekola, Pekka* Johannes, 22. Ylijohtaja, Kauppa- ja teollisuusministeriön teollisuusosaston ylijohdaja. Osoite: Oksasenkatu 9 A 4, Helsinki 10. Jäsen 1962.
- Relander, Krister* Olov Hjalmar, 33. Tekn.dr., chef för forskningsavdelningen vid Rautaruukki Oy. Adress: Kokkolantie 4 A 14, Brahestad. Medlem 1966.
- Renvall, Age*, 05. Fil.mag. Adress: Ikalis. Medlem 1943.
- Repo, Reino*, 19. Fil.tri. Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Perustie 28 A 3, Helsinki 33. Jäsen 1956.
- Riiala, Matti* Johannes, 18. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Aijalan kaivoksen kaivoksen johtaja. Osoite: Aijala. Jäsen 1947.
- Riihimäki, Arto* Kalervo, 40. Dipl.ins., A. Ahlström Oy:n palveluksessa Karhulan tehtaitten valimon sulatusosaston käyttöinsinöörinä. Osoite: Kontio 4, Sunila. Jäsen 1966.
- Ringbom, Anders* Johan, 03. Professor, professori i kemi vid Åbo Akademi. Adress: Vårdbergsgatan 8 C, Åbo. Medlem 1944.
- Rinne, Oiva* Risto, 26. Dipl.ins., Otanmäki Oy, Otanmäen kaivoksen rikastusosaston päällikkö. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1955.
- Rintala, Risto* Veikko Aarne, 20. Dipl.ins., Upo Oy:n valimon päällikkö. Osoite: Vapaudenkatu 10 A, Lahti. Jäsen 1958.
- Ritzsche, Gerhard*, 34. Dipl. fyysikko, Outokumpu Oy:n palveluksessa fysiikan tutkimuslaboratoriossa Espoossa. Osoite: Kirkkotie 15 B 50, Kauniainen. Jäsen 1965.
- Roitto, Rauno* Rikhard, 23. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa pääkonttorin myyntiosastolla. Osoite: Merikatu 19, Helsinki 15. Jäsen 1949.
- Rostedt, Esa*, 29. Ins., Porin teknillisen oppilaitoksen opettaja. Osoite: Isolinncankatu 5 A, Pori. Jäsen 1955.
- Rouhunkoski, Pentti*, 32. Fil.lis., Outokumpu Oy:n palveluksessa aluegeologina malminetsintän Rovaniemen toimistossa. Osoite: Kivikatu 6, Rovaniemi, Jäsen 1959.
- Rouvala, Paavo* Einari, 36. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa suunnitteluinsinöörinä. Osoite: Satamakangas 3 B, Raahensalo. Jäsen 1965.
- Rudqvist, Sven* Per, 15. Ing., teknisk rådgivare vid SKF-koncernen. Adress: Björnvägen 3, Hällefors, Sverige. Medlem 1950.
- Runolinna, Olli*, Veikko Urmas, 19. Professori, Oulun yliopiston prosessiteknikan professori. Osoite: Vesaisentie 31, Oulu. Jäsen 1947.
- Ruotsi, Erkki* Tuure Ilmari, 26. Fil.maist., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan tietojenkäsittelyosaston päällikkö. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1957.
- Rutanen, Vesa* Antero, 38. Dipl.ins., Otanmäki Oy:n vanadiinitehtaan käyttöinsinööri. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1963.

- Rydinger, Mats*, 23. Bergsing., chef för ASEA:s ungsbyrås konstruktionskontor. Adress: Råleggatan 6, Västerås, Sverige. Medlem 1959.
- Rydman, Olavi*, Arvid, 28. Fil.maist., Oy Wärtsilä Ab, Arabian tutkimuslaboratorion palveluksessa. Osoite: Kirkkosalmentie 4 C, Helsinki 84. Jäsen 1957.
- Ryselin, John Wilhelm*, 02. Yli-ins., Osoite: Westendin puistotie 56, Westend. Perustava jäsen.
- Räsänen, William Kalervo*, 18. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n kromituotannon johtaja. Osoite: Itäranta 10, Tornio. Jäsen 1946.
- Räsänen, Erkki Olavi*, 40. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun metalliopin laboratorion assistentti. Osoite: Niittykumpu 1 C 16. Jäsen 1964.
- Räsänen, Veikko*, 19. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Nallenpolku 4 E 79, Tapiola. Jäsen 1953.
- Räty, Raimo Allan*, 37. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosaston elektronimikroskopian laboratorionsinööri. Osoite: Hakarinne 6 E 61, Tapiola. Jäsen 1964.
- Saari, Kaarlo Matti Juhani*, 27. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kokolan tehtaitten pasuton osastopäällikkö Osoite: Pikiruukintie 2, Kokkola. Jäsen 1953.
- Saari, Tapio Heikki Sakari*, 33. Dipl.ins., Valkeakosken teknillisen koulun lehtori. Osoite: Kaakonjoantie 41, Valkeakoski. Jäsen 1958.
- Saarikoski, Jaakko*, 32. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Korsnäs kaivoksen kaivososaston päällikkö. Osoite: Korsnäs. Jäsen 1957.
- Saarinen, Aulis Veli Artturi*, 39. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun sovelletun metalliopin vanhempi assistentti. Osoite: Niittykumpu 2 B 28. Jäsen 1966.
- Saarinen, Heimo Unto August*, 30. Ins., Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten kuparisulaton laboratoriapäällikkö. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1960.
- Saarni, Kalevi*, 15. Fil.maist., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan kemian laboratorion päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1949.
- Saastamoinen, Jyry Markus*, 30. Fil.maist., Outokumpu Oy, malminetsintäosaston geologi. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1964.
- Saihkonen, Reijo*, 37. Fil.maist., Lohjan Kalkkitechdas Oy, Tytyrin kaivoksen kaivosgeologi. Osoite: Tytyrinkatu 3 as 17, Lohja. Jäsen 1964.
- Sailas, Väinö Henrik*, 28. Dipl.ins., Valmet Oy, Jyskän tehtaitten tutkimuspäällikkö. Osoite: Jyskä. Jäsen 1966.
- Saksela, Martti Olavi*, 98. Professori, Helsingin yliopiston geologian ja mineralogian professori. Osoite: Tempelikatu 21 C 35, Helsinki 10. Jäsen 1945.
- Salli, Ilmari*, 09. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Mellunkyläntie, Helsinki 95. Jäsen 1954.
- Salmi, Martti*, 08. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen valtiongeologi. Osoite: Bulevardi 9 A 22, Helsinki 12. Jäsen 1956.
- Salmi, Martti H.*, 37. Fil.maist., Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:n palveluksessa. Osoite: Jääkärintie 2 D 29, Helsinki 14. Jäsen 1966.
- Salo, Urpo Jaakko Juhani*, 31. Dipl.ins., Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivostoimiston kaivostarkastaja. Osoite: Töölöntorinkatu 3, Helsinki 26. Jäsen 1960.
- Salonen, Carl Byger*, 05. Dipl.ins., verkst. direktör för Industrikonstruktion Ab. Adress: Gamla Kalkbacken 5, Helsingfors 57. Medlem 1947.
- Sandberg, Bo Sven Fredrik*, 22. Dipl.ins., disponent för Pargas Kalkbergs Ab, Finska Mineral-förvaltningen. Adress: Skepparegatan 6, Helsingfors 15. Medlem 1948.
- Sandelin, Reino Kristoffer*, 30. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Jussarön kaivoksen paikallisjohtaja. Osoite: Ystadsgatan 12 A 2, Tammissaari. Jäsen 1956.
- Sandström, Jarl Hemming*, 35. Dipl.ins., forskningsing. vid Outokumpu Oy, Gamlakarleby-fabriker. Adress: Kansakoulukatu 24, Gamlakarleby Medlem 1966.
- Saraste, Ahti*, 15. Geologi, Helsingin kaupungin geoteknillisen toimiston geologi. Osoite: Topeliuksenkatu 37 A 31, Helsinki 25. Jäsen 1966.
- Saraste, Arno Kalevi*, 14. Dipl.ins., W. Rosenlew & Co:n Porin konepajan toimitusjohtaja, Osoite: Hallituskatu 5, Pori. Jäsen 1960.
- Sarikkola, Risto Kalevi*, 37. Fil.maist., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen geologi. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1964.
- Sarlin, Johan Erik*, 06. Bergsråd, verkst. direktör för Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1947.
- Savolahti, Antti*, 23. Fil.tri., Helsingin yliopiston geologian laitoksen dosentti. Osoite: Jääkärintie 10 A 12, Helsinki 15. Jäsen 1959.
- Savolainen, Taavetti Edvard (Eetu)* 06. Professori, Geologisen tutkimuslaitoksen kemiallisen osaston johtaja. Osoite: Kalevankatu 46 A, Helsinki 18. Jäsen 1944.
- Schmidt, Jürgen Heinrich Richard Wilhelm*, 26. Dipl.ins., teknisk direktör för Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1949.
- Seeste, Leo Rauno*, Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa pääkonttorin metallurgisena osastoinsinöörinä. Osoite: Papinmäentie 29 C, Helsinki 63. Jäsen 1958.
- Seeste, Yrjö Heikki Sakari*, 20. Dipl.ins., Outokumpu Oy, pääkonttorin neuvotteleva insinööri. Osoite: Näättatie 5, Helsinki 80. Jäsen 1948.
- Seitsaari, Juhani*, 13. Professori, Oulun yliopiston geologian ja mineralogian professori. Osoite: Raharinnantie 43, Oulu. Jäsen 1956.
- Selänne, Pertti Olavi*, 32. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen kaivosinsinööri. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1961.
- Seppänen, Simo Iivari*, 28. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan manufaktuuriuosaston päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1955.
- Setälä, Jukka Antero*, 34. Dipl.ins., Wärttilän teknillisen oppilaitoksen koneosaston lehtori. Osoite: Kalevankatu 10 D 33, Joensuu. Jäsen 1962.
- Siikarla, Toivo Ilmari*, 17. Tekn.lis., Geologisen tutkimuslaitoksen geofyysikko. Osoite: Tehtaankatu 13 A 7, Helsinki 14. Jäsen 1950.
- Siivama, Erkki Lauri Juhani*, 22. Dipl.ins., Otanmäki Oy, Kärvasvaaran kaivoksen kaivososaston päällikkö. Osoite: Kärvasvaara, Misi. Jäsen 1955.
- Siltari, Olavi Johannes*, 33. Tekn. lis., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten tutkimusins. Osoite: Pohjoiskauppiatori 3 B 16, Pori. Jäsen 1959.
- Silventoinen, Ilmo Kalevi*, 34. Dipl.ins., Tehovoitelu Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Pajamäentie 14 D 52, Helsinki 36. Jäsen 1963.
- Similä, Antton Veli (Tony)* 17. Dipl.ins., Oy Nokia Ab, Suomen Kumitehtaan myyntipäällikkö. Osoite: Merikannontie 3 B 26, Helsinki 26. Jäsen 1958.
- Similä, Pentti Eerikki*, 25. Dipl.ins., Lohjan Kalkkitechdas Oy:n tuotantoteknillisen osaston päällikkö. Osoite: Virkkala. Jäsen 1955.
- Simola, Olli Jaakko Juhani*, 14. Yli-ins., Lokomo Oy:n teknillinen johtaja. Osoite: Hämeenkatu 30 C 19, Tampere. Perustava jäsen.
- Simola, Torsti Antero*, 19. Dipl.ins., Helsingin kaupungin kaasulaitoksen apulaisjohtaja. Osoite: Ilmarinkatu 4 A 20, Helsinki 10. Jäsen 1945.
- Simonen, Ahti*, 16. Professori, Geologisen tutkimuslaitoksen kallioperäosaston johtaja. Osoite: Otakallio 6 D, Otaniemi. Jäsen 1949.
- Simonen, Erkki Matti*, 30. Dipl.ins., Rikkihappo Oy, Vihtavuoren tehtaitten osastoins. Osoite: Vihtavuori. Jäsen 1966.
- Sipi, Risto Kaarlo*, 26. Dipl.ins., Valmet Oy:n palveluksessa Rautapohjan tehtaitten valimoinsinöörinä. Osoite: Minna Canthin-katu 14 A, Jyväskylä. Jäsen 1964.
- Sipilä, Kalle Kustaa Olavi*, 11. Dipl.ins., Valmet Oy:n lentokone-tehtaan siirtokoneosaston johtaja. Osoite: Lentäjätie 1, Härmälä. Jäsen 1943.
- Siura, Tuomo Viljo Antero*, 30. Fil.maist., Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaitten kemisti. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1965.
- Skand, Carl-Johan*, 35. Dipl.ins., chef för Lojo Kalkverk Ab, Rudus Haxböle fabriker. Adress: Köpingsvägen 7 B 19, Gran-kulla. Medlem 1961.
- Smeds, Gunnar Johannes*, 23. Dipl.ins., chef för Lojo Kalkverk Ab, Rudus. Adress: Krigarestråten 11, Helsingfors 57, Medlem 1949.
- Snellman, Mats Gunnar*, 22. Tekn.dr., platschef vid Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk och direktör vid Oy Vuoksenniska Ab. Adress: Järnverket, Imatra. Medlem 1949.
- Snellman, Viljo Rafael*, 05. Dipl.ins., maanmittaustekniikan lehtori Rovaniemen teknillisessä koulussa. Osoite: Maakunnan-katu 14, Rovaniemi. Jäsen 1947.
- Soininen, Jarmo*, 19. Dipl.ins., Otanmäki Oy, Otanmäen kaivoksen isännöitsijä. Osoite: Brahenkatu 2 D, Kajaani. Jäsen 1946.
- Stenberg, Aarre*, 20. Fil.maist., Outokumpu Oy, Aijalan kaivoksen kaivosgeologi. Osoite: Aijala. Jäsen 1961.
- Stigell, Jarl Olof René* 00. Dipl.ins., Adress: Slottsgatan 5 A, Åbo, Medlem 1944.
- Stigzelius, Herman Emil*, 17. Industriråd, chef för gruvbyrå vid Handels- och industriministeriet. Adress: Bulevarden 11 A 10, Helsingfors 12. Stiftande medlem.
- Stolpe, Tor*, 27. Direktör, direktör vid Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Otakallio 2 B 17, Otaniemi. Medlem 1956.
- Strandström, Gustaf Eskil*, 92. Ing. Adress: Skådespelarvägen 22 G 82, Helsingfors 40. Stiftande medlem.
- Strandström, Georg Eskil Magnus*, 23. Fil.lic., geofysiker vid Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Klubbekrigarvägen 30 B 34, Helsingfors 40. Medlem 1953.

- Ström, Erkki* Tapani, 37. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan hienovalssaamon osastoin. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1965.
- Suhonen, Erkki*, 26. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa osastoinsinööri. Osoite: Satamakangas 3 A 2, Raahensalo. Jäsen 1961.
- Suila, Matti*, 27. Fil.maist., Suomen Sandvik Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Itäranta 22 F, Tapiola. Jäsen 1954.
- Sulonen, Martti* Seppo, 22. Professori, Teknillisen korkeakoulun sovelletun metalliopin professori. Osoite: Isokaari 11 b B 16, Helsinki 20. Jäsen 1949.
- Sundqvist, Olli Pekka*, 36. Dipl.ins., Otanmäki Oy, Otanmäen kaivoksen kaivosins. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1963.
- Suominen, Esko* Mikael, 32. Dipl.ins., Jyväskylän teknillisen oppilaitoksen opettaja. Osoite: Viitaniementie 1, Jyväskylä. Jäsen 1963.
- Suominen, Paavo*, 26. Fil.maist., Oulun teknillisen koulun lehtori. Osoite: Suvantokatu 3 B, Karjasilta, Oulu. Jäsen 1961.
- Suoninen, Eero* Juhani, 29. Professori, Oulun yliopiston teknillisen fysiikan professori. Osoite: Vesaisentie 31, Oulu, Jäsen 1953.
- Sweins, Mats* Holger, 28. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa osastoinsinööri. Osoite: Ritokalliontie 19, Helsinki 33. Jäsen 1965.
- Säynäjärvi, Klaus*, 15. Fil. maist., Paraisten Kalkkivuori Oy, keskushallinnon geologi. Osoite: Aurankatu 20 A 1, Turku. Jäsen 1955.
- Söderström, Rolf* Rainer, 36. Dipl.ing., chef för anrikningsverket vid Oy Vuoksenniska Ab, Jussarö gruva. Adress: Björknäsgatan 29—31 H, Ekenäs. Medlem 1960.
- Taanila, Paavo*, 30. Fil.maist., Kallio- ja maaperätutkimus Geotek Oy:n palveluksessa. Osoite: Vuolukiventie 3 D 36, Helsinki 71. Jäsen 1965.
- Tahala, Esa* Kalevi Sakari, 13. Dipl.ins., Kiteen yhteiskoulun lehtori. Osoite: Kitee. Jäsen 1943.
- Tallberg, Carl* Johan, 25. Dipl.ing., chef för Atlas Copco avdelningen vid Oy Julius Tallberg Ab. Adress: Enäsvägen 10 C, Helsingfors 20. Medlem 1964.
- Tallberg, Eric* Julius, 11. Kommerseråd, verkställande direktör för Oy Julius Tallberg Ab. Adress: Björkholmsvägen 7, Helsingfors 20. Medlem 1964.
- Talonen, Timo* Tapani 37. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten tutkimusins. Osoite: Ristirannankatu 7, Kokkola. Jäsen 1966.
- Talvite, Jouko* Juhani, 32. Fil.lis., Otanmäki Oy:n malminetsintäosaston geologi. Osoite: Helatie 2 B 5, Oulu. Jäsen 1960.
- Tamminen, Erkki* Juho Ilmari, 12. Dipl.ins., Kotkan teknillisen oppilaitoksen fysiikan lehtori. Osoite: Kymenlaaksonkatu 29 C 24, Kotka. Jäsen 1949.
- Tanila, Aimo* Juhani, 35. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivoksen rikastusinsinööri. Osoite: Pyhäkumpu. Jäsen 1959.
- Tanner, Heikki*, 18. Yli-ins., Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten tehtaan johtaja. Osoite: Kansakoulukatu 20, Kokkola. Jäsen 1943.
- Tavola, Matti* Sakari, 20. Fil.maist., Division of Mines and Geology State of California, geokemisti. Osoite: Ferry Building, San Francisco, California 94111, USA. Jäsen 1952.
- Tenhonen, Leo*, 28. Ins., Oy Koverhar Ab:n sintraamon päällikkö. Osoite: Lappohja. Jäsen 1965.
- Tennilä, Paavo* Valdemar, 29. Dipl.ins., Lokomo Oy:n päämetallurgi. Osoite: Hämeenpuisto 13 A 6, Tampere. Jäsen 1958.
- Thaflvelin, Karl* Gunnar, 18. Bergsing., chef för Norden vid Höganäs Billesholms Aktiebolag. Adress: Höganäs, Sverige. Medlem 1960.
- Tikka, Olavi* Johannes, 28. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n ostopäällikkö. Osoite: Maamonlahdentie 3 A, Helsinki 20. Jäsen 1958.
- Tikkanen, Kaj*, 27. Ing., forskningsing. vid Oy Fiskars Ab, centrallaboratorium. Adress: Fiskars. Medlem 1962.
- Tikkanen, Matti* Hakon August, 15. Professori, Teknillisen korkeakoulun metallurgian professori. Osoite: Takojantie 1 N, Tapiola. Jäsen 1943.
- Tilander, Heikki* Kustaa, 34. Dipl.ins., Oy Strömberg Ab, Vaasan tehtaan kemiallisen laboratorion päällikkö. Osoite: Malmönkatu 3 A 8, Vaasa. Jäsen 1962.
- Tillman, Lars* Holger Christian, 18. Dipl.ins., Oy G. W. Sohlbergin tuotannonjohtaja. Osoite: Otsolahdentie 18 A, Tapiola. Jäsen 1947.
- von Timroth, Michael* Heinrich, 16. Dipl.ing., inköpschef vid Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Medlem 1943.
- Tirkkonen, Tauno* Juhani, 39. Dipl.ins., Helsingin Laakeri Oy:n myyntipäällikkö. Osoite: Perämiehenkatu 9 B 17, Helsinki 15. Jäsen 1964.
- Toivanen, Toivo* Adrian, 13. Yli-ins., Outokumpu Oy, Harjavalan tehtaitten tehtaan johtaja. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1943.
- Toivonen, Matti* Artturi, 29. Dipl.ins., Metsäliiton Selluloosa Oy:n teknillinen johtaja. Osoite: Leinonkatu 3, Äänekoski. Jäsen 1959.
- Toppila, Ilmari*, 10. Ins., Oy Tampella Ab:n pääsuunnittelija. Osoite: Teiskontie 22 C 45, Tampere. Jäsen 1964.
- Torsti, Kyösti* Aarne Kalervo., 27. Dipl.ins., Oy Julius Tallberg Ab:n vuoriteknilisen osaston myynti-ins. Osoite: Untamontie 13 B 14, Helsinki 61. Jäsen 1955.
- Troupp, Angeliq*ue, 16. Fil.mag., laboratoriechef vid Oy Vuoksenniska Ab, Åbo järnverk. Adress: Fredsgatan 19—21 E, Åbo. Medlem 1956.
- Tuisku, Tapani* Martti Seppo, 37. Dipl.ins., Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:n osastoin. Osoite: Linnankoskentatu 18 A 14, Helsinki 25. Jäsen 1961.
- Tunturi, Pekka* Johannes, 38. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun metallurgisen laboratorion tutkimusassistentti. Osoite: Hannuntie 3 as 17, Matinkylä. Jäsen 1965.
- Tuomala, Antti* Juhani, 33. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehtaitten osastopäällikkö. Osoite: Isolinnankatu 3 C, Pori. Jäsen 1961.
- Tuomikoski, Juho* Jaakko, 25. Dipl.ins., Tampella Oy:n työpaja-ins. Osoite: Jokirannankatu 7, Koivistonkylä. Jäsen 1950.
- Tuominen, Heikki*, 14. Fil.tri., Valtion teknillistieteellisen toimikunnan vanhempi tutkija. Osoite: Haukiharju A 4, Matinkylä. Jäsen 1945.
- Tuominen, Tapio* Kalevi, 37. Tekn.lis., Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, Pori. Osoite: Valtakatu 14 A, Pori. Jäsen 1962.
- Tuovi, Osmo* Jouni Valtteri, 19. Dipl.ins., Oy Airam Ab:n osastopäällikkö. Osoite: Sotilastorppantie 34, Nybacka. Jäsen 1948.
- Tuovinen, Frans* Heikki, 34. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin tehtailla. Osoite: Vapaudenkatu 18, Pori. Jäsen 1961.
- Tuovinen, Ilari* Mikko, 26. Dipl.ins., A. Ahlström Oy, Karhulan tehtaitten rauta- ja teräsvalimon käyttöpäällikkö. Osoite: Myllyriinne E, Karhula. Jäsen 1958.
- Tuovinen, Rainer* Kalevi, 32. Dipl.ins., Otanmäki Oy, Otanmäen kaivoksen kaivosins. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1959.
- Turtiainen, Eino* Emerik, 21. Dipl.ins., Oy Machinery Ab:n osastopäällikkö. Osoite: Lentokapteeninkuja 3 A, Helsinki 20. Jäsen 1948.
- Turtola, Erkki* Samuel, 13. Dipl.ins., Suomen Maanviljelijäin Tehdas Oy, Jokelan tehtaan teknillinen johtaja. Osoite: Jokela. Jäsen 1943.
- Tuulos, Erkki* Kustaa, 26. Dipl.ins., Lokomo Oy:n teräsosaston päällikkö. Osoite: Sorsapuisto 10 A, Tampere. Jäsen 1952.
- Tyni, Matti* Henrik, 34. Fil.maist., Malmikaivos Oy, Luikonlahden kaivoksen geologi. Osoite: Luikonlahti. Jäsen 1961.
- Tyynele, Toivo* Kalervo, 21. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab:n pääkonttorin markkinatutkimus- ja tuotannosuunnitteluosaston päällikkö. Osoite: Maasälväntie 10 D 15, Helsinki 71. Jäsen 1953.
- Törn, Karl* Lars August, 21. Dipl.ing., chef för metallurgiska avd. vid A. Ahlström Ab, Karhula bruk. Adress: Karhunkatu 16, Karhula. Medlem 1950.
- Törnqvist, Gösta*, 18. Fil.dr., chef för Förenta Nationernas Cyperrprojekt. Adress: P.O. Box 1835, Nicosia, Cypros. Medlem 1952.
- Uvelin, Esko* Emil, 36. Dipl.ins., Lohjan Kalkkitechdas Oy, Tytyrin kaivoksen suunnitteluosaston päällikkö. Osoite: Tytyrinkatu 3 as 11, Lohja. Jäsen 1962.
- Unckel, August* Herman, 98. Dr. ing., Adress: Finspång, Sverige. Medlem 1946.
- Vaasjoki, Oke*, 16. Fil.tri., Helsingin yliopiston mineralogian ja geologian laitoksen museonhoitaja. Osoite: Otsolahdentie 20 A, Tapiola. Jäsen 1949.
- Wahlforss, Wilhelm*, 91. Bergsråd. Adress: Toppelund, Westend. Stiftande medlem.
- Vahtola, Ipo* Juhani, 40. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten käyttöins. Osoite: Ristivannantie 9 A 15, Kokkola. Jäsen 1966.
- Walden, Olavi*, 26. Fil.maist., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen geologiasaston päällikkö. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1954.
- Wallen, Börje* Herman, 16. Dipl.ing., verkst. dir. för Oy Wärtsilä Ab, Dalsbruk. Adress: Dalsbruk. Medlem 1944.
- Valorinta, Veikko* Väinö Bruuno, 18. Tekn.tri., Tampereen teknillisen oppilaitoksen rehtori. Osoite: Vuohensillankatu 18, Messukylä. Jäsen 1945.
- Valtakari, Urho* Valter, 18. Dipl.ins., Paraisten Kalkkivuori Oy, Paraisten kaivospäällikkö. Osoite: Parainen. Jäsen 1948.
- Vanha-Honko, Lasse* Aatos, 26. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen kaivososaston päällikkö. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1952.

- Vanninen, Pentti Sakari*, 38. Dipl.ins., Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen vuoriteknillisen laboratorion tutkimusins. Osoite: Asunto Oy Haukipato M 19, Matinkylä. Jäsen 1963.
- Varma, Arno Mauri*, 13. Fil.maist., Outokumpu Oy, Aijalan kaivoksen geologiasaston päällikkö. Osoite: Aijala. Jäsen 1947.
- Varmola, Keijo*, 38. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa fyysikan tutkimuslaboratoriossa Espoossa. Osoite: Lahnaruohontie 4 B 15, Helsinki 20. Jäsen 1966.
- Varonen, Matti Veli*, 31. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa koulutuspäällikkönä. Osoite: Ouluntie 14 C 24, Raahen. Jäsen 1958.
- Vartiainen, Karri Armas*, 36. Dipl.ins., Teknillisen korkeakoulun koneins-osaston metalliopin teknologian lab.ins. Osoite: Haakopku 2 B 21, Tapiola. Jäsen 1963.
- Vartiainen, Osmo Oiva*, 26. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaitten kiususulaton pasuttamon päällikkö. Osoite: Poppelitie 11, Kokkola. Jäsen 1952.
- Wæckman, Johan Werner*, 82. Bergsråd. Adress: Museigatan 34 B, Helsingfors 10. Medlem 1943.
- Veltheim Valto*, 15. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen valtiogeologi. Osoite: Meritullinkatu 16 A, Helsinki 17. Jäsen 1954.
- von Wendt, Gunnar Henrik Thorstensson*, 14. Ing., äger reklamfotografieringsfirman Studio Wendt. Adress: Ö. Brunssparken 7 B, Helsingfors 14. Stiftande medlem.
- Vennervirta, Heikki*, 27. Fil.maist., Outokumpu Oy:n malminetsintäosaston geologi. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1959.
- Vestergrén, Sven Erik*, 20. Övering., teknisk chef för Ställbergsbolagen. Adress: Eriksgatan 16, Ludvika, Sverige. Medlem 1963.
- Westerholm, Rune Jarl*, 36. Fil.mag., geolog vid Malminetsijä Oy. Adress: Kortesuonkatu 3 B 17, Jyväskylä. Medlem 1966.
- Westerlund, Björn Georg Wilhelm*, 12. Bergsråd, verkst. direktör för oy Nokia Ab. Adress: Gräsviksgatan 6 A 22, Helsingfors 18. Medlem 1947.
- Westerlund, Per Martin Ensio*, 26. Dipl.ins., Otanmäki Oy, Raajärvi ja Kärväsaaran kaivosten isännöitsijä. Osoite: Raajärvi, Misi. Jäsen 1949.
- Westman, Raimo Johannes*, 33. Dipl.ins., Malminkaivos Oy, Luikonlahden kaivoksen kaivosins. Osoite: Luikonlahti. Jäsen 1962.
- Wetzell, Lars Wilhelm*, 19. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Kotalahden kaivoksen kaivoksenjohtaja. Osoite: Oravikoski. Jäsen 1944.
- Viertokangas, Viljo Olavi*, 28. Dipl.ins., Otanmäki Oy, Otanmäen kaivoksen kaivososaston päällikkö. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1954.
- Vihuri, Heikki Matti Tapio*, 40. Fil.maist., Insinööritoimisto Vesi-Hydro Jäämies & Co:n palveluksessa. Osoite: Kampinkatu 4 A 2, Helsinki 10. Jäsen 1966.
- Viika, Pentti Aukusti*, 16. Ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan karkeavalssaamon päällikkö. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1957.
- Viinänen, Touko Kalervo*, 24. Dipl.ins., Oy Nokia Ab, Suomen Kaapelitehtaan korjausosaston ja piirustuskonttorin päällikkö. Osoite: Pohjoiskaari 23—25, Helsinki 10. Jäsen 1957.
- Viihtanen, Walter Viktor*, 00. Dipl.ins., Suomen Puunjalostusteollisuuden työnantaja liiton asiamies. Osoite: Meritullinkatu 7, Helsinki 17. Jäsen 1943.
- Wikström, Kalevi Johannes*, 36. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n palveluksessa. Osoite: Satamakangas 3 F 36, Raahensalo. Jäsen 1965.
- Villikka, Kauko Juhani*, 31. Dipl.ins., Lappeenrannan teknillisen oppilaitoksen lehtori. Osoite: Aionkatu 29, Lappeenranta. Jäsen 1958.
- Viluksela, Erkki Johannes*, 17. Fil.maist., Outokumpu Oy:n malminetsintäosaston geologi. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1953.
- Virkkala, Kalevi*, 14. Fil.tri., Geologisen tutkimuslaitoksen valtiogeologi. Osoite: Huopalahdentie 16 A 10, Helsinki 33. Jäsen 1966.
- Virtanen, Maunu Sakari*, 15. Yli-ins., Riihimäen Lasi Oy:n teknillinen johtaja. Osoite: Lasilantie 11, Riihimäki. Jäsen 1943.
- Visa, Veikko Jaakko*, 14. Ins., Paraisten Kalkkivuori Oy, Kolarin tehtaan isännöitsijä. Osoite: Malmgård, Parainen. Jäsen 1962.
- Witting, Lars Johan Reinhold*, 29. Dipl.ing., chef för ritkontoret vid Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Järnverket, Imatra. Medlem 1964.
- von Volborth, Aleksis*, 24. Fil.tri., Nevadan valtion mineralogi ja mineraaliekemisti. Osoite: Box 8003, University Station, Reno, Nevada, USA. Jäsen 1955.
- Vormisto, Kauno Lauri*, 26. Fil.maist., Outokumpu Oy:n palveluksessa malminetsintäosastolla. Osoite: Maakuntakatu 16 C 13, Rovaniemi. Jäsen 1956.
- Vornanen, Erkki*, 37. Fil.maist., Otanmäki Oy, Otanmäen kaivoksen kaivosgeologi. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1965.
- Voutilainen, Irja Marja Kaarina*, 19. Dipl.ins., Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen assistentti. Osoite: Hiihtäjätie 4 A 2, Helsinki 80. Jäsen 1958.
- Voutilainen, Pertti Juhani*, 40. Dipl.ins., Outokumpu Oy:n palveluksessa pääkonttorin teknillisellä osastolla. Osoite: Ulvilantie 21 B 27, Helsinki 35. Jäsen 1964.
- von Wright, Gunnar*, 94. Överste. Adress: Tölögatan 12 A, Helsingfors 10. Medlem 1944.
- von Wright, Gustav Ferdinand Gunnar*, 21. Ing., personalchef vid Oy Wärtsilä Ab. Adress: Kasabergsvägen 18 A, Grankulla. Medlem 1959.
- Wuolijoki, Eero Wäinö*, 19. Fil. maist., Helsingin yliopiston kemian laitoksen assistentti. Osoite: Hietalahdenkatu 4 A 3, Helsinki 18. Jäsen 1952.
- Vuolio, Raimo Juhani*, 36. Dipl.ins., Räjähdyssainekonttori Oy:n palveluksessa. Osoite: Urheilukatu 32 as 14, Helsinki 25. Jäsen 1965.
- Vuorinen, Jouko Juhani*, 37. Dipl.ins., Pl. Vammaskosken tehtaan palveluksessa. Osoite: Vammala. Jäsen 1965.
- Vuoristo, Esko Ilmari*, 23. Dipl.ins., Otanmäki Oy, vanadiinitehdään päällikkö. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1956.
- Vähäsarja, Pentti Raimo*, 32. Fil.maist., Puolustuslaitoksen pääesikunnan pioneerosaston geologi. Osoite: Mäntykallio 11 56, Matinkylä. Jäsen 1954.
- Vähätalo, Veikko Olavi*, 09. Fil.tri., Outokumpu Oy:n apulaispäägeologi. Osoite: Espoon Etelärinne A 2, Matinkylä. Jäsen 1943.
- Väisänen, Arvo*, 19. Ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan esisulaton, happitehtaan ja raaka-ainevaraoston päällikkö. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1962.
- Väyttäjä, Timo Juhani*, 36. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksen rikastusins. Osoite: Torikatu 9, Outokumpu. Jäsen 1960.
- Wärnå, Paul Henrik*, 29. Dipl.ing., forskningsing. vid Outokumpu Oy Gamlakarleby fabriker. Adress: Fabriksgatan 18 A 3, Gamlakarleby. Medlem. 1965.
- Yletyinen, Veijo*, 21. Fil.maist., Geologisen tutkimuslaitoksen geologi. Osoite: Susitie 10 C 28, Helsinki 80. Jäsen 1954.
- Ylijoki, Pentti Helmeri*, 34. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehtaan tutkimuslaboratorion päällikkö. Osoite: Huntuvankankatu 10, Imatra. Jäsen 1959.
- Ylikotila, Oiva Jaakko*, 32. Dipl.ins., Lohjan Kalkkitehdas Oy, Kemiön maasälpälaitoksen paikallis-päällikkö. Osoite: Fröjd-böle, Vreta. Jäsen 1958.
- Yläsaari, Seppo Tapio*, 35. Tekn.lis., Teknillisen korkeakoulun metallurgisen laboratorion vanhempi assistentti. Osoite: Tennistie 2 G, Tapiola. Jäsen 1960.
- Zeidler, Waldemar*, 05. Bergsing., gruv- och anrikningsteknisk expert vid Saudi-Arabiens olje- och mineralministerium. Adress: P. O. Box 345, Jeddah, Saudi Arabia. Medlem 1943.
- Åberg, Ragnar*, 22. Fil.mag., geolog vid Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrand. Adress: PK-asuntola 7 D, Willmanstrand. Medlem 1957.
- Ådahl, Bengt Henrik*, 20. Ing., chef för bergstekniska avd. vid Oy Telko Ab. Adress: Grundvägen 11 B 22, Helsingfors 33. Medlem 1965.
- Öhman, Börje*, 24. Fil.mag., geolog vid Pargas Kalkbergs Ab, centralförvaltning. Adress: Pargas. Medlem 1954.

Nuoret jäsenet — Yngre medlemmar

Dipl.insinöörit — dipl.ingenjörer

- Anttilainen, Jaakko Juhani*, 40. Dipl.ins., Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalalla. Osoite: Rautatehdas, Imatra. Jäsen 1964.
- Bärhund, Henrik Gustav*, 41. Dipl.ing., geofysiker vid Suomen Malmin Oy. Adress: Steniusvägen 43—45 A 17, Helsingfors 32. Medlem 1964.
- Hertell, Karl Johan*, 39. Dipl.ing., Hertell Trading Kb. Adress: Sjöfullsgatan 13 C 86, Helsingfors 17. Medlem 1964.
- Hintikka, Pentti Juhani*, 40. Dipl.ins., Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen kaivosins. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1964.
- Holopainen, Pentti Olavi*, 40. Dipl.ins., Rautaruukki Oy:n tutkimusins. Osoite: Niemenmäentie 8 A 11, Helsinki 35. Jäsen 1964.
- Immonen, Reino Jouko Juhani*, 40. Dipl.ins., Rosenlew & Co:n palveluksessa. Osoite: Pori. Jäsen 1964.
- Johansson, Matti Johannes*, 40. Dipl.ins., Oy Fiskars Ab:n palveluksessa Äminneforsin tehtaalla. Osoite: Äminnefors. Jäsen 1964.

Jormalainen, Toivo Niilo Ensio, 40. Dipl.ins., Pääesikunnan palveluksessa aseteknisellä osastolla. Osoite: Puistotie 17 A 2, Helsinki 33. Jäsen 1964.

Juntunen, Hannu Antero, 41. Dipl.ins. Osoite: Annankatu 9 A 1, Helsinki 12. Jäsen 1964.

Ojanen, Asko Einari, 40. Dipl.ins., Valmet Oy:n palveluksessa Jyskän tehtaalla. Osoite: Jyskä. Jäsen 1964.

Ottosson, Christer Karl Herbert, 42. Dipl.ing., Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratorion tutkija. Adress: Rakavägen 8, Borgå. Medlem 1964.

Puolamäki, Kalevi Kauko Ensio, 39. Dipl. ins. Osoite: Rauhankatu 11 C 51, Helsinki 17. Jäsen 1964.

Rosqvist, Kurt Henry, 40. Dipl.ing., anställd vid Lojo Kalkverk Ab:s planeringsavdelning. Adress: Virkby. Medlem 1964.

Seppänen, Pentti Sakari, 37. Dipl.ins., Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen vuoriteknillisen laboratorion tutkija. Osoite: Klaarantie 7 A 3, Helsinki 20. Jäsen 1964.

Sipilä, Ville Sakari, 42. Dipl.ins. Osoite: TKY 5/ 361, Otaniemi. Jäsen 1964.

Tiitinen, Heikki Aukusti, 39. Dipl.ins., Oy Kovametalli Ab:n tutkimusins. Osoite: Niitykumpu 3 B 43, Jäsen 1964.

Toivonen, Pentti Juhani, 40. Dipl.ins. Osoite: Väinömöisenkatu 23 A 13, Helsinki 10. Jäsen 1964.

Tekniikan ylioppilaat — tekn. studerande

- Alasvuo, Veikko* Olavi, 42. Osoite: Santavuorentie 4 A 14, Helsinki 40. Jäsen 1966.
- Allenius, Hans* Alf. Gunnar, 44. Adress: Stenbäcksgatan 10 B 43, Helsingfors 25. Medlem 1966.
- Alopaevs, Esko* Juhani, 44. Osoite: TKY 43 C 65, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Anjala, Yrjö* Ensio, 41. Osoite: Sateenkaari 3 D 81, Helsinki 73. Jäsen 1965.
- Autio, Hannu* Kalervo, 44. Osoite: Susitie 25 as 7, Helsinki 80. Jäsen 1966.
- Evola, Ilkka* Antero, 43. Osoite: TKY 3 A 65, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Hakola, Arto* Kalevi, 41. Osoite: TKY 3 B 64, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Hanhiniemi, Matti* Tapio, 41. Osoite: Lautturinkuja 3 as 2, Helsinki 57. Jäsen 1963.
- Hannukainen, Taisto* Olavi, 42. Osoite: TKY 5 C 16, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Heimala, Seppo* Olavi, 42. Osoite: TKY 3 C 67. Jäsen 1966.
- Hokkanen, Pentti* Olavi, 41. Osoite: Kauppalantie 48 B 15, Helsinki 32. Jäsen 1965.
- Hopia, Raimo* Pentti, 41. Osoite: Pohjantie 2 B 43, Tapiola. Jäsen 1964.
- Huhtinen, Pasi* Pertti, 41. Osoite: Vesakkotie 3 A 73, Helsinki 63. Jäsen 1965.
- Hyvärinen, Jorma* Juhani, 43. Osoite: TKY 3 B 62, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Hyvärinen, Olli* Viljo Juhani, 43. Osoite: Viertolankoulu B 10, Tikkurila. Jäsen 1965.
- Härkönen, Seppo*, 43. Osoite: Sepänkatu 3 — 5 D 82, Helsinki 15. Jäsen 1966.
- Jaakkola, Antti* Juhani, 44. Osoite: Tehtaankatu 19 C 20, Helsinki 15. Jäsen 1966.
- Johansson, Matti* Johannes, 40. Osoite: TKY C 94, Otaniemi. Jäsen 1964.
- Jokinen, Hannu* Ilmari, 43. Osoite: Dagmarinkatu 8 B 25, Helsinki 10. Jäsen 1966.
- Jormalainen, Toivo* Niilo Ensio, 40. Osoite: Puistotie 17 A 2, Helsinki 33. Jäsen 1964.
- Juusela, Jyrki* Tapani, 43. Osoite: Dosentintie 5 A 3, Helsinki 33. Jäsen 1966.
- Kaartama, Kari* Olavi, 42. Osoite: TKY 3 B 33, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Karvonen, Ilkka* Juhani, 42. Osoite: TKY 3 A 63, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Kemppainen, Jorma* Heikki Olavi, 43. Osoite: TKY 3 A 53, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Kivekäs, Liisa* Aulikki, 44. Osoite: TKY 5 C 94, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Kivinen, Heikki* Esko Tapani, 42. Osoite: TKY 9 D 44, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Koivistoinen, Pertti* Veikko Olavi, 41. Osoite: TKY 9 D 39, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Koponen, Jorma* Kalevi, 42. Osoite: TKY 3 C 67, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Korhonen, Matti* Antero, 43. Osoite: Vemmelsäärentie 6 D 17, Tapiola. Jäsen 1966.
- Korpi-Anttila, Jaakko* Mikael, 43. Osoite: TKY 2 C 165, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Koskinen, Lauri, Kyösti* Kalervo, 41. Osoite: TKY 4 A 64, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Koskinen, Vesa* Raimo, 39. Osoite: Mäntytie 5, Helsinki 27. Jäsen 1963.
- Kukkonen, Reijo* Tapani, 43. Osoite: Hämeentie 12 A 14, Helsinki 53. Jäsen 1965.
- Lantto, Heikki* Aukusti, 41. Osoite: TKY 3 A 23, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Lindgren, Sten* Axel, 42. Adress: TKY 2 C 368, Otaniemi. Medlem 1964.
- Lindholm, Tage* Leif, 40. Adress: Kolsarvägen 9 lok. 12, Helsingfors 39. Medlem 1964.
- Manunen, Tainu* Ilmari, 44. Osoite: TKY 2 C 376, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Martamo, Tero* Aulis, 41. Osoite: TKY 4 C 62, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Martikka, Heikki* Ilmari, 43. Osoite: Jalmarintie 4 A 39, Tapiola. Jäsen 1965.
- Mellin, Georg* Lennart, 39. Adress: Jägaregatan 2 E 59, Helsingfors 14. Medlem 1965.
- Mikkonen, Antti* Veikko Juhani, 41. Osoite: TKY 2 A 360, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Mäntymäki, Tarmo* Kalevi, 41. Osoite: TKY 5 A 44, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Nieminen, Mikko* Antero, 44. Osoite: Puistokaari 21 C 26, Helsinki 20. Jäsen 1966.
- Niskanen, Pentti* Olavi, 41. Osoite: Poutapolku 3 A 21, Tapiola. Jäsen 1966.
- Ojanen, Asko* Einari, 40. Osoite: Pakilantie 10 B 26, Helsinki 63. Jäsen 1964.
- Onnela, Kalevi* Juhani, 42. Osoite: TKY 9 D 37, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Parviainen, Kari* Olavi, 41. Osoite: Kaakurinkuja 5 B 19, Helsinki 20. Jäsen 1963.
- Paulin, Pertti* Juhani, 43. Osoite: TKY 2 A 159, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Peltoniemi, Markku* Pellervo, 43. Osoite: TKY 2 A 158, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Pesonen, Herkko* Olli-Erkko, 41. Osoite: Lahnaruohontie 4 B 16, Helsinki 20. Jäsen 1966.
- Puolamäki, Kalevi* Kauko Ensio, 39. Osoite: Rauhankatu 11 C 51, Helsinki 17. Jäsen 1964.
- Pyyry, Ilkka* Kullervo, 41. Osoite: Louhentie 8 F 23, Tapiola. Jäsen 1965.
- Pöytynen, Tomi* Juhani, 42. Osoite: Museokatu 32 B 25, Helsinki 10. Jäsen 1965.
- Reinivuori, Raimo* Lassi Tapio, 42. Osoite: TKY 5 C 73, Otaniemi. Jäsen 1964.
- Rekola, Jorma* Kalevi, 42. Osoite: TKY 3 B 61, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Riihelä, Mauno* Pellervo, 43. Osoite: Tehtaankatu 22 F 45, Helsinki 15. Jäsen 1965.
- Riihikallio, Lassi* Peter, 43. Osoite: Tunnelitie 12 A 10, Helsinki 32. Jäsen 1964.
- Saarinen, Risto* Uolevi, 41. Osoite: Tunturinkatu 14 B 37, Helsinki 10. Jäsen 1966.
- Salimäki, Matti* Juhani, 39. Osoite: Svinhufvudintie 13 C 34, Helsinki 57. Jäsen 1961.
- Salmelin Klaus* Erkki Olavi, 42. Osoite: Korkeavuorenkatu 1 B 16, Helsinki 14. Jäsen 1966.
- Sariola, Antti* Pekka, 42. Osoite: TKY 2 B 316, Otaniemi. Jäsen 1965.
- Sundberg, Sven* Victor, 42. Adress: Topeliusgatan 10 32, Helsingfors 25. Medlem 1966.
- Söderling, Kaj* Erik, 42. Adress: Båtsmangsgatan 22 B 28, Helsingfors 15. Medlem 1965.
- Teppo, Pekka* Tapani, 38. Osoite: TKY 5 C 61. Jäsen 1964.
- Urho, Sirkka-Leena* Inkeri, 44. Osoite: TKY 5 C 95. Jäsen 1966.
- Vaajoensuu, Kalle* Juhani, 40. Osoite: Meritullinkatu 32 A 7, Helsinki 17. Jäsen 1966.
- Vainio-Mattila, Antti* Tapani, 42. Osoite: Tykkitie 2 as 4, Tapiola. Jäsen 1965.
- Vierhera, Raimo* Allan, 44. Osoite: TKY 4 A 21, Otaniemi. Jäsen 1966.
- Viitanen, Pekka* Heikki Kalevi, 42. Osoite: Huvilankatu 54, Loimaa. Jäsen 1966.
- Östman, Per-Oskar* Albert, 42. Adress: Skarpskyttegatan 14 B 42, Helsingfors 15. Medlem 1961.

Vuoriteollisuusosasto Teknillisessä korkeakoulussa

Opiskelijat syksyllä 1966

Kaivostekniikan opintosuunta

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

I vuosikurssi

Haapamäki, Ilkka Martti Juhani
Heinonen, Pertti Juhani
Heiskanen, Kari Gustav-Henrik
Järvinen, Erkki Jukka
Kemppinen, Hannu Kalevi
Murtoaro, Jukka Olavi
Saarinen, Reino Tapio
Vaarala, Kari Pekka Tapio
Visti, Mikko Juhani
Vuorela, Markku Kalevi

Poissaolevat:

Jaakkola, Hannu Olavi
Kallio, Heikki Yrjö Jooseppi
Keskitalo, Rauli Kalle
Mäkelä, Jaakko Ilmari
Rantanen, Seppo Oskari
Vaahto, Antti Tapani

Sovelletun geofysiikan linja

Hallila, Erkki Antti
Liljestrand, Bjarne Wilhelm
Mikkola, Pekka Antero
Palumäki, Tauno Juhani
Ramula, Pekka Ilmari

II vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Huju, Kari Mikael
Hämäläinen, Simo Antero
Kallionen, Jouko Olavi
Parkkinen, Rauno Kalevi
Penttilä, Hannu Pentti Juhani
Pukkila, Arvo Juhani
Sainio, Pentti Olavi
Salminen, Kari Olavi
Stenman, Kari Olavi
Tiitu, Olli Matti Kalevi

Sovelletun geofysiikan linja

Hattula, Aimo Eljas Vihtori
Jalkanen, Erkki
Jokinen, Tarmo Vilho Juhani
Lehtinen, Harri Olavi
Pesonen, Lauri Juhani
Stigzelius, Erik Anders
Särkkä, Pekka Sakari
Tamm, Eilif Robert

III vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Auranen, Erkki Olavi
Heikkinen, Kari Esko Juhani
Jokinen, Kari Antero
Leskinen, Seppo Tapio Olavi
Paloheimo, Risto Juhani
Pekkanen, Timo Matti
Pulkkinen, Pekka Juhani
Savolainen, Heikki Juhani

Poissaoleva:

Sariola, Pekka Juhani

Sovelletun geofysiikan linja

Hintikka, Ossi Veikko Juhani
Katajarinne, Veli Tapani
Korhonen, Julia Ville
Lappalainen, Pekka Juhani
Reinikka, Erkki Ilmari

VI vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Allenius, Hans Alf Gunnar
Alopeus, Esko Juhani
Hakola, Arto Kalevi
Koponen, Jorma Kalevi
Vaajoensuu, Kalle Juhani

Sovelletun geofysiikan linja

Autio, Hannu Kalervo
Kivekäs, Liisa Aulikki
Korpi-Anttila, Jaakko M.
Manunen, Tauno Ilmari
Niskanen, Pentti Olavi
Peltontemi, Markku Juhani

N-vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Huhtinen, Pasi Perttu
Koivistoinen, Pertti Veikko
Koskinen, Vesa Raimo
Lantto, Heikki Aukusti
Mellin, Georg Lennart
Mikkonen, Antti Veikko Juhani
Parviainen, Kari Olavi
Paulin, Pertti Juhani
Pöntynen, Tomi Juhani
Riihikallio, Lassi-Peter
Sariola, Antti Pekka
Teppo, Pekka Tapani

Poissaoleva:

Reinivuo, Raimo Lassi Tapio

Metallurgian opintosuunta

I vuosikurssi

Jako prosessimetallurgian- ja fysikaalisen metallurgian linjoihin tapahtuu ensimmäisellä vuosikurssilla vasta kuluvan vuoden joulukuussa, joten oppilaat on luettelut yhtenä ryhmänä.

Asikainen, Seppo Juhani
Eklund, Lars Olof
Fager, Kurt Erik
Fröberg, Per Johan
Ginman, Bengt Åke
Hannula, Jorma Kalervo
Hautala, Erkki Väinö Johannes
Havola, Pekka Antero
Jussila, Eino Kalervo
Jääskeläinen, Juha Eero Taavetti
Kyttö, Seppo Markku Ilmari
Käenniemi, Unto Juhani
Laako, Tero Jussi
Lempäinen, Risto Juhani
Lindroos, Risto Ensio
Lystilä, Eino Juhani
Manner, Kauko Antero
Mikkola, Osmo Kalevi

Myyri, Jorma Rikhard
Mäkipää, Martti Ilmari
Närhi, Antti Arvo
Paaananen, Heikki Tapio
Pajunen, Jorma Alfred
Pelli, Reijo Juhani
Penttinen, Raimo Olavi
Pimiä, Erkki Lauri Antero
Poutanen, Kari Juhani
Rantanen, Heikki Kullervo
Rikka, Pekka Olavi
Ritakallio, Pekka Oskari
Salminen, Matti Vilho Kalevi
Seppälä, Kari Olavi
Sörensen, Tom Mikael
Tuovinen, Pertti Jouko
Vanhatalo, Voitto Kullervo
Veistaro, Martti Arne Harry
Westermarck, Henrik Emil
Vilpponen, Kari Olli

Poissaolevat:

Hokkanen, Jukka Sakari
Holopainen, Matti Juhana
Kulmala, Osmo
Laumi, Jarmo Jaakko
Lobbas, Kari Knut Kristian
Mattila, Lauri Juhani
Ruohonen, Jorma Kalevi
Siikarla, Aarne Lauri
Stenfors, Rauli Ilmari
Suppanen, Risto Reino Ilmari
Viilka, Eero Kullervo

II vuosikurssi

Fysikaalisen metallurgian linja

Fagerholm, Kaj Armas
Heikkinen, Veikko Kullervo
Heinonen, Urpo Sakari
Hirvonen, Matti
Järvinen, Paavo Antero
Keskinen, Kari Valtteri
Keto, Voitto Harri Edvard
Ketolainen, Matti Juhani
Kivilahti, Jorma Kalevi
Kolehmainen, Matti
Korri, Esa Ville
Kuoppamäki, Jorma Vilhelmi
Lecklin, Esa Kullervo
Makkonen, Raimo Tapio
Mietola, Jorma Heikki
Murole, Kauko Matti Olavi
Myllyniemi, Jukka Kullervo
Nikkilä, Kalevi Juhani
Nordström, Bengt-Ola Edler Johannes
Näätänen, Erkki Antero
Purra, Pekka Esko
Sihvo, Risto Veli
Sipilä, Jussi Veikko Samuli
Tuutti, Paavo Juhani
Uitti, Jarmo Juhani

Prosessimetallurgian linja

Asteljoki, Jussi Akseli
Blomster, Kari Anders
Falck, Olof Henrik
Heikinheimo, Erkki Juhani

Helne, Aarno Kari Antero
Hildén, Jarl Henrik
Hultin, Rolf Lennart
Jokinen, Pertti Veikko Johannes

Jortikka, Erkki Antero
Kaartama, Jorma Juhani
Mäenpää, Jukka Antero
Mäkinen, Juho Kaarlo
Nyyssönen, Aune Maria
Osara, Jouko Ilmari
Peltola, Heikki Juhani
Pietinen, Markku Aarne
Pykkänen, Tuula Sisko
Mirjami

Rautala, Maija-Leena
Ristikartano, Kari Kalervo
Saarinen, Olli Kaarlo
Seppänen, Raimo Ensio
Sulanto, Jukka Sakari
Tiainen, Markku Tapani
Turunen, Matti Tapio

III vuosikurssi

Erlamo, Seppo Juhani
Hakala, Juho Kalervo
Honkasalo, Jorma Antero
Hukki, Matti Pekka Heimo
Hätönen, Tenho Kullervo
Höglund, Kaj Holger
Idman, Nils Aulis Uolevi
Kaislaniemi, Ilpo Göran
Kallio, Jukka Kalevi
Kivistö, Heikki Antti Juhani
Koppinen, Ilpo Ilmari
Kumpula, Mikko Aimo
Lalu, Veikko Antero
Mannerkoski, Lauri Pertti
Nenonen, Pertti Olavi
Niskanen, Matti Aslak
Pellikka, Risto Onni Aukusti
Puranen, Pertti Juhani
Ristimäki, Erkki Johannes
Savola, Eija Kaarina
Therman, Rolf Yrjö Arnold
Tiitola, Tero Tapio
Törrönen, Kari Johannes
Wartiovaara, Timo Tapani

Poissaoleva:

Peltonen, Harri Johannes

IV vuosikurssi

Alasvuo, Veikko Olavi
Hannukainen, Taisto Olavi
Heimala, Seppo Olavi
Hyyvärinen, Jorma
Härkönen, Seppo
Jaakkola, Antti Juhani
Jokinen, Hannu
Juusela, Jyrki
Kaartama, Kari Olavi
Kavonon, Lauri Tapio
Kemppainen, Jorma
Kivinen, Heikki
Korhonen, Matti Antero
Kukkosuo, Reijo Tapio
Kulmala, Aarno Sakari
Mäntymäki, Tarmo
Nieminen, Mikko Antero

Pesonen, Herkko Olli-Erkki
 Rekola, Jorma
 Saarinen, Risto
 Salmelin, Klaus Erkki Olavi
 Sundberg, Sven Victor
 Urpo, Sirkka-Leena Inkeri
 Viherma, Raimo
 Viittanen, Pekka

N-vuosikurssi

Anjala, Yrjö Ensio
 Perola, Ilkka Antero
 Hokkanen, Pentti Olavi
 Hopia, Raimo Pentti
 Hyvärinen, Olli Viljo Juhani
 Jukka, Lauri Antero

Karvonen, Ilkka Juhani
 Koskinen, Lauri Kyösti
 Kalervo
 Lindgren, Sten Axel
 Lindholm, Tage Leif
 Martamo, Tero Aulis
 Martikka, Heikki Ilmari
 Önnela, Kalevi Juhani

Pyry, Ilkka Kullervo
 Salimäki, Matti Juhani
 Söderling, Kaj Erik
 Vainio-Mattila, Antti Tapani

Poissaoleva:

Riihelä, Mauno Pellervo

Suoritettuja diplomi-insinöörin tutkintoja:

Bärlund, Henrik Gustav, »En jämförelse mellan tolknin-
 gen av olika geofysikaliska mätningar över Pyhäsalmi,
 Raajärvi och Leveäselkä malmfyndigheter och dennas
 överensstämmelse med geologin», prof. Mikkolan johdolla.

Hertel, Karl Johan, »Framställning av isotropisk
 bariumferrit», prof. Tikkasen johdolla.

Holopainen, Pentti Olavi, »Isieutektoidisen ferriitin
 syntyminen sekä ferriitin raekoon vaikutuksia lujuteen
 ja iskusitkeyteen eräissä niukkahiilissä teräksissä»,
 prof. Miekk-ojan johdolla.

Immonen, Reino Jouko Juhani, »Tutkimus muutamien
 kuparilaatujen muokattavuusominaisuuksista eri lämpö-
 tiloissa», prof. Sulosen johdolla.

Jakomleff Erik, »Kallformbarhet av stål samt ansteni-
 tens sönnerfallstemperaturs inverkan därpå» professori
 Miekk-ojan johdolla.

Johansson, Matti Johannes, »Menetelmiä hitsauspuik-

kojen ja niillä aikaansaatuisten hitsisaumojen vertailemi-
 seksi», prof. Miekk-ojan johdolla.

Jormalainen, Toivo Niilo Ensio, »Kranaatinkuoren val-
 mistus lievästi alieutektoidisesta hiiliteräksestä», prof.
 Miekk-ojan johdolla.

Juntunen, Hannu Antero, »Tutkimus soodakattilan
 vesiputkien korroosion ehkäisemisestä keraamisten mas-
 sausten avulla», prof. Tikkasen johdolla.

Ojanen, Asko Einari, »Hiiletysteräkset korkealämpö-
 tilakaasuhiietyksessä», prof. Sulosen johdolla.

Puolamäki, Kalevi Kauko Ensio, »Erilaisten pintakä-
 sittelyjen vaikutus poraterästen venymislujuuteen», prof.
 Sulosen johdolla.

Seppänen, Pentti Sakari, »Satmagan-analysaattori
 ferro- ja paramagneettisten mineraalien tutkimusväli-
 neenä», prof. Hukin johdolla.

Sipilä, Ville Sakari, »Tutkimus soodakattilan seinämä-
 tuubien sulfidikorroosiosta», prof. Tikkasen johdolla.

Toivonen, Pentti Juhani, »Vedettyjen keskihiihtisten
 teräslankojen lämpökäsittely», prof. Sulosen johdolla.

Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna

Övering. *Ernst Alander* har utnämmts till disponent för Kymmene
 Ab, Högfors bruk.

Tri.ins. *Paavo Asanti* on nimitetty Valtion teknillisen tutkimuslai-
 toisen metallurgian laboratorion johtajaksi ja on saanut pro-
 fessorin arvonimen.

Dipl.ins. *Pekka Fomin* on siirtynyt Mäkihaapoja Oy:n palveluk-
 seen.

Fil.maist. *Reijo Gardemeister* toimii nykyään Valtion teknillisen
 tutkimuslaitoksen geoteknillisessä laboratoriossa.

Dipl.ing. *Per Olof Grönqvist* har utnämmts till chef för koboltver-
 ket vid Outokumpu Oy:s fabriker i Gamlakarleby.

Vuorimiesyhdistys on luovuttanut professori *Paavo Haapalalle*
 Mäkinen-mitalin tunnustuksena hänen malmien etsinnän ja ni-
 den hyväksi käytön alalla suorittamasta arvokkaasta työstään.

Dipl.ing. *Sven-Erik Hjelt* har avlagt tekn.lis. examen.

Dipl.ing. *Carl af Hällström* har utnämmts till biträdande direktör
 vid Oy Tampella Ab.

Dipl.ins. *Paavo Hörkkö* on muuttanut Kanadaan, missä hän toimii
 Tampella Oy:n paineilmakoneosaston myyntitehtävissä.

Tekn.tri *Eino Ilmonen* toimii nyttemmin Helsingin kaupungin
 metronsuunnittelutoimikunnan koneosaston päällikkönä.

Dir. *John Lindsay von Julin* har utnämmts till chef för stälgruppen
 vid Oy Fiskars Ab.

Dipl.ins. *Kauko Kaasila* on siirtynyt Outokumpu Oy:n Helsingin
 konttoriin metallurgisen suunnitteluosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Juhani Kangas* on siirtynyt Outokumpu Oy:n palveluk-
 seen Porin metallitehtaille.

Dipl.ins. *Pentti Kerola* toimii Outokumpu Oy, Kemin kaivoksella.
 Tekn.tri *Pentti Kettunen* on siirtynyt Amerikkaan toimien tutki-
 jana Argonne National Laboratoryn metallurgisella osastolla.

Dipl.ins. *Kyösti Kitunen* on suorittanut tekn.lis. tutkinnon.

Tekn.tri *Kalevi Kiukkola* on nimitetty Rikkihappo Oy:n tutkimus-
 päälliköksi.

Dipl.ins. *Matti Kivijärvi* toimii nyttemmin Työyhtymä Vesto-
 Skånskan rakennuspäällikkönä.

Dipl.ins. *Väinö Korpeinen* on nimitetty Salon Sähkö- ja Kone-
 tehdas Oy:n isännöitsijäksi.

Dipl.ins. *Ilpo Linko* on nykyään Suomen ICI:n palveluksessa.

Fil.maist. *Esko Mäkikylä* on siirtynyt Oy Fiskars Ab:n palveluk-
 seen pääkonttoriin.

Dipl.ins. *Gerhard Naupert* on nimitetty Oy Airam Ab:n vienti-
 päälliköksi.

Dipl.ins. *Esko Nermes* on nimitetty Outokumpu Oy, Kokkolan
 tehtaitten sulaton päälliköksi.

Fil.maist. *Heikki Paarman* nykyinen sijoituspaikka on Otanmäki
 Oy:n Oulun konttori.

Dipl.ins. *Olli Paasikoski* on siirtynyt Rosenlew & Co:n palveluk-
 seen.

Dipl.ins. *Seppo Palosaari* toimii nykyään Teknillisen korkeakou-
 lun kemian osaston assistenttina.

Dipl.ins. *Asko Parviainen* on suorittanut tekn.lis. tutkinnon.

Dipl.ins. *Olavi Peura* on nyttemmin Patentti- ja Rekisterihalli-
 tuksen palveluksessa tutkimusinsinöörinä.

Fil.lie. *Fredrik Pipping* arbetar som geolog vid Geological Survey
 department i Lusaka, Zambia.

Fil.lis. *Veikko Pääkkönen* on väitellyt filosofian tohtoriksi.

Fil.maist. *Martti Salmi* on siirtynyt Insinööri-toimisto Maa ja Vesi
 Oy:n palvelukseen.

Dipl.ins. *Toivo Siikarla* on suorittanut tekn.lis. tutkinnon.

Dipl.ins. *Esko Suominen* toimii nykyään Jyväskylän teknillisen
 oppilaitoksen opettajana.

Fil.maist. *Olavi Walden* on nimitetty Outokumpu Oy, Vihannin
 kaivoksen geologiosaston päälliköksi.

Tekn.tri *Veikko Valovirta* on nimitetty Tampereen teknillisen
 oppilaitoksen rehtoriksi.



Mikäli jäsenluettelossa julkaistut tiedot ovat muuttuneet tai mikäli ne ovat virheellisiä pyydetään siitä ilmoittamaan lehden toimitukselle, Bulevardi 11 A 10, Helsinki 12, puh. 64 17 53.

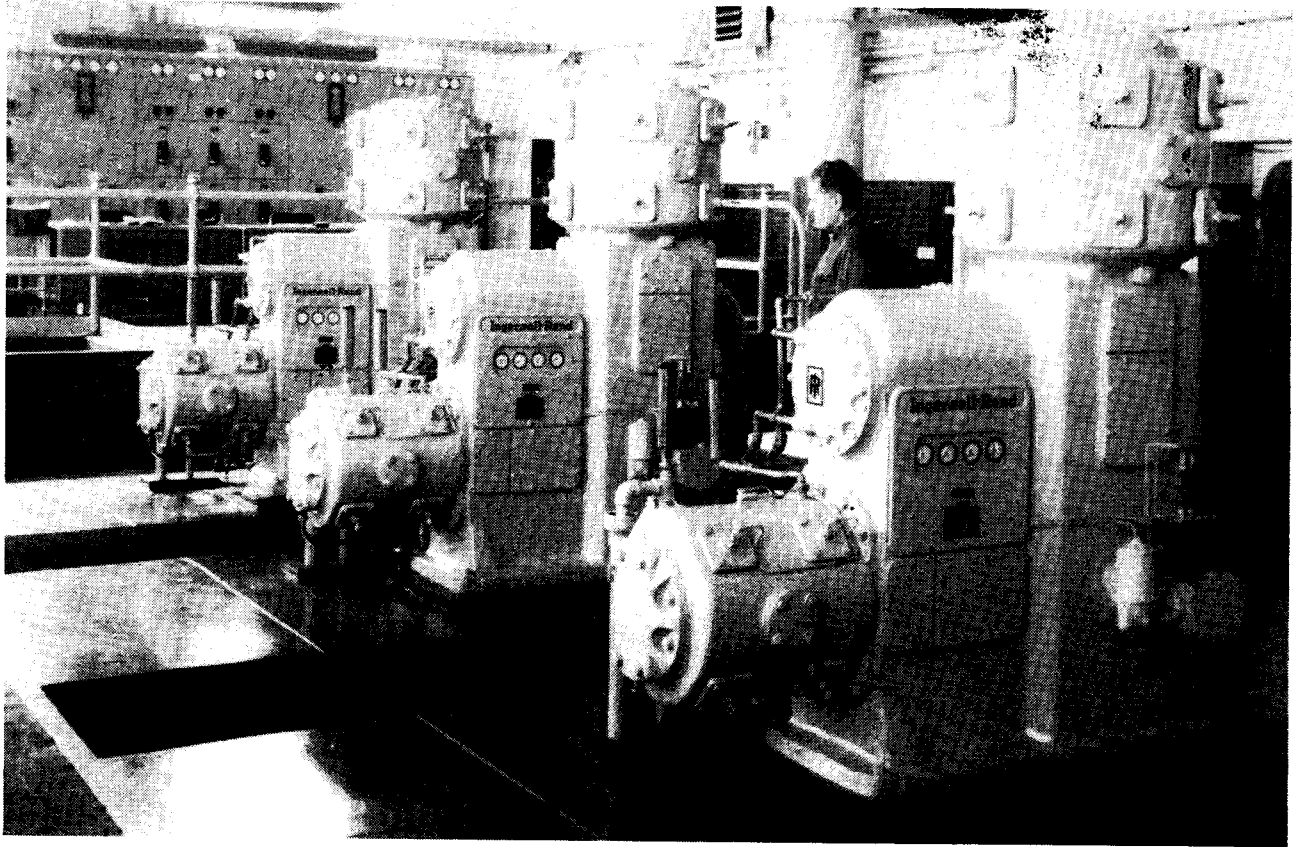
Ifall uppgifterna i medlemsförteckningen äro felaktiga eller hava förändrats, torde därom meddelas till tidskriftens redaktion, Bulevarden 11 A 10, Helsingfors 12, tel. 64 17 53.

RIKKIHAPPO OY

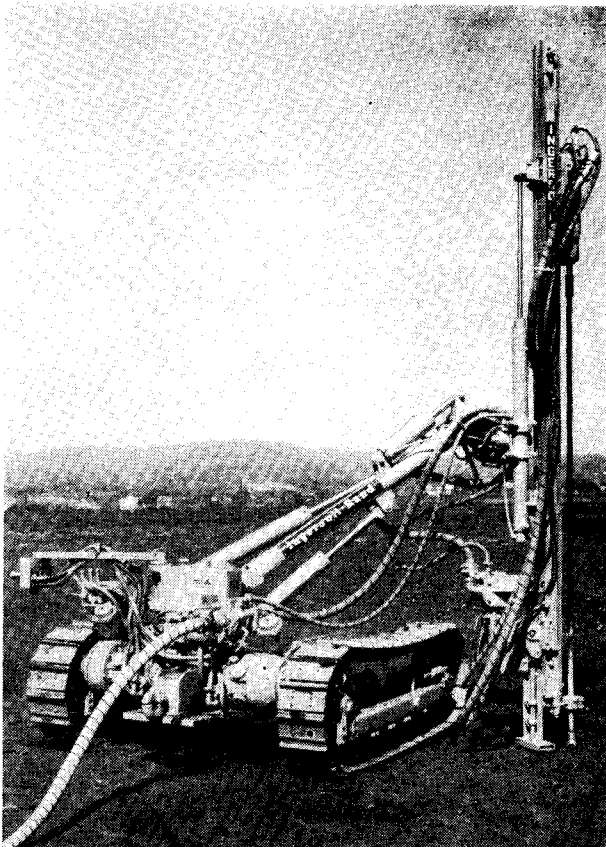


suomalaista kemian suurteollisuutta





Ingersoll-Rand



**PAINELMAKONEET TAKAAVAT KORKEAT
HYÖTYSUHTEET JA ALHAISET KÄYTTÖ-
KUSTANNUKSET**

KOMPRESSORIT

Vesijäähdytteiset kompressorit tyyppi XLE. Ilman tuotto 25–200 m³/min. Myös hiili- ja teflonmännänrenkailla varustettuna.

VAUNUPORAKONEET

Crawl-IR on helppo siirtää ja nopea saada porauskuuntoon. Terien koot: 2½"–4".

OY GRÖNBLÖM AB

HELSINKI – TURKU – TAMPERE – OULU

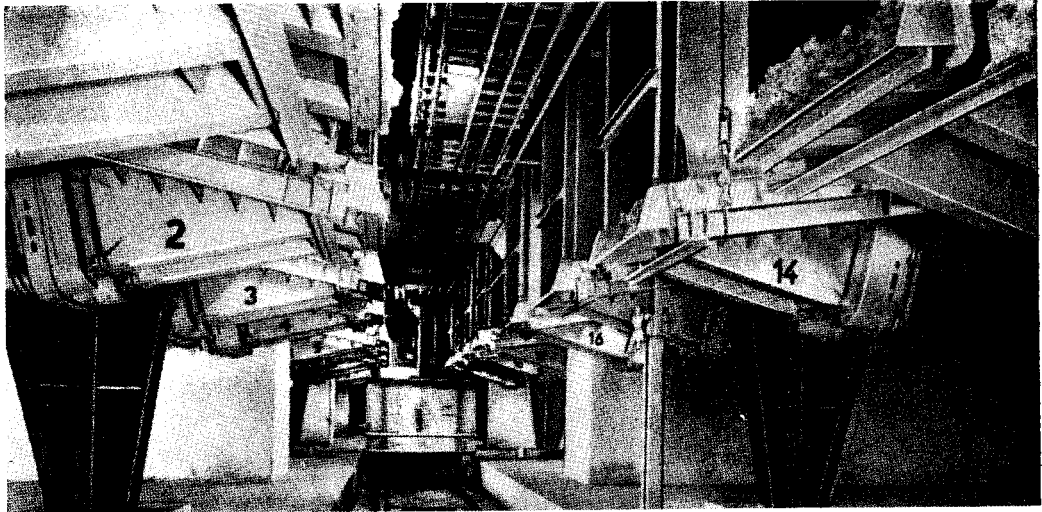
AEG

tärytekniikka palvelee vuoriteollisuutta

Valmistusohjelmaan
kuuluvat

- kuljettimet
- annostelijat
- täryttimet
- seulat
- automatisoidut
kuljettimet ja
syöttökourut

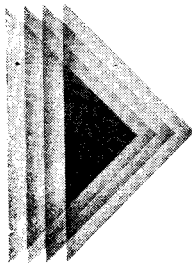
malmille, rikasteille ja
kaikille kiinteille, rakei-
sille aineille.



Pääedustaja

SÄHKÖLIIKKEIDEN OY

Satamakatu 4. Helsinki 16, puh. 11 501



- Rautarikasteita
- Vanadiinipentoksidia
- Ilmeniittirikastetta
- Rikkirikastetta
- Sepeliä

OTANMÄKI OY



Kaivostyö vaatii Nokian erikois- varusteita

Pukekaa yllenne
joustava ja kevyt
Kaivos-Ville asu
ja vetäkää
jalkaanne Nokian
reilut kumisaap-
paat. Silloin voitte
olla varma, ettei
kosteus ja pöly
pääse liian liki.

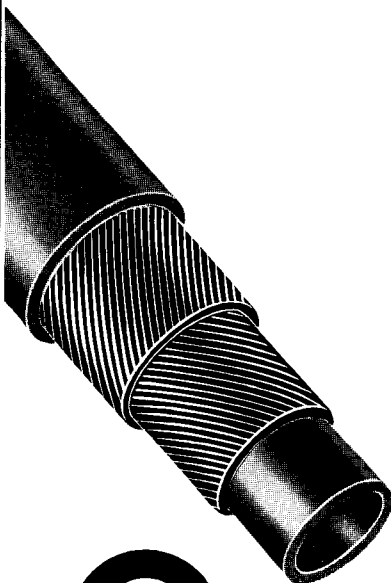
Yleisesti hyväksytty LCP

cord-
vahvikkeinen
paineilma-
letku
kaivoskäyttöön

Käyttöpaine
20 kp/cm².
Ø 10–50 mm.
Erittäin käyttö-
varma ja notkea
letku.

Lisäksi tarjoamme
kaivoksille:

- kuljetushihnoja
- kulutuskumi-
vuorauksia
- seulalevyjä
- rikastamon
lieteletkuja
- kiilahihnoja.



Ilmoittajat — Annonserer

Asea

Ekströmin Koneliike

Enso-Gutzeit

Grönblom

Hankkija

Intertek

Koneisto

Lokomo

Machinery

Otanmäki

Outokumpu

Paraisten Kalkkivuori

Rautakonttori

Rikkihappo

Rolac

Stenberg

Suomen Kaapelitehdas

Suomen Kumi

Suomen Sandvik

Sähköliikkeiden Oy

Julius Tallberg, Atlas Copco

Julius Tallberg, vuoriteknillinen os.

Tampella

Telko

Tjazhpromexport

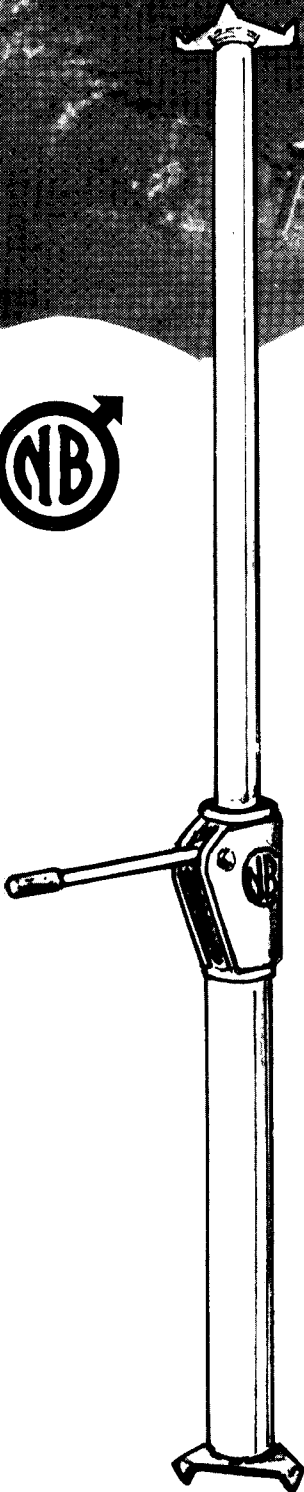
Tulenkestävät Tiilet

Valmet

Vuorikone

Wärtsilä

KANNATTAVA NYHAMMAR TUKIPILARI



tukipilari
kallionpulttaukseen

nostolaite
putkistojen ja suoja-
verkkojen asennukseen

apuväline
talonrakennukseen

NYHAMMAR nostopilarin käyttö on yksinkertaista. Sen pituus on säädettävissä 1,95 m – 3 metriin. Mekaanisen toimintansa ansiosta säilyttää tukipilari esijännityksensä muuttumattomana koko käytön ajan. – Se kestää reilusti 6000 kg kuormituksen.

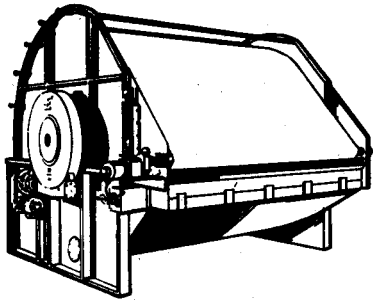
**NYT NYHAMMAR TUKIPILARIT
KANNATTAVAAN TYÖHÖN**



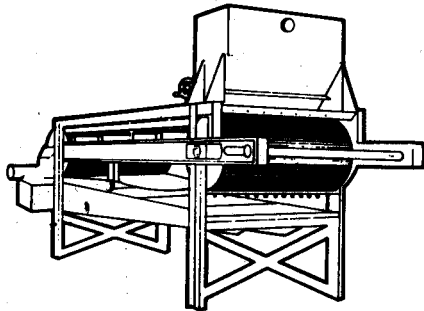
JULIUS TALLBERG

VUORITEKN. OS.
Aleksanterink. 21 H:ki 10
Box 10210 Puhelin 13 611

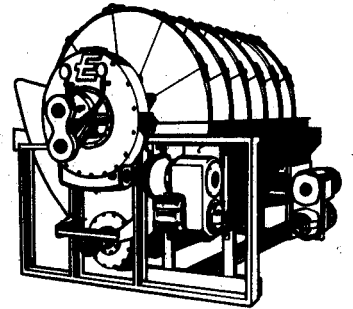
suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle



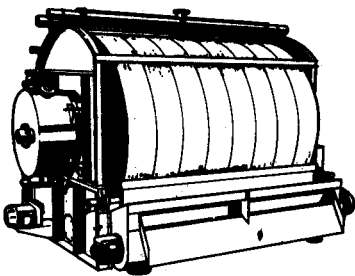
EIMCOBELT SUODATIN



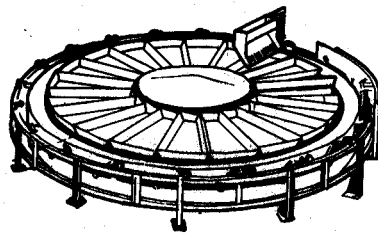
EXTRACTOR SUODATIN



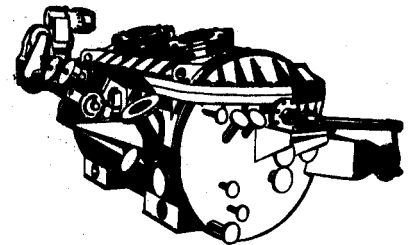
AGIDISC KIEKKOSUODATIN



RUMPUSUODATIN

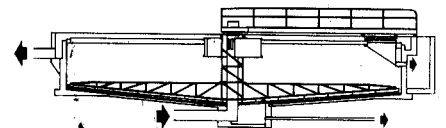


TILTING PAN SUODATIN

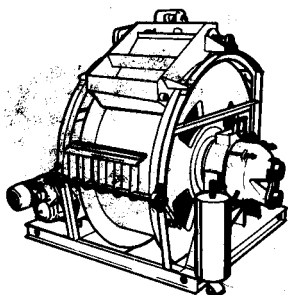
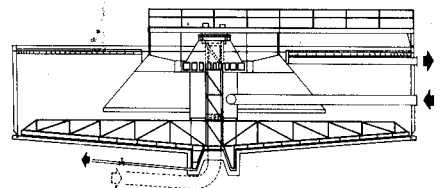


PAINESUODATIN

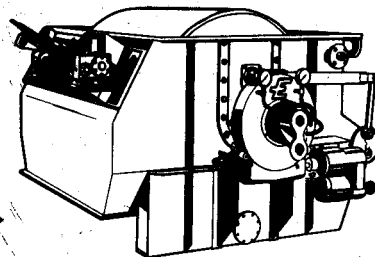
SELKEYTIN



SUURTEHOREAKTIOSELKEYTIN



TOP FEED SUODATIN



PRECOAT SUODATIN

ENSO

ENSO - GUTZEIT OSAKEYHTIÖ

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

KONEPAJA
SAVONLINNA