

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS R.Y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.F.

Sisältö — Innehåll:

Oke Vaasjoki:

Uraanimalmeista ja niiden esiintymisestä.

Yrjö Grönros:

Suomen Mineraali Oy:n toiminnasta asbestialalla.

Asbesti.

Kyösti Kitunen:

Jauhatustulosten arvioimisesta Bond'in teorian mukaan.

Kuivajauhatukseen liittyviä kysymyksiä.

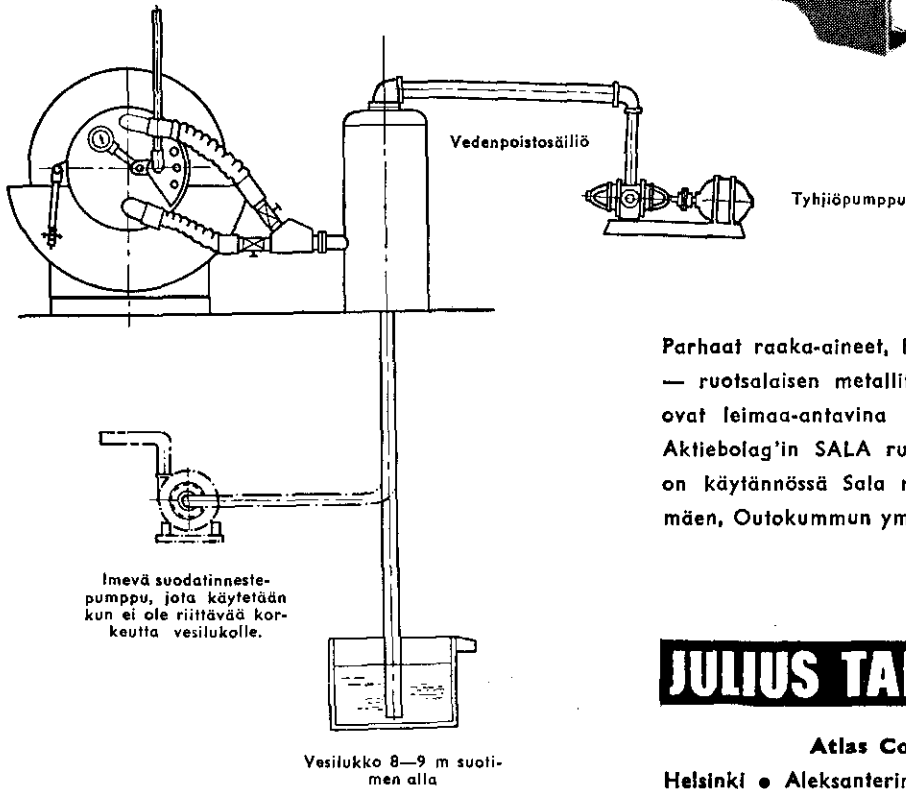
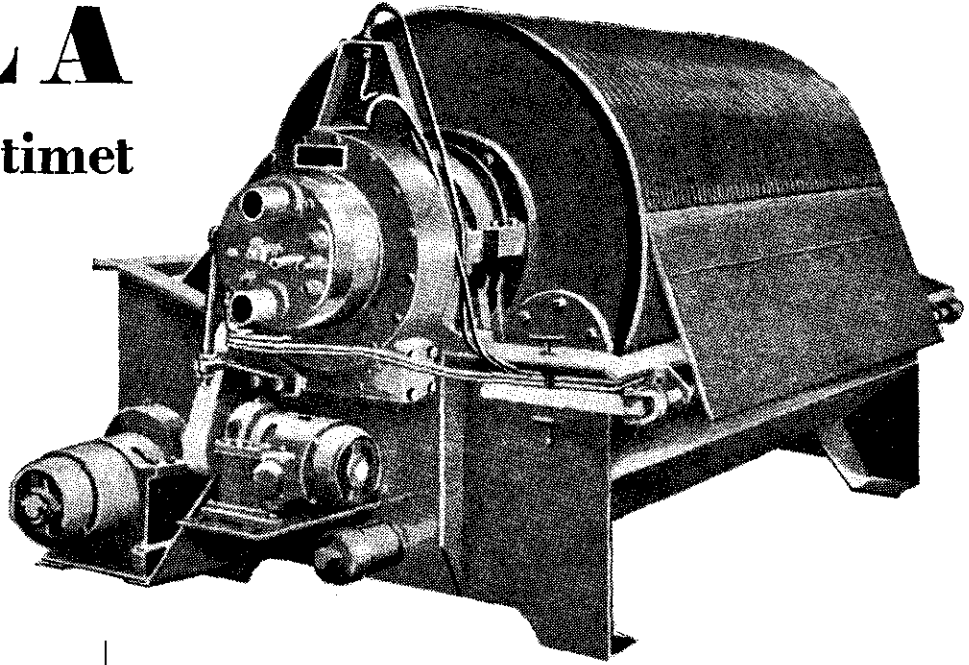
Lennart Häkkä:

Kovametallin valmistuksesta, ominaisuuksista ja käytöstä.

Jäsenluettelo.

SALA

rumpusuotimet



Parhaat raaka-aineet, huolellisesti suoritettu työ — ruotsalaisen metalliteollisuuden tunnuksat — ovat leimaa-antavina myös Sala Maskinfabriks Aktiebolag'in SALA rumpusuotimissa. Suomessa on käytännössä Sala rumpusuotimia mm. Ota-mäen, Outokummun ym. kaivosten rikastamoissa.

JULIUS TALLBERG 

Atlas Copco-osasto

Helsinki • Aleksanterinkatu 21 • Keskus 13 611

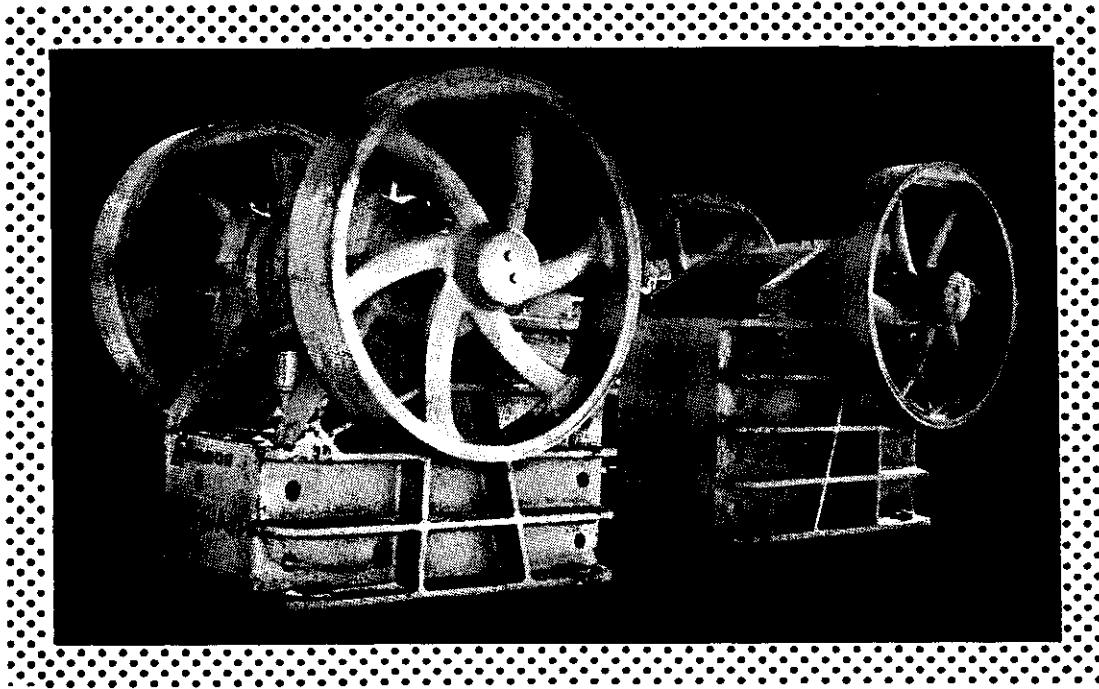
Suotimien päämitat:

Rummun mitat mm läpimitta x pituus	Suodinpinta m ²	Ulkomitat			Keskimääräinen ilmankulutus, m ³ /min.
		pituus	leveys	korkeus	
900 x 600	1,7	1580	1400	1200	2
900 x 1200	3,4	2200	1400	1200	3,5
1625 x 1200	6	2520	2310	1915	5,1
1625 x 1800	9	3120	2310	1915	7,7
1625 x 2400	12	3720	2310	1915	10
2430 x 2000	15	3535	3290	2765	13
2430 x 3000	23	4535	3290	2765	20

Kestävyyttä ja voimaa

edustavat Lokomon kivenmurskaimet.

Olemme valmistaneet eri tyyppisiä murskaimia jo yli kolmenkymmenen vuoden ajan jatkuvasti kehittäen ja parantaen niiden rakennetta.



**Edelleen valmistamme kulumista kestäväää
ja muuta erikoisteräsvalua**

kuten kaivukoneiden osia — malmiraappoja — kauhoja ja kauhan kynsiä — murskaimen leukoja — valsseja — kuula- ja putkimyllyjen vuorauksia — kaivosvaunujen pyöriä ja pyöränrenkaita — tulenkestäviä arinoita — hehkutus- ja sulatusastioita.

Lokomo Oy
KONEPAJA • TERÄSTEHDAS • TAMPERE



Enemmän tonneja kuljetetaan
Goodyear - kuljetushihnoilla
kuin millään muilla!

Enemmän tonneja kuljetetaan
Goodyear-renkailla kuin mil-
lään muilla!

Päämyyjä Suomessa:

Or Premia Ab

Helsinki - Puh. 13 373

Hellefors

VULCANUS

Jatkoporakalusto

Hellefors VULCANUS jatkoporakalustoja toimitetaan 7/8" ja 1" kuusikulmaisesta tai pyöröteräksestä sekä 1 1/4" pyöröteräksestä. Valmistamaamme jatkoporakalustoon kuuluu kiinteäteräinen kruunutanko, liitinmuhveja, jatkotankoja ja niskatanko.

Kierrelitokset tapahtuvat kartiomaisten sahakierteiden avulla, jotka antavat tukevan ja kiinteän liitännän, josta johtuen tehon aleneminen on pieni. Liitos on vesitiivis eikä kulu mainittavasti, minkä johdosta mahdollisesti vuodosta aiheutuva huuhteluveden paine ei laske. Koska liitos on rakenteeltaan yksinkertainen, voi käyttäjä itse sorvata uudet kierteet jos ne ovat kuluneet, joten samaa jatkotankoa voidaan käyttää uudelleen. VULCANUS jatkoporakaluston käyttö tulee näinollen halvaksi.

Huoltobenkilöstömme esittelee teille kernaasti jatkotankoporakalustoamme ja sen käyttöä!



Suurreikäporausta varten toimitamme myös irtoporakruunuja 130 mm Ø saakka, 1 1/4" jatkoporakalustoon asennettavaksi. Suurreikäkruunua, joka on patentoitu, käytetään paitsi perän- ja tunnelinjossa myös suurien reikien kuten vedenpoisto-, ilmanvaihto-, kaapeli- ja muitten samantapaisten reikien porauksiin kallioiloissa.

HELLEFORS BRUKS AKTIEBOLAG
HÄLLEFORS • SVERIGE

Erittely

NISKATANKO

7/8" = 108 tai 159 mm niska
1" = 108 tai 159 mm niska
1 1/4" = Leyner-niska tai 1" kuusikulmainen niska
108 tai 159 mm
Pituus: 600 mm

MUHVI

7/8 = 30, mm Ø x 100 mm
1" = 35 mm Ø x 115 mm
1 1/4" = 45 mm Ø x 135 mm

JATKOTANKO

Sopivin pituuksin

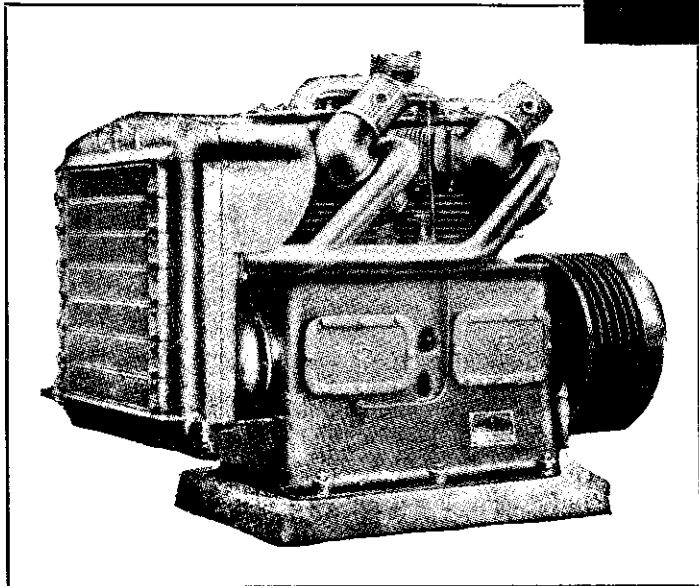
MUHVI

KRUUNUTANKO

Talttäterä
7/8" = min. 34 mm
Talitta- tai ristitäterä
1" = min. 40 mm
1 1/4" = min. 50 mm
Pituus: 600 mm

Edustaja: **RAUTAKONTTORI OY**
Rautatalo, Keskuskatu 3, Helsinki, puhelin 12 121

**Chicago Pneumatic
Tool Co:n, USA**
ja
**Consolidated
Pneumatic Tool Co:n,
Englanti**



- *ilmakompressoreja*
- *kallioporakoneita*
- *driftereitä*
- *stopereita*

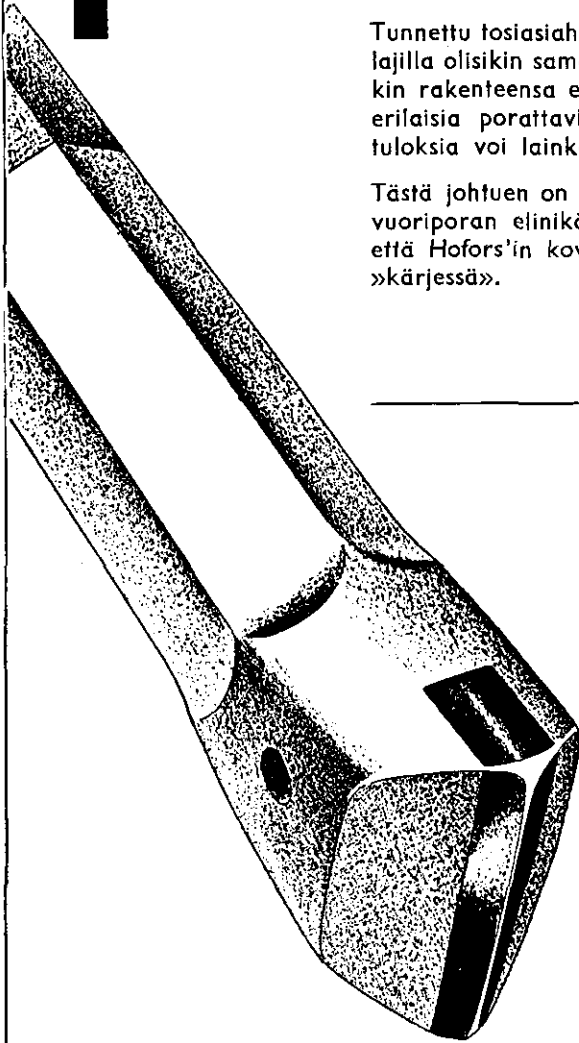
toimittaa
KONE- & INS. OSASTO
Mannerheimintie 12, Helsinki

Mercantile
 30731

„Vakiovuoria” ei ole olemassa

Tunnettu tosiasiaan on, että vaikka kahdella kivilajilla olisikin sama Mohs-kovuus, voivat ne kuitenkin rakenteensa erilaisuuden takia olla niin täysin erilaisia porattavia, ettei niistä saatuja poraus tuloksia voi lainkaan verrata keskenään.

Tästä johtuen on mahdotonta ennakoita ennustaa vuoriporan elinikää. Sen voimme kuitenkin taata, että Hofors'in kovametallivuoriporat ovat tänään »kärjessä».



Det finns inga „Standardberg”

En del berg är lättborrade, andra har man svårt att få bukt med. Två typer kan ha samma hårdhet, mätt med Mohs' skala, och ändå uppvisa så stora olikheter i strukturen, att de är fullständigt ojämförbara vad borrarbarheten beträffar.

Man kan därför aldrig lova en bestämd livslängd för bergborrar. Men vad vi kan garantera är att Hofors' borrar med hårdmetallskär står på toppen av vad som kan åstadkommas i dag.

SKF HOFORS BRUK

VUORIPORAT

PYSTYVÄT HYVIN KAIKKIIN
KIVIIN

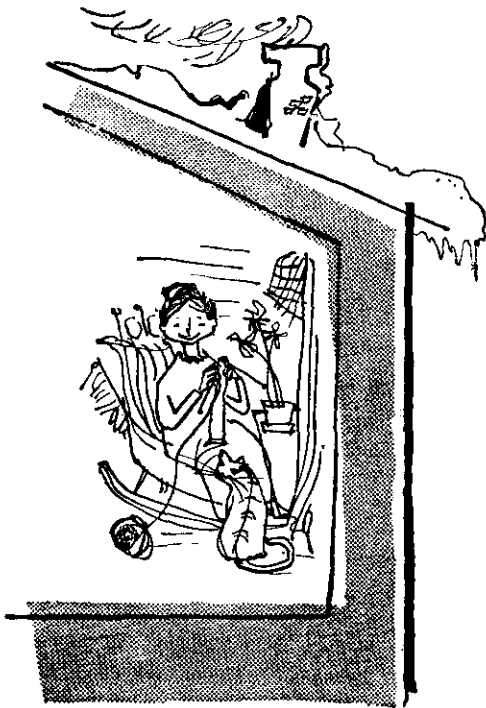
BERGBORRAR

BITER BRA I ALLA BERG

Hofors

HELSINKI
HELSINGFORS

JOKO TUNNETTE VUORIVILLAN KAIKKI EDUT?



1. **VUORIVILLA** on hyväksytty palokestävään A-luokkaan.
2. **VUORIVILLA** eristää erinomaisen tehokkaasti. Lämmönjohtoluku on 0,032.
3. **VUORIVILLA** eristää myös ääntä.
4. **VUORIVILLA** on mineraalikulitua eikä siis mätäne.
5. **VUORIVILLA** ei ime itseensä kosteutta.
6. **VUORIVILLA** ei pölyä, joten sitä on miellyttävä käsitellä.

Vuorivillalevyjä • Vuorivillamattoja • Vuorivillahuopia.

Neuvontapalvelumme on maksutta käytettävissänne.



PARAISTEN
KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ
Parainen • Helsinki • Lappeenranta



KÄNNER NI BERGULLENS FÖRDELAR?

1. **BERGULLEN** är mineralfiberisoleringsmaterialet i den brandsäkra A-klassen.
2. **BERGULLEN** isolerar synnerligen väl. Värmeledningstal 0,032.
3. **BERGULLEN** isolerar även mot ljud.
4. **BERGULLEN** är ett mineralfibermaterial och ruttnar alltså ej.
5. **BERGULLEN** avvisar dessutom vatten.
6. **BERGULLEN** är behaglig att hantera, dammar inte.

Bergullsskivor • Bergullsmattor • Bergullsfilt

Våra rådgivningsavdelningar står gratis till tjänst.



PARGAS
KALKBERGS AKTIEBOLAG
Pargas • Helsingfors • Villmanstrand

Missä rasitus on suurin

Alati kehittyvä vuoriteollisuutemme kaipaa kulutuksenkestäviä koneita, sillä tuskinpa missään rasittuvat koneet enemmän kuin malmia ja mineraalia jalostettaessa. Siinä on vain paras kyllin hyvää. Siinä tarvitaan

m a n g a a n i t e r ä s v a l u a

Vuoriteollisuus on vuosikausia hankkinut teräsvalua meiltä. Mutta tarve on yhä kasvanut. Voidaksemme entistä paremmin tyydyttää asiakkaittemme toivomuksia olemme laajentaneet Porvoon valimoamme ja teräsvalun tuotanto lisääntyy jo tänä vuonna huomattavasti. Sen avulla voimme myös lyhentää hankinta-aikojamme.

TARVITESSANNE TERÄS- TAI RAUTAVALUA — KÄÄNTYKÄÄ LUOTTAMUKSELLA PUOLEEMME.

Oy Keskusvalimo — Centralgjuteriet Ab

HELSINKI
rautavalua

PORVOO
teräsvalua

KORSO
viemäriputkia

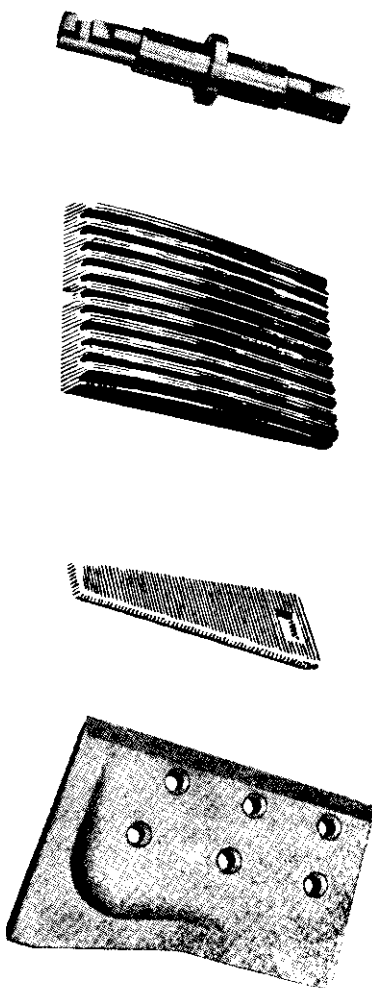
Teknillinen konttori: Helsinki, Teollisuuskatu 33, puh. 70021



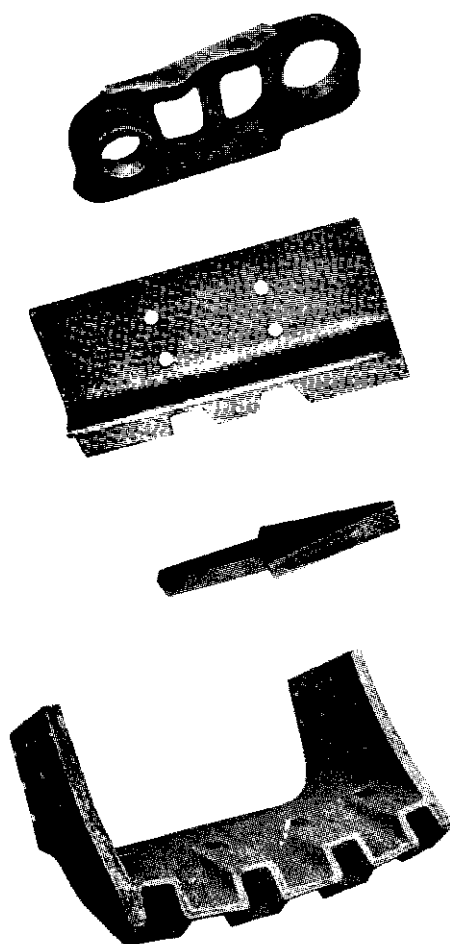
BOFORS

KAIVINKONEILLE, TRAKTOREILLE JA MURSKAAJILLE

VARAOSIA



RESERVDELAR



FÖR GRÄVMASKINER, TRAKTORER OCH KROSSAR

OY SUOMEN BOFORS AB

HELSINKI — LÖNNROTINK. 32 — PUHELIN 61 356

HELSINGFORS — LÖNNROTSG. 32 — TELEFON 61 356



VALIOLUOKAN TUOTTEITA

KVALITETSPRODUKTER



Ekströmin toimittamia koneita



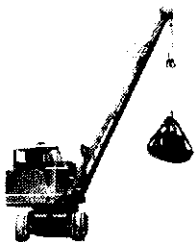
tavataan sekä maan alla että maan päällä.

Kysykää asiakkailtamme, mitä kokemuksia heillä on JOY poravaunuista ja kaivoskoneista, AVELING keikkavaunuista, BUCYRUS kaivukoneista, JONES kulkunostureista ja muista toimittamistamme koneista. Ja antakaa meidän kertoa näiden koneiden käyttömahdollisuuksista sekä huolto- ja varaosapalvelustamme.

AVELING 9 tonnin keikkavaunuja on jo toimitettu Suomeen.

Tämä tehokas maansiirtovaunu on erikoisesti suunniteltu jopa 2000 litran kaivukoneiden kuormattavaksi. Korostamme erityisesti, että vaunussa on

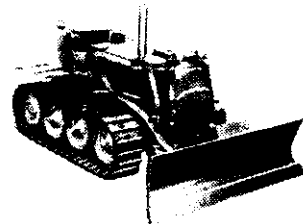
- 150 hv LEYLAND moottori
- takapyörästössä planeettavaihteisto
- kaksisuuntainen ohjaus, joka takaa suuren liikkuvuuden sekä ahtaissa kaivostunneleissa että maanpäällisissä louhoksissa.



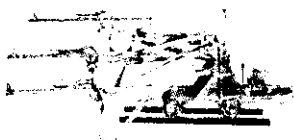
JONES kulkunostureita



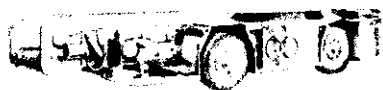
BUCYRUS kaivukoneita



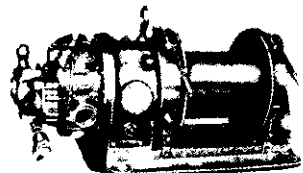
VICKERS raivaustraktoreita



JOY kolmevartisia poravaunuja



JOY malminkuljetusvaunuja



JOY paineilmakäyttöisiä kaivosvinttureita

OSAKEYHTIÖ

Helsinki — Puh. 11 421

Ekströmin

KONELIIKE

Postilokero 310

Lisätkää Tekin työtehoa — hankkikaa Tampella-kallioporakoneita

TAMPELLA T 10

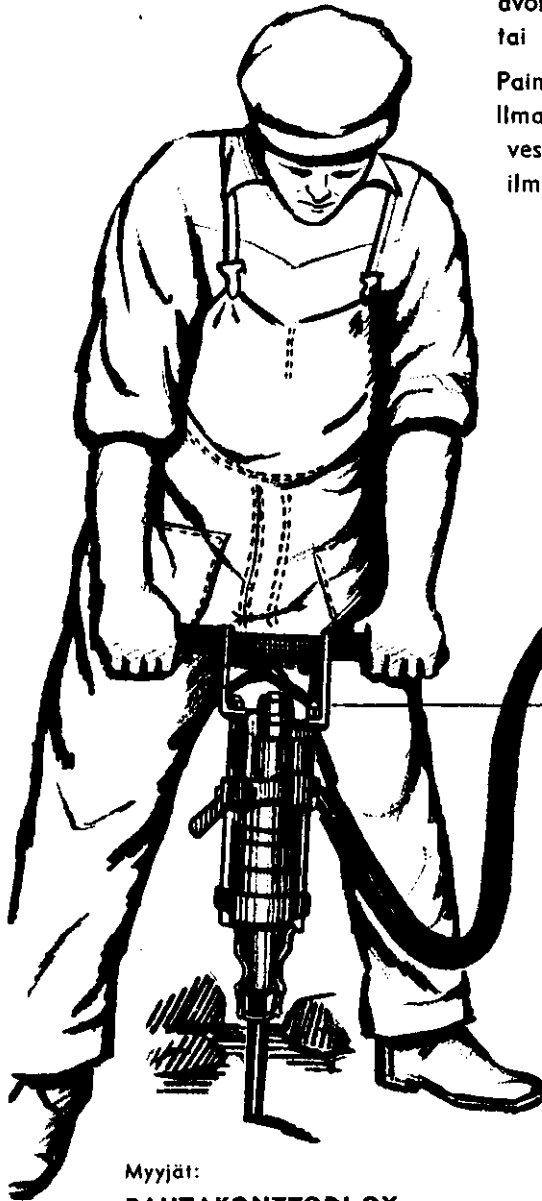
tehokkaaseen poraukseen
kaivoksissa, tunneleissa ja
avolouhoksissa joko pysty-
tai polvisyöttölaittein.

Paino 24 kg

Ilmankulutus

vesihuuhtelulla 2,7 m³/min

ilmahuuhtelulla 3,3 "



TAMPELLA T 6,5

soveltuu parhaiten rikkoreikä- ja
muuhun kevyeen poraustyöhön.

Paino 17 kg

ilmankulutus 1 m³/min

Tavallinen 2 m³ traktorikompressori
kykenee käyttämään kahta Tam-
pella T 6,5 kallioporakonetta.

**Pyytäkää esittelylehtisiä ja
esittelyjä!**

**LYHYET TOIMITUSAJAT
— VARAOSAT SUORAAN
VARASTOSTA!**

Myyjät:

RAUTAKONTTORI OY

Helsinki, Puhelimet: 12121
ulkolinja A 674

OY BERMIC AB

Helsinki Vuorimiehenk. 3.
Puhelimet: 55281 ja 56952



Tampereen

Konepaja

Perustettu 1842



**Koneita
rikastamoon ja murskaamoon**

- MYLLYT
- MURSKAAJAT
- SUODATTIMET
- VAAHDOTUSKENNOT
- ILMALUOKITTELIJAT
- SPIRAALILUOKITTELIJAT
- MAGNEETTISEPARAATTORIT
- LABORATORIOKONEET
- SEULAT
- PUMPUT

Oma uudenaikainen koelaitos

WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG, BOCHUM

OY. LILIUS & Co AB. - HELSINKI

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS r.y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f.

Hallitus: yli-ins. John Ryselin, puheenjohtaja, fil.tri. Åke Bergström, varapuheenjohtaja, dipl.ins. Carl-Erik Carlsson, dipl. ins. Caj Holm, yli-ins. Fjalar Holmberg, professori Kauko Järvinen, professori Aarne Laitakari, dipl.ins. Urho Valtakari.

Rahastonhoitaja: dipl.ins. Kalervo Nieminen, Jääkärintie 10 A, virkapuh. 82—2631.

Sihteeri: tri.ins. Paavo Asanti, Töölöntullinkatu 5, virkapuh. 11151.

Kaivosjaosto: professori Kauko Järvinen, puheenjohtaja, dipl. ins. Per Westerlund, sihteeri, Outokumpu.

Metallurgijaosto: professori Matti Tikkanen, puheenjohtaja, dipl.ins. Väinö Hulmi, sihteeri, Haavikkotie 1 I 63, Maunula, virkapuh. 11721.

Geologijaosto: fil.tri. Erkki Aurola, puheenjohtaja, fil.maist. Ilpo Laihi, sihteeri, Pohjoisranta 20 C, virkapuh. 30 771.

Toimitus: teollisuusneuvos Herman Stigzelius, päätoimittaja, puh. 28714, tri.ins. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, puh. 11 151, rouva Karin Stigzelius, toimitussihteeri, puh. 35 546.

Toimituksen osoite: Bulevardi 26 A 10, Helsinki, puh. 35 546. Ilmoitushinnat: kansilehdet 20.000:—, muut lehdet 15.000:—, puolisivu 10.000:—, neljännessivu 6.000:—

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 1

1956

14 VUOSIKERTA

Uraanimalmista ja niiden esiintymisestä

Fil.tri. OKE VAASJOKI

Geologinen tutkimuslaitos, Helsinki

Atomivoiman raaka-aineiden etsintää on monissa maissa suoritettu jo runsaat kymmenen vuotta ja jossain määrin odotettukin pelinavaus suoritettiin myös meillä Geneven konferenssin aikoihin. Senjälkeen kannujen valanta mahdollisuuksista löytää atomivoiman raaka-aineita maassamme on ollut jatkuvasti vireillä ja kysymys tarkoituksenmukaisista etsintätoimenpiteistä on myös ollut pohdittavana. Yleensä ulkomaisista uutisista on käynyt selville, että monia uusia esiintymiä on löydetty ja että paras menestys, varsinkin Yhdysvalloissa, on saavutettu suurisuuntaisen, yksityisten prospektaajien ja amatöörimalminetsijain kilpahenkisen etsintätyön ansiosta. Vertaansa hakevan malminetsintäkilpailun primus motor on ollut syyttävä, äkkirikastumiseen vetoava mainostus. Voitokkaina aseina menestyksen tiellä, niin kerrotaan, ovat olleet helpokäyttöiset säteilymittarit ja henkeen »what to look and where to look» popularisoidut geologiset etsintäohjeet. Kuuluu asiaan, että mainosarvoihin perustuvan toiminnan rinnalla ammattimaisesti johdettu etsintä ja sitä tukeva geologinen tutkimus valtavine työmäärineen ja tuloksineen ovat jääneet varjopuolelle yleisessä tietoudessa. Viimeksi mainitulla sektorilla hankitut kokemukset ovat kuitenkin olleet mm. onnistuneen prospektoinnin perusedellytyksenä ja edustavat juuri sitä osaa ulkomailla suoritetusta työstä, jolla on suoranaista käyttöarvoa, ja joka suo mahdollisuuden asialliseen tilanteenarviointiin myös meillä. Seuraava yleiskatsaus on lähinnä tältä

pohjalta laadittu valaisemaan tilannetta ryhdyttäessä atomivoiman raaka-aineiden etsintään kotimaan kamaralla. Se tyyli, joka sopii etsintään Koloradossa, ei kaikissa kohdissaan ole osoittautunut antoisaksi Kanadassa ja tuskin myöskään meillä, missä malmit on etsittävä esiin paksujen kvartäärikerrostumien, soiden ja järvien alta.

Nykyisen reaktoriteknikan kannalta tärkeitä mineraalisia raaka-aineita ovat uraani, toriumi, berylliumi, litiumi ja osittain myös zirkoniumi. Koska uraani on avainasemassa atomivoiman synnyttämisessä, on myöskin malminetsintä ollut pääasiassa uraanimalmien etsintää, varsinkin kun niihin useimmiten liittyy myös toriumia.

Alkuaineena uraani ei ole niinkään harvinainen luonnossa ja sitä arvioidaan olevan maankuoressa saman verran kuin hafniumia, arseenia tai berylliumia. Kuriositeettina todetaan, että potentiaalisesti suurin yhtenäinen maapallolla esiintyvä uraanireservi on valtamerissä, pitoisuuden tosin ollessa vain n. 1.2×10^{-6} gr/litra, ruotsalaisen Albatross-retkikunnan suorittamien määräysten mukaan. Luonnossa tavattavien uraanimineraalien määrä on myös varsin suuri ja erityisiä uraanimineraaleja on luetteloitu n. sata. Jos luetteloon lisätään nekin mineraalit, joissa uraania ylimalkaan tavataan, kasvaa määrä noin kahteen sataan. Säteilymittareihin vaikuttavia, indikaatioiden aiheuttajia on siis melkoinen joukko. Nyt on kuitenkin huomattava,

Taulukko 1.

Mineraali	Kaava	Väri	U ₃ O ₈ %
Pikivälke tai			
Uraniniitti	UO ₂	Musta	50—80
Branneriitti	(U, Ca, Fe, Th, Y) ₃ Ti ₅ O ₁₆	Keltainen ja vihreä	30—40
Davidiitti	(Fe, Ce, U) (Ti, Fe, V, Cr) ₃ (O, OH) ₇	Tumman ruskea	7—10
Uranofaani	CaO·2UO ₃ ·2SiO ₂ ·6H ₂ O	Keltainen	65
Autuniitti	CaO·2UO ₃ ·P ₂ O ₅ ·8H ₂ O	Keltainen ja vihreä	60
Torberniitti	CuO·2UO ₃ ·P ₂ O ₅ ·8H ₂ O	Vihreä	60
Karnotiitti	K ₂ O·2UO ₃ ·V ₂ O ₅ ·3H ₂ O	Keltainen	50—55
Tyuumuniitti	CaO·2UO ₃ ·V ₂ O ₅ ·8H ₂ O	»	48—55
Schroekingeriitti	3CaO·Na ₂ O·UO ₃ ·CO ₂ ·SO ₃ F·10H ₂ O	Keltainen ja vihreä	30
Thucholiitti	Hiiliaines + UO ₂	Musta	2—8

että taloudellisesti merkittäviä malmeja muodostavia uraanimineraaleja on vain muutama eli: pikivälke (tai sen kuutiollinen muoto uraniniitti), davidiitti, branneriitti, karnotiitti, tyuumuniitti, autuniitti, torberniitti, uranofaani, schroekingeriitti ja tucholiitti (uraania sisältävä hiiliaines). Taulukossa 1 on esitetty näiden mineraalien ominaisuuksia.

Maailman tärkeimmät uraanimalmialueet, sen mukaan kuin julkisia tietoja on ollut saatavissa, sijaitsevat seuraavasti: 1. Yhdysvallat, joista mainittakoon erityisesti Kolorado, Utah, Arizona, Wyoming, Uusi Meksiko ja Etelä-Dakota. 2. Kanada. 3. Afrikassa Belgian Kongo, Etelä-Afrikka ja Madagaskar. 4. Euroopasta Erzgebirgen alueet, Keski-Ranskan massiiviin liittyvät esiintymät sekä Urgeirica Portugalissa. 5. Australiassa Rum Jungle ja Radium Hill esiintymät. 6. Neuvostoliitossa Ferghanan alueella ennestään tunnetut sekundaariset malmit. Huomattavaa on, että suurin osa peruskallioalueiden esiintymistä, mm. kaikki Kanadan tuotannossa olevat uraanimalmit liittyvät prekambriin muodostumiin, jotka karkeasti arvioiden ovat iältään yhtä vanhoja kuin oma kallioperustamme pääosaltaan on.

Malmineitsinnän kannalta tärkeässä, uraanimalmien geologis-geneettisessä systematisoinnissa ei ole päästy sellaiseen selvään näkemykseen mikä useampien muiden malmien suhteen on ollut mahdollista. Tilanne pikeminkin on verrattain sekava ja esitetyt luokittelut perustuvat melko sattumanvaraisesti valittujen, useinkin vain deskriptiivisesti määriteltävien ominaisuuksien varaan. Uraanin erittäin suuresta aktiivisuudesta johtuu, että se on ollut hyvin aktiivinen myös erilaisten maankuorta muokanneiden geologisten prosessien aikana; uraanin malmeina pidettäviä konsentroitumia tavataan senvuoksi ennakolta täysin arvaamattomassakin ympäristössä. Tähän vaikuttaa tietysti toisena tekijänä seikka, että uraanimalmi laadullisena käsitteenä on melko väljä. Lähinnä USA:ssa ja Kanadassa vallitsevan käytännön mukaan lasketaan, että malmin alarajana on n. 0.1% U₃O₈ eli n. kilo tonnia kohti. Määritys ei kuitenkaan ole reaalin, koska perustana on tukihintajärjestelmän suomat mahdollisuudet eikä vapailla markkinoilla muodostunut hinta. Hyviksi malmeiksi arvioidaan jo esiintymät, joissa on vähintään 0.5% U₃O₈. Mutta käytössä on myös esiintymiä, joissa pitoisuus on vain 0.01—0.1% U₃O₈. Tällöin on kysymyksessä pääasiassa sivutuotteena saatava uraani. Myös esiintymien koolle asetetaan perin pieniä vaatimuksia, jos pitoisuus on hyvä. Mm. Ruotsissa viime vuonna aloitetun, laajempia piirejä koskevan propagandan yhteydessä määritellään varteenotettavana löytönä esiintymä, josta saadaan 1—2 tonnia

uraanimetallia eli siis 1 %:sta malmeja pitää olla sata tonnia. Edellytyksinä tietysti on, että esiintymä on sopivien kulkuyhteyksien äärellä ja että uraani voidaan erottaa emäkivestään jo käytössä olevilla halvoilla menetelmillä. Uraanimalmineitsinnässä on näinollen oltava tavallista valppaampi ja ennakkoluulottomampi, koska kysymykseen saattaa tulla ensinäkemältä hämmästyttävän heikkolaatuiset, mutta laajat, toisaalta korkeita pitoisuuksia sisältävät, mutta kooltaan poikkeuksellisen pienet esiintymät.

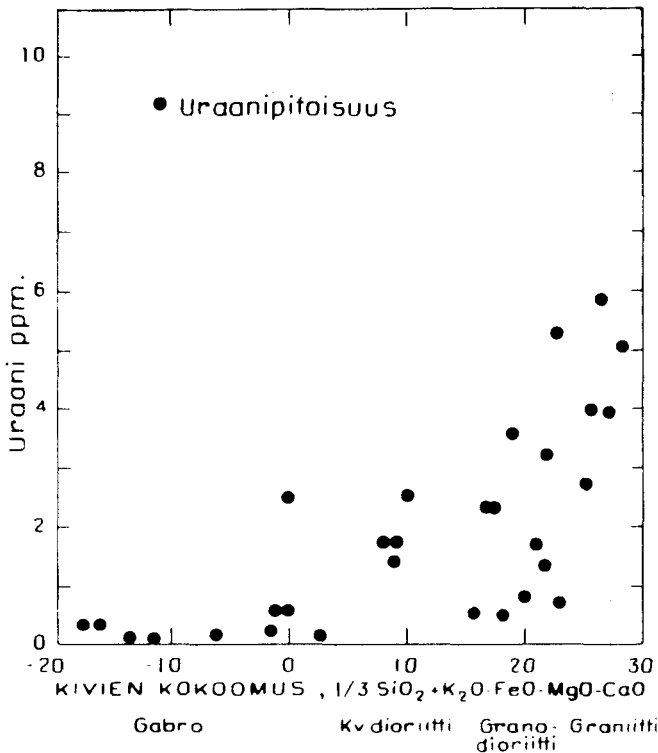
Jonkinlaisen, hyvin karkeitä linjoja noudattavan käsityksen tunnettujen uraanesiintymien luonteesta voinee esittää ottamalla lähtökohdaksi yksinkertaisen jaotuksen magmaattisiin, sedimenttisiin ja metamorfisiin kivilajimuodostumiin. Kiteytymisdifferentiaation välityksellä syntyneissä magmaattisissa kivilajisarjoissa uraani näyttää poikkeuksetta rikastuneen pääkiteytymisen viimeiseen vaiheeseen so. syväkivissä graniitteihin tai syeniitteihin. Tämän rikastumisen määrästä antaa käsityksen kuvassa 1 näkyvä, kivilajisarjoista tehtyihin määräyksiin perustuvat uraanipitoisuuden vaihtelut.

Koska normaaligraniitit saattavat sisältää 4 ppm. uraania ja 12 ppm. toriumia sisältyy graniitteihin itseasiassa valtavat uraanivarat ja niiden käyttöä tulevaisuuden raaka-ainelähteenä on harkittu. Konsentroitujen uraanesiintymien kannalta tärkeimpiä kuin itse graniitit, tai muut pääkiteytymisvaiheen kivilajit, ovat niihin rajoittuvat kontaktikivilajit. Sillä pääkiteytymisen loppuvaiheessa uraani rikastuu edelleen sivukiveen tunkeutuviin hydrotermisiin liuoksiin ja jää niistä kiteytyviin malmeihin. Tähän luokkaan kuuluvat kaikki klassilliset uraanesiintymät kuten Joachimstahl, Eldorado esiintymä Suuren Karhujärven seudulla Kanadassa ja Shinkolobwe Belgian Kongossa. Samaan geneettiseen ryhmään kuuluu vielä suuri joukko aivan viime aikoina löytyneistä hyvistä esiintymistä, kuten nähtävästi osa Koloradon hiekkakiviin liittyvistä malmeista sekä Rum Jungle Australiassa. Nämä esiintymät, joiden uraanipitoisuus saattaa paikallisesti olla useampia prosentteja, ja jotka usein käyvät samalla jonkun toisen metallin malmina, voidaan luonnehtia edelleen seuraavien malmiparageneettisten ryhmien puitteissa:

- Koboltti-nikkeli-metallinen hopea-pikivälkejuonet.
- Pyriitti-lyijyhohde-pikivälkejuonet.

— Uraania sisältävät fluorisälpäjuonet, joita on ekonomisina muodostumina USA:ssa.

Sanottujen juonimuodostumien emäkivet ovat luonnollisesti hyvin erilaisia; tavallisesti suprakrustisia liuskeita, joihin yleensä sisältyy myös kalkkihorisontteja. Nimitys juonimuodostuma ei kaikissa tapauksissa ole erityisen osuva, koska muodostumatyyppi useinkin on



Kuva 1. Uraanipitoisuuden vaihtelut Etelä-Kalifornian bato-liittisissä kivilajisarjoissa. (Larsenin mukaan). ppm = miljoonasosa

pirote- tai varsinkin kalkkikivissä syrjäytysmalmi. Kuten tavallisesti hydrotermisten malmien sijoittuessa sivukiveen, myös tarkastelun alaisena olevassa tapauksessa, tektoniset tekijät, varsinkin siirrosvyöhykkeiden sijainti, ovat voineet vaikuttaa ratkaisevalla tavalla. Esimerkiksi Shinkolobwen malmit ovat hakeutuneet vahvasti poimuttuneeseen ja voimakkaiden siirrostun alaisena olleeseen heikkousvyöhykkeeseen. Seikka, että uraanimalmit usein seuraavat tektonisesti merkittäviä vyöhykkeitä (esim. Beaverlodge-esiintymät Kanadassa) saattaa olla hyvänäkin etsintävihjeenä kvartaaristen irtomaalajien peittämällä peruskallioalueilla, koska kallioperän rakenteelliset piirteet voidaan saada esiin mm. aerogeofysikaalisilla mittauksilla. Jos näiden korrelaattina on heikkokin radioaktiivinen indikaatio on tapaus jo perusteellisen tutkimuksen arvoinen.

Graniittien kiteytymistä lähellä olevassa pegmatiittivaiheessa muodostuu usein myös uraanimineralisaatiota. Näin syntyneiden esiintymien käytännöllinen arvo, yksinomaan uraanin varassa, on parhaissakin tapauksissa ollut kyseenalainen. Sitäpaitsi uraani on niissä useimmiten sitoutunut mineraaleihin, joista sen saanti vaatisi hankalien ja kalliiksi tulevien menetelmien soveltamista.

Geologisiin ajanjaksoihin liittyvien eroosiokausien rapauttavia vaikutuksia uraanin tärkeimmät malmimineraalit ovat kestäneet hyvin huonosti. Kun toriumin tuottavimpina esiintyminä ovat Intian ja Brasilian rannikoilla sijaitsevat monatsiittia sisältävät rantarikasteet, ei vastaavanlaisissa muodostumissa ole yhdessäkään tapauksessa löydetty uraanimineraaleja taloudellista mielenkiintoa herättävissä määrissä. Esimerkiksi pikivälkkeen uraani hapettuu helposti ja muodostaa liukoisia suoloja, jotka vesien mukana kulkeutuvat suurelta osalta valtameriin. Eräissä tapauksissa uraanimineraalien rapautuminen on aiheuttanut primäärimalmien täydellisen

tai syvälle ulottuneen muutoksen sekundäärisiksi malmeiksi. Tunnetuimpia »in situ» rapautuneista esiintymistä on Portugalissa jo tämän vuosisadan alkupuolella tuotannossa ollut Urgeirica sekä Keski-Ranskan massiiviin liittyvät autuniittimalmit. Vasta viime aikoina on Urgeiricassa päästy käsiksi primääriseen mineralisaatioon syvemmällä tasolla. Toisaalta vesiin liuenneet uraanisuolat voivat olla aiheena sekundääristen konsentraatioiden muodostumiseen aivan uusilla alueilla, mm. uraanisuolat voivat rikastua kallio- ja maaperän huokosiin, rakosysteemiin tai painanteisiin haihtumisen tapahtuessa. Nimenomaan tämantapaiset sekundäärisesti syntyneet pesäkkeet kallio- ja maaperässä saattavat aiheuttaa paljon turhaa hälyä ja toiveita malmineitsinnässä, koska sekundääriset uraanimineraalit yleensä antavat hyviä radioaktiivisia indikaatioita. Matkallaan valtameriin tai itse valtameressä uraanisuolat saattavat saostua karbonaattisiin kiviin tai adsorboituvat turvekerrostumiin, fossiileihin tai muihin orgaanisiin aineisiin, jolloin lopputuloksena on syntynyt sedimenttisiä uraaniesiintymiä. Näistä tähän asti huomattavimmat on löydetty laajojen hiekkakivimuodostumien tai hiiltä sisältävien mustien liuskeiden alueilla. Eteläisistä on mainittava pääosaltaan sedimentaatiotietä syntyneet, uraania ja vanadiinia sisältävät karnotiittimalmit USA:n läntisissä valtioissa, missä eräänä johtolankana malmien järjestelmällisessä etsinnässä on ollut vanhojen jokiuomien määrittely Colorado Plateaun alueella. Hiilipitoiset mustat liuskeet ovat alkuaan meriin kerrostuneita liejuja ja organismeja sisältäviä mutasedimenttejä, joihin uraani on siirtynyt merivedestä sopivien P_H-olosuhteiden vallitessa adsorboitumalla tai mikro-organismien välityksellä ym. tavoilla. Mustista liuskeista määrätty uraanipitoisuudet vaihtelevat sangen väljissä rajoissa, yleensä 0.001—0.1 %:n välillä samankin esiintymän puitteissa. Mustien liuskeiden käyttöön ottamiseksi vaikuttavat kuitenkin edullisina tekijöinä esiintymien laajuus ja seikka, että niihin yleensä päästään käsiksi avolouhintamenetelmillä. Mustia liuskeita louhitaan tällä hetkellä, lähinnä koemielessä, Ruotsissa Kvarntorpin alueella sekä USA:ssa Chattanooga esiintymästä. Kaiken kaikkiaan sisältyy mustiin liuskeisiin erittäin suuret määrät uraania, jonka lopullinen panos maailman uraanituotannossa saattaa olla hyvinkin merkittävä.

Maankuoren orogeniavaiheiden aiheuttamissa metamorfoosikentissä aikaisemmat geologiset muodostumat ovat joutuneet monenlaisten muutosten alaisiksi. Mobilisoinnin vuoksi aikaisemmat malmiesiintymien ainekset ovat näissä prosesseissa saattaneet hajaantua suuriin kivilajimassoihin, joissa ne jäävät käytännön kannalta merkityksettömiksi. Tai toisaalta, aikaisempien muodostumien heikot metallipitoisuudet ovat metamorfoosin tapahtuessa konsentroituneet malmeiksi. Kanadan prekambriksen laatan uraanimalmeista ovat varmaan useimmat syntyneet metamorfisesti, mm. v. 1953 löydetty, suuri Blind-river esiintymä, jossa uraanimalmit seuraavat prekambriksen konglomeraattivyöhykkeen poimukaaren ja graniitin kontaktiseutua.

Pohjoismaiden osuus maailman uraanituotannossa rajoittuu toistaiseksi Ruotsin alunaliuskeista saatuun uraaniin. Norjassa kiinnitettiin aluksi toiveita uraanitoriumipegmatiitteihin, mutta tuloksetta. Sen sijaan löytyi uraania Etelä-Norjassa olevasta n. 100 vuotta sitten toimintansa lopettaneesta Modumin pienestä koboltti-kaivoksesta, joka nyt on käynnissä koemielessä. Hyviä lupauksia antava löytö tehtiin viime kesänä Norjan Fin-

Suomen Mineraali Oy:n toiminnasta asbestialalla

Dipl.insinööri YRJÖ GRÖNROS

Dipl.ins. Yrjö Grönros siirtyi tämän vuoden alusta eläkkeelle toimittuaan lähes 39 vuotta Suomen Mineraali Oy:n toimitusjohtajana. Hän on tässä ominaisuudessa tehnyt uraauurtavaa työtä mineraali-teollisuutemme ja erikoisesti asbestiteollisuutemme kehittämiseksi. Toimituksen pyynnöstä on insinööri Grönros kertonut Suomen Mineraali Oy:n tähänastisesta toiminnasta asbestialalla sekä samalla rikkaaseen kokemukseensa nojautuen kertonut asbestiteollisuuden yleisestä kehityksestä sekä alaa koskevista mielenkiintoisista seikoista.

Suomen Mineraali Oy perustettiin huhtikuun 12 päivänä 1917. Aloitteen tekijänä oli Suomen Teollisuuskonttori Oy — nykyinen Telko Oy, — jonka johtaja Gunnar Bengelsdorff oli hyvin aloiterikas. Alussa olivat johtokunnassa valtioneuvos August Ramsay ja hänen veljensä professori Wilhelm Ramsay, insinööri Albert von Julin ja vapaaherra Edvard Cedercreutz. Johtaja

Bengelsdorff oli jo aikaisemmin ollut neuvotteluissa allekirjoittaneen kanssa, joka johtokunnan kokouksessa huhtikuun 19 päivänä 1917 valittiin yhtiön toimitusjohtajaksi.

»Yhtiön toiminnan tarkoituksena on Suomen mineraaliteollisuuden kehittäminen ostamalla, valtaamalla tai vuokraamalla mineraalilöytöjä maassamme ja niillä

markkissa, missä urania on tavattu 0,1% ylittävinä pitoisuuksina syeniitteihin liittyvissä albiittidiabaasijuonissa. Ruotsin peruskallioalueella on urania tavattu aikanaan mm. Bolidenin alueella, missä satunnaisesti on tavattu vähäisiä määriä tucholiittia. Niinikään Alnön alkalikivi-alueella on tavattu vähäistä uraanipitoisuutta, joka sisältynee pyrokloori-nimiseen mineraaliin. Edellä mainittuja myönteisempiä ovat kuitenkin viimeaikojen havainnot, joiden mukaan tucholiittia esiintyy Keski-ruotsin lyijy-sinkkimalmien yhteydessä ja että siellä olevissa karsimalmeissa on tavattu lupaavia merkkejä uraanin mahdollisesti runsaammastakin esiintymisestä. Saatujen indikaatioiden perusteella Keski-Ruotsin alue, ja varsinkin eräiden graniittien kontaktivyöhykkeet joutunevat perusteellisen tutkimuksen kohteeksi jo lähiaikoina.

Niillä lähinnä pegmatiitteihin liittyvillä uraanimineralisaatioilla, joita maassamme on aikaisemmin tutkittu, ei ole käytännön merkitystä. Mutta parempaakin sopii odottaa. Ovathan geologiset olosuhteet mm. Kanadan prekambrisella laatalla monessa suhteessa verrattavissa meillä vallitseviin. Keski-Ruotsin alueella tehtyjä havaintoja voidaan myös pitää meille myönteisinä vihteinä. Kaiken kaikkiaan, edellä esitettyä taustaa vastaan, maamme kallioperä tarjoaa kaikki perusedellytykset kunnollistenkin uraanimalmien esiintymiselle. Tässä tuhteessa mielenkiintoisia kohteita tulevat olemaan erisyyksisesti:

Graniittien kontaktivyöhykkeet

Liuskealueilla olevat siirros- ja ruhjevyyöhykkeet

Mustien liuskeiden vyöhykkeet

Ennestään tunnetut malmialueet, joilla erityisesti olisi mahdollisuus em. hydrotermisten juoniseurueiden esiintymiseen

Syeniittisten ja unakiittisten kivilajien kontaktialueet Blind-river tyyppiset poimuttuneet sedimenttimuodotumat

Sodan jälkeisenä aikana on maailmassa löytynyt hyvän joukon toistakymmentä suurempaa uraanimalmientä, joihin sisältyy tuhansia erillisiä malmeja. Run-

sain sato on korjattu läntisessä USA:ssa, missä tällä hetkellä on toiminnassa n. 550 uraanikaivosta alueella, jonka pinta-ala on n. 80.000 km². Tämä tarumaisesti syntynyt uusi kaivosteollisuus on milteipä sananmukaisesti polkaistu maasta, kun ottaa huomioon, että kyseinen kehitys on vaatinut vain kymmenkunta vuotta. Yritteliäisyys ei ilmeisestikään pysähdy tähän, sillä yksinomaan uraanimalmeihin kohdistuvassa tutkimuksessa toimii USA:ssa n. 500 geologia ja heidän lisäksi suuri joukko muita malminetsijöitä. Lähes yhtä toimeliaita ja menestyksellisiä ovat olleet Kanada ja eräät muut maat uusien uraanilöytöjen tekijöinä. Liikkeelle on nähtävästi lähdetty siinä mielessä, että kysymyksessä on tulevaisuuden energiatuotannolle tärkeä raaka-aine, jonka saannissa oma apu on paras apu. Korkealaatuiset malmit, jotka dimensioiltaan ovat aina enemmän tai vähemmän rajoitettuja, kuluvat ehkä piankin loppuun; mutta samalla myös jalostusmenetelmät kehittyvät ja köyhä malmi, joka vielä tänään on epätaloudellinen, kelpaa ehkä käyttöön jo huomenna. Toisin sanoen, koko se valtava koneisto, jolla uraanimalmien prospektointia ja tutkimusta suoritetaan, on itse asiassa raaka-aineväestöjen suuruus- ja inventointia miespolvien ajaksi eteenpäin. Tältä pohjalta näiden raaka-aineiden tehokkaan etsinnän tarkoituksenmukaisuudesta myös meillä, ei pitäisi olla epäilyksiä. Ei varsinkaan, kun mikään geologinen tosiasia ei tee mahdottomaksi ajatusta jo tällä hetkelläkin ekonomisten esiintymien löytymiseen maassamme.

Summary

In this article an outline of the natural occurrence of uranium and on the major sources of uranium in the world has been given. The review chiefly is based on the material released in Geneva 1955 at the Conference on the Peaceful Use of Atomic Energy. Facts concerning the uranium in Scandinavian formations have been added according to the information represented in fall 1955 at the annual meeting of Mine association of Sweden.

The uranium-bearing prospects studied earlier in Finland have no commercial value. The possibilities to find mineable deposits of uranium in Finland have been shortly discussed in the light of experience in uranium geology as obtained in the shield area of Canada as well as in the zones of pre-cambrian formations in Sweden and Norway.

työskenteleminen samaten kuin mineraalikauppa, mineraalien jalostaminen tai niiden taloudellinen käyttäminen». Näin määriteltiin yhtiön ohjelma.

Tavallisesti perustetaan yhtiö jonkun tiedetyn esiintymän käyttöön, mutta nyt kävi päinvastoin.

Alussa kohdistui huomio pääasiallisesti maasälpään ja kvartsiin, joita siihen saakka oli tuotettu Ruotsista ja saatiinkin maasälpään nähden maamme omavaraiseksi kehityksen mennessä siihen, että tuotannosta suurin osa menee nyt vientiin.

Toiseksi tärkeäksi tuotteeksi muodostui rikkikiisu, sillä maassamme oli rikistä huutava puute. Aluksi, v. 1919, tuotettiin sitä Tipasjärveltä, mutta parhain kiisu saatiin Otravaaralta, josta sitä ryhdyttiin toimittamaan v. 1920, ja jatkuivat toimitukset aina vuoteen 1924 asti. Otravaaran löydöstä saamme kiittää sisaryhtiön Suomen Malmitutkimus Oy:n silloista johtajaa, fil. tohtori Aarne Laitakaria. Kiisua toimitettiin näinä vuosina yhteensä 23.866.197 kg. Tästä määrästä tuli myös pieni osa Liperin Karhussaaresta. Otravaaran kiisu oli kuitenkin parasta, sillä käsittelyn avulla saatiin siitä helposti 40% rikkiä sisältävää kiisua. Työskentely Otravaaralla oli kuitenkin lopetettava, kun Outokumpu ryhtyi tuottamaan rikkikiisua ja hinta laski 7.50 markasta 3.50 markkaan rikkikiisiköltä.

Pääasiaksi yhtiön toiminnalle muodostui Tuusniemen Paakkilan antofylliittiasbestin louhinta ja jalostus. Tämän esiintymän aikaisemmista hyväksikäyttöyrityksistä mainittakoon tässä seuraavaa.

Juojärven seudun sädekiviasbesti oli ollut paikkakuntalaisten keskuudessa jo tunnettu. Niin pitkälle kuin tietoa riittää olivat seudun asukkaat käyttäneet sitä sekä leivin- että saunauunien kivinä. Sen jätteistä oli myös saven kanssa sekoittaen tehty uunien muurauslaastia.

Nämä asbestiesiintymät olivat tulleet laajemmin tunnetuksi vasta rakennusmestari E. Sipilän toimesta, joka oli lähettänyt (luultavasti v. 1898) näytteitä kenraaliluutnantti Johan Fabritiukselle Pietariin. Fabritius oli heti innostunut asiaan ja eräiden ystäviensä kanssa — tohtori C. Mechelin, insinööri Claes Björnberg ja kuvernööri F.G. Björnberg — hän oli v. 1899 perustanut Suomen Asbesti Oy nimisen yhtiön löytöjen hyväksikäyttöä varten. Tämä yhtiö osti Paakkilanniemen tilan Tuusniemeltä.

Löydetty asbesti ei kuitenkaan silloin vastannut odotuksia. Ensimmäinen yrittäjä, jonka kanssa tehtiin louhintasopimus, oli saksalainen Krusenberg, joka yrittikin parina vuotena, mutta epäonnistui ja sanoi sopimuksen irti v. 1905. Uusiakaan yrittäjiä ei vähään aikaan ilmaantunut, joten tilanne näytti toivottomalta. Se parani kuitenkin, kun toukokuun 20 päivänä 1907 pidetyssä yhtiökokouksessa hyväksyttiin 40 vuoden sopimus tunnetun tanskalaisen toiminnan F.L. Smith & Co:n kanssa.

Smith & Co:n toimesta rakennettiin asbestimylly Paakkilanniemen rannalle ja samalla rakennettiin asunto tehtaan isännöitsijälle, tanskalaiselle insinööri Ahlmannille. Louhintatyö pantiin heti alulle. Laatu ei kuitenkaan lopullisesti tyydyttänyt vuokraajaa, vaikka käytävissä olivat parhaat ja helpoimmin saatavissa olevat kuiturikkaat pintakerrokset. Nähtävästi tarkoitus oli käyttää Paakkilan antofylliittiasbestia Smith & Co:n uudessa, Aalborgiin rakennetussa eterniittitehtaassa. Kattolevyjen ja putkien valmistuksessa se ei ole paljon vahvemman krysotiiliasbestin veroinen, vaikkakin sillä on parempi kestävyys sekä happeja että emäksiä vastaan. Samoin sillä on hyvä tulenkestävyys.

Tanskalaisen yhtiön toiminta ei kuitenkaan muodostunut pitkäaikaiseksi. Huhtikuun 25 päivänä 1909 vuokraajan edustaja, insinööri Stenbjörn irtisanoi vuokrasopimuksen päättyväksi vuoden 1910 lopussa. Tanskalaiset purkivat myllyn koneiston ja möivät rakennukset. Lopullisesti Suomen Asbesti Oy hävisi näyttämöltä v. 1917, jolloin sen osakkeet siirtyivät pääasiallisesti tohtori C. Mechelinin välityksellä Suomen Mineraali Oy:lle. Työt Paakkilassa aloitettiin yhtiön toimesta kesällä 1918. Koko sen vuoden tuotanto n. 590 tonnia lähetettiin raakakivenä Saksaan.

Vuonna 1919 ryhdyttiin rakentamaan asbestin jauhamislaitteita Paakkilaan. Neuvonantajana oli Becker & Haag-nimisen asbestiliikkeen johtaja Haag. Sinä vuonna vietiin vielä Saksaan 1,495 tonnia raakakiveä ja kuiduksi jauhettiin 37,000 kg.

Seuraavina vuosina asbestin myynti vaikeutui eikä ollut muuta neuvoa kuin ryhtyä kokeilemaan asbestimme käyttöä eri tarkoituksiin. Kuitu osoittautui sopivaksi etenkin asbestipahvin ja eristysmassojen valmistukseen. Tätä varten ostettiin Saksasta asbestipahvikoneisto ja joulukuun 17 p. 1922 päivätyllä vuokrasopimuksella vuokrattiin Hietaniemessä Helsingissä oleva entisen Sanduddin tapettitehtaan rakennus, joka sijaitsi nykyisellä sankarihautojen paikalla. Paitsi asbestipahvia ryhdyttiin myös valmistamaan erilaisia eristysmassoja Paakkilan asbestista ja Saksasta tuodusta piimaasta.

Vuodet 1923—1925 menivät kokeilujen merkeissä, ja tuotti tehdas tappiota, mutta kaivokset antoivat sen verran voittoa, että työtä voitiin jatkaa. Seuraavina vuosina valmistettiin myös kotimaisesta asbestista ja sementistä hiukan selluloosaa käyttäen n.k. asbestwood-seinälevyjä, joita voidaan sellaisenaan maalata tavallisilla väreillä ja jotka osoittautuivat tulenkestävämmiksi kuin tavalliset n.k. eterniittilevyt.

Vuonna 1927 Hietaniemen asbestitehtaalla ryhdyttiin myös valmistamaan asbestisementtilevyjä, jotka vähitellen ovat kehittyneet yhdeksi tehtaan päätuotteeksi. Raaka-aineena käytettiin Paakkilan kuidun ohella myös ulkolaisia krysotiilikuituja, pääasiallisesti Uralin kuitua. Näistä tehdyt katot ovat säilyneet tähän päivään saakka. Asbestisementtikattolevyissä käytetään tavallisesti n. 15% asbestia ja loput sementtiä.

Asbestiteollisuuden toisessa tärkeässä osassa, eristysmassoissa, tarvitaan myös piimaata. Se, kuten on aikaisemmin mainittu tuotettiin aluksi Saksasta. Sattumalta lähetettiin vuonna 1924 tehtaalle Sippolasta säkillinen märkää maata tutkittavaksi. Säkki pantiin uunille kuivumaan, jolloin sen sisältö rupesi kytämään ja näyte paloi. Tarkastaessa tuhka osoittautui aivan samannäköiseksi kuin tehtaan käyttämä saksalainen piimaa. Allekirjoittanut teki heti tutkimusmatkan Saksaan ja palattuaan osti yhtiölle molemmat silloin tunnetut Sippolan piimaa-alueet, jotka nyt jo ovat pian loppuunkäytetyt. Myös eräs piimaalöytö Oulun läänissä nimittäin Pyhäjärven Vähä-Komujärvi ostettiin ja ryhdyttiin sen kuivattamiseen. Siten saatiinkin n. 40 ha alue hyvää piimaata, joka vuodesta 1926 lähtien on ollut käytössä.

Näiden löytöjen avulla, kun poltto oli vähitellen saatu käyntiin, yhtiö onkin voinut tyydyttää kotimaisen piimaan tarpeen, ja onpa vuodesta 1933 lähtien voitu harjoittaa eristysmassojen vientiäkin. Menekki on kuitenkin kotimaassa viime aikoina lisääntynyt siinä määrin, että olemme parina viime vuonna joutuneet taas tuottamaan piimaata muualta. Myöhemmin on yhtiö vielä ostanut piimaa-alueita Kauhavan Lummukasta sekä vuokrannut ja kuivattanut piimaa-alueita Kalvolan

ASBESTI

Kreikan ja Egyptin historiassa mainitsee jo Plutharkos v. 46 käytetyn asbestia mattojen kutoma-aineena ja lampujen sydäminä. Plinius kertoo v. 79 asbestia käytetyn kääreinä kuninkaallisissa hautajaisissa. Sen jälkeen ei asiasta ole mainintaa historiassa ennen kuin Marco Polon matkakertomuksissa. Hän kertoo noin v. 1250 Itä-Siperiassa käytetyn erikoistarkoituksiin kankaita, jotka kestivät tulta. Asbestituotteiden valmistus oli käsiteollisuutta, pitkäkuituinen asbesti murskattiin huumareissa.

Italian alpeilla olivat asbestiesiintymät tunnettuja jo ainakin keskiajalla. Samoilla paikoilla on nyt m.m. Balan-gesron kaivos, jonka vuosituotanto on n. 20.000 tonnia.

Kyproksen asbesti tuli tunnetuksi n. v. 1700. Siitä oli tehty valkoisia puhtaita kankaita. Seuraavana tuli tunnetuksi Uralin asbesti v. 1720-luvulla. Niihin aikoihin asbestituotteet olivat erikoisia harvinaisuuksia.

Nykyaikainen asbestituotanto pääsi alkuun vasta v. 1877, kun Kanadassa olevat Thetford- ja Coleraine-kaivokset aloittivat toimintansa. Kanadaa seurasivat Ural, Italia ja Kypros.

Tärkein asbestialan raaka-aine on n.k. krysotiili- eli serpentiiniasbesti, joka esiintyy serpentiinikallioihin syntyneissä halkeamissa useimmiten siten, että kuitujen suunta on kohtisuora raon seinämiä vastaan. Mutta löytyy myös kallioperän liikunnoista johtuen n.k. slip-kuitua, joka on yhdensuuntainen rakoseinämien kanssa. Väriiltään vaihtelee krysotiiliasbesti valkeasta hiukan harmahtavaan, keltävään ja vihreähköön. Se on silkkimäinen, hyvin ohut-kuituinen ja tavallisesti taipuisan vahva.

Toiseksi tärkeimmäksi laaduksi on lujutensa ja suuren hapon- ja tulenkestävyytensä takia tullut amfiboliittiryhmään kuuluva n.k. krokidoliittiasbesti, jolla on sininen väri, mikä johtuu korkeasta rautapitoisuudesta. Ensimmäiseen maailmansotaan asti käytettiin asbestiteollisuudessa pääasiassa krysotiiliasbestia, mutta viime aikoina on myöskin amfiboliittilaatujen käyttö lisääntynyt ja näistä ovat kysytyjä etenkin krokidoliitti, joka esiintyy tavallisesti pystykituisena kalliopalkeissa rautarikkaisissa vuorilajeissa. Etelä-Afrikka on tähän asti ollut siniasbestin päätuottajamaa, ja on etenkin n.s. »Cape blue» ollut kysyttyä. Viime aikoina on myöskin Länsi-Austraaliasta ryhdytty toimittamaan krokidoliittiasbestia.

Nämä edellämäinitut kaksi laatua ovat tärkeimmät raaka-aineet asbestisementtilevyjen ja kutomatuotteiden valmistuksessa. Samaan amfiboliitti-ryhmään kuin krokidoliitti kuuluu myös väriiltään harmahtavan vihreä tai ruskeahko amosiittiasbesti, joka esiintyy usein kerrostumina krokidoliitin yhteydessä. Amosiittia käytetään pääasiallisesti erilaisissa lämmöneristyssekoituksissa. Amosiittiasbesti on tavallisesti karkeahkoa ja esiintymät samantapaisia kuin krokidoliitin. Kuidut voivat olla jopa 7" pituisiäkin. Suurin amosiitin tuottaja on myös Etelä-Afrikka. Muuten on Afrikassa muuallakin viime aikoina löydetty kaikkia edellä mainittuja asbestilaatuja.

Vielä luetaan amfiboliittiryhmään kuuluvaksi meillä esiintyvä antofylliittiasbesti. Antofylliittiasbestia löytyy useissa paikoin maapalloa ja on sitä viime vuosina vähäisessä määrin louhittu USA:ssa, Etelä-Afrikassa ja Uralissa. Suomi on tällä alalla ollut kuitenkin tähän asti ensimmäisenä. Antofylliittiasbesti esiintyy n.k. sädekimuodostumissa verrattain pieninä linsseinä. Asbestikuituprosentti on korkea nousten 50 %:iin asti. Kuitu on kuitenkin jokseenkin heikko ja talkkipitoinen ja jauhautuu helposti lyhyeksi. Sen tähden ei sitä voi suositella kudonnaisten, ulkokattojen ja paineputkien, mutta kyllä asbestipahvin ja asbestwood-seinälevyjen valmistukseen, samoin kuin erilaisiin lämpöä ja ääntä eristäviin tarkoituksiin. Se on myöskin sopiva erilaisiin sekä muovi että Sorel-sementtisekoituksiin.

Näiden edellä mainittujen asbestilaatujen analyysit vaihtelevat W.E. Sinclairin mukaan keskiarvoltaan seuraavasti:

	Krysotiili	Krokidoliitti	Amosiitti	Antofylliitti
SiO ₂	41.17	52.59	49.80	56.87
Al ₂ O ₃	1.29	—	2.55	2.28
FeO + Fe ₂ O ₃	2.25	39.47	35.95	7.25
MgO	40.72	—	4.33	28.60
CaO	0.20	—	2.81	1.14
Na ₂ O + K ₂ O	0.10	4.00	0.45	0.41
H ₂ O	14.78	4.02	2.92	2.42

Paakkilan antofylliittiasbestin analyysi on Karl Franklin mukaan seuraava:

SiO ₂	62.02 %
Al ₂ O ₃	2.08 »
FeO	3.54 »
MgO	27.20 »
CaO	0.71 »
H ₂ O	5.04 »

Mitä etenkin krysotiiliasbestin luokitteluun tulee, niin seurataan siinä tavallisesti Kanadan luokittelua. Tuotteet jaetaan kahteen ryhmään: jauhamattomaan, tavallisesti ennakkolta erotettuun »Crude» laatuun ja jauhettuun asbestiin. Kuidun pituus määrää hinnan. Laatu määrätään tavallisesti kanadalaisella standardiseulalla tiettyjen ohjeiden mukaan. Laitteessa on kolme seulaa, joiden aukot ovat 12.7 mm, 4.75 mm ja 1.35 mm. Seulottava määrä on 16 unssia. Seulontatulokset ilmoitetaan 4:llä peräkkäisellä numerolla, joista kolme ensimmäistä ilmoittaa, montako unssia kuitua on jäänyt eri seulalle suurisilmäisimmästä alkaen, ja neljäs sen määrän, joka on mennyt viimeisen 1.35 mm aukoilta varustetun seulan läpi. Kuitu on sitä arvokkaampaa mitä suurempia seulomistuloksen ensiluvut ovat.

Krysotiililaadun Kanadan fob-kaivoshinnat v. 1955 lopulla olivat seuraavat:

Crude No 1 I 3/4» tai pitempi	£ 1,100—1,500 pr 2000 lbs
» No 2 II 3/8» — 3/4 »	500—1,000 » » »
Jauhettu III 0 — 8 — 6 — 2 tai parempi	350— 575 » » »
» IV 0 — 1,5 — 9,5 5—5 » »	170— 225 » » »
» V 0 — 0 — 8 — 8 » »	110— 140 » » »
» VI 0 — 0 5 — 11 » »	82— 100 » » »
» VII 0 — 0 — 1 — 15 » »	38— 75 » » »

Kotimaisen antofylliitin luokituksessa n.k. Prima vastaa Kanadan laatua III, meidän A vastaa luokkaa V ja n.k. Tomu Kanadan luokkia VI ja VII.

Etelä-Afrikan krysotiililaadut myydään kanadalaisen luokittelun mukaan. Amfiboliittilaadut myydään vielä pääasiallisesti näyttöiden perusteella.

Koko maailman asbestituotanto on viime aikoina kasvanut nopeasti ja oli jo vuonna 1955 noin 2 milj. tonnia.

Suurimpana tuottajana on Kanada, jonka krysotiiliasbesti nousi v. 1955 yli yhden miljoonan tonnin sen oltua 1952 843,078 tonnia. Suurimpana kuluttajamaana onkin naapurin, Amerikan Yhdysvaltojen asbestiteollisuus. Tä-

hän suureen kasvuun on etenkin vaikuttanut toiminimi Johns Manvillen uudet laitokset Jeffrey-kaivoksilla.

Toiseksi suurin tuottajamaa lienee Neuvostoliitto ja sieltä Uralista olemme viime vuosina saaneet suurimman osan tarvitsemastamme krysotiiliasbestistä. Neuvostoliiton tuotannosta ei kuitenkaan ole käytettävissä tarkempia numerotietoja.

Kolmannella tilalla on Etelä-Afrikka ja sen lähimmät pohjoisessa olevat naapurimaat. Sieltä tuotetaan paitsi krysotiilia myöskin krokidoliittia ja amosiittia. Tämän alueen tuotanto nousi v. 1955 noin 250.000 tonniin. Vuonna 1952 oli tuotanto 231.729 tonnia.

Lintumaalla. Kotimaisen piimaan vuosituotanto on ollut 1000-1500 tonnia riippuen sääsuhteista.

Vuosien 1929—1930 pulakausi aiheutti myös yhtiölle suuria vaikeuksia. Hietaniemen vuokrasopimusta ei voitu jatkaa, sillä tehdas sijaitsi kaupungin maalla ja sellaisella alueella, joka oli päätetty järjestää hautausmaaksi. Näin ollen jouduttiin tehdas kiireesti muuttamaan uuteen paikkaan, Tapanilaan, siellä aikaisemmin hankitulle tontille. Ensimmäinen tehdasrakennus uudessa paikassa saatiinkin valmiiksi niin, että muutto voitiin lopullisesti suorittaa vuoden 1930 lokakuussa.

Taloudellinen lamakausi jatkui seuraavanakin vuonna. Asbestin y. m. mineraalien vienti tyrehtyi melkein kokonaan. Oman tehtaan kulutus onneksi kasvoi niin, että kaivokset voitiin pitää käynnissä neljänä päivänä viikossa. Tähän vaikutti osaltaan myöskin silloisen Amfibolit Oy:n asbestijätteen käyttö soodauunin kivien valmistukseen. Myöskin kotimaiset kattohuopatehtaat alkoivat käyttää asbestijätettä kattohuovan valmistuksessa.

Seuraavina vuosina taloudellinen tilanne parani ja yhtiön toiminta laajeni vastaavasti etenkin asbestialalla.

Vuonna 1932 löytyi Petsamossa Pilgujärven rannalla lähellä Kaulatunturia krysotiili-asbestiesiintymä. Sitä löytyi myöskin Petsamon Nikkeli Oy:n kaivoksen sivukivissä. Paikkakunnan syrjäisen aseman vuoksi ei silloin katsottu olevan taloudellisia edellytyksiä kaivostöiden aloittamiseen.

Vuonna 1933 rakennettiin Sippolaan piimaan jalostuslaitos ja Paakkilaa uusi voimalaitos ja asbestimylly.

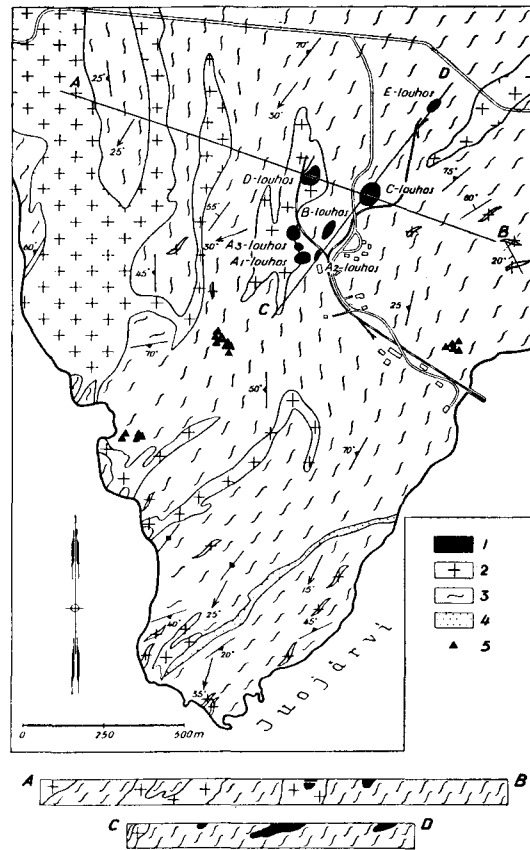
Vuonna 1936 laajennettiin myös Tapanilan tehdasta rakentamalla sinne uusi kolmikerroksinen asbestitehdas. Vanhaan tehdasrakennukseen järjestettiin eristysmassojen ja eristystiilien valmistus. Samana vuonna rakennettiin myös uusi konttorirakennus asbestilevyjä käyttäen. Vuonna 1938 ryhtyi yhtiö myöskin tekemään asbestiriiskutuksia.

Suotuisa kehitys jatkui aina vuoteen 1939 saakka, jolloin puhjennut maailmansota ja talvisotamme muuttivat tilanteen. Vuonna 1940 lyhyt rauhanaika ei parantanut asemaa. Amfibolit Oy:n Makslahden tehdas joutui Neuvostoliiton haltuun.

Jatkosodan aikana saatiin kyllä tilauksia etenkin ulkomaan vientiä varten. Vaikeutena oli kuitenkin se, että paras työväki joutui rintamalle samoin kuin suurin osa autoista. Voidaksemme tyydyttää kasvavaa asbestin kysyntää rakennettiin Kuusjärven Maljasalmelle uusi asbestimylly, joka saatiin käyntiin v. 1941 ja jauhettiin siellä seuraavina vuosina asbestia yhteensä n. 16.000 tonnia. Kuitu oli kumminkin laadultaan lyhyempää kuin Paakkilassa. Maljasalmella siirryttiinkin sen takia pääasiassa käsittelemään vieressä olevan Kinttumäen talkkia sekä hiekkaa kattohuopatehtaita varten.

Paljon tehtiin yhtiön kaivoksissa ja tehtaissa uudistuksia ja laajennustöitä, sillä etenkin erilaisten asbestituotteiden myynti melkein kaksinkertaistui sodan edelliseen aikaan verrattuna. Vuonna 1941 ryhdyttiin Tapanilan tehtaassa valmistamaan myös asbestilankaa ja -kudonaisia, vaikkakin hyvästä, näihin tuotteisiin tarvittavasta kuidusta oli huutava puute. Tätä uutta toimintaa varten hankittiin silloin saatavissa oleva koneisto, ja Tapanilan tehtaan päärakennus korotettiin nelikerroksiseksi.

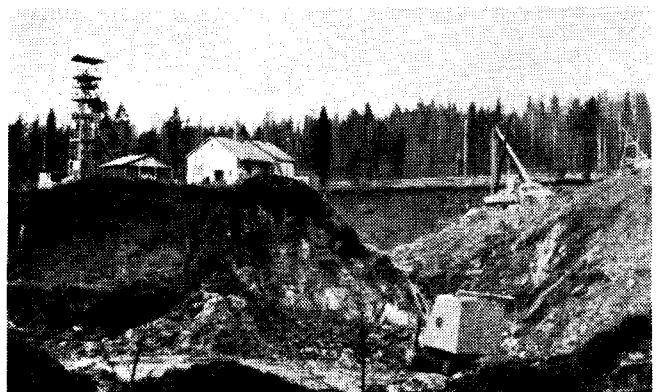
Suursodan päätyttyä yhtiön vientiä kohtasi aluksi vaikeudet, kun sodan aikainen pääostajamme Saksa jäi pois markkinoilta. Onneksi saatiin vienti suuntautumaan muualle ja kotimainenkin kulutus kasvamaan.



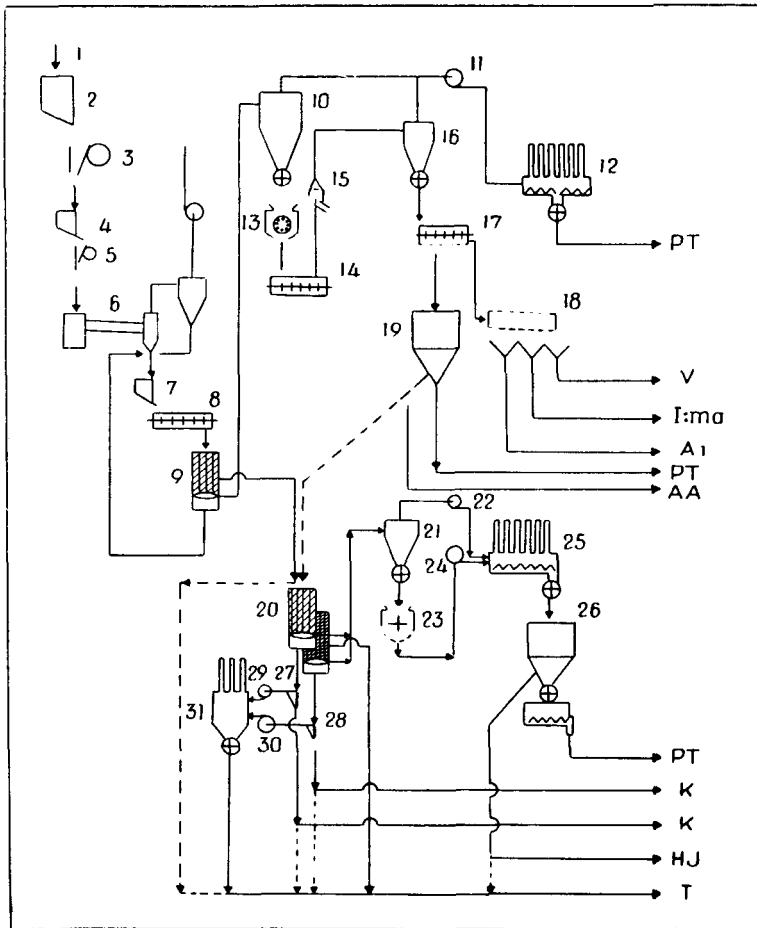
Kuva 1. Paakkilan alueen geologinen kartta geologi M. Suilan mukaan. 1) Asbestikallio 2) Graniitti 3) Biotiittigneissi 4) Kvartsiitti 5) Asbestipultereita.

Paakkilan asbestimylly uusittiin vuonna 1948. Silloin työskenneltiin siellä pääasiallisesti maanpäällisissä asbestilinsseissä, jotka ylläolevaan karttaan on merkitty kirjaimin A, B, C, D ja E.

Timanttiporauksen avulla oli kuitenkin saatu yhä uusia linssejä esille, pääasiallisesti A-kaivoksen kohdalla. Sentähden ryhdyttiin vuonna 1951 valmistelevaan kullua maanalaista louhintaa varten. Se onkin nyt 99 metriä syvä, perä on valmis, ja kaivoksessa louhitaan jo asbestia.



Kuva 2. Paakkilan A-kaivos.



Kuva N:o 3. Paakkilan myllyn kaavio

- 1) Vaunuilla tuodaan kivi kaivoksista
- 2) Siilo
- 3) Leukamurskain
- 4) Siilo
- 5) Leukamurskain
- 6) Pyörivä uuni
- 7) Siilo
- 8) Jumbo-mylly
- 9) Kaksipuolinen seulalaite imureineen
- 10) Sykloni
- 11) Imuri
- 12) Ilman puhdistaja
- 13) Desintegraattori
- 14) Kuidun aukaisija
- 15) Imuri
- 16) Sykloni
- 17) Lajittelija
- 18) Pyörivä seula
- 19) Plathin ilmalajittelija
- 20) Kaksipuolinen seulalajittelija imureineen
- 21) Sykloni
- 22) Imuri
- 23) Vasaramylly
- 24) Puhallin
- 25) Ilman puhdistaja
- 26) Plathin ilmalajittelija
- 27) Imuri
- 28) Imuri
- 29) Puhallin
- 30) Puhallin
- 31) Ilman puhdistaja

Paakkilan myllyn keskus paloi 23. 2. 1952. Se saatiin kuitenkin osittaiseen käyntiin parin kuukauden kuluttua. Tämän jälkeen ryhdyttiin suunnittelemaan uutta myllylaitosta oheisen kaavion mukaan:

Yhtiön tuotannon selkärankana onkin ollut oma antofylliittiasbesti ja sitä on ollut pakko käyttää välistä kaikkiin tuotteisiin, sillä krysotiilikuitua sen paremmin kuin muitakaan laatuja ei ole ollut aina saatavissa sotien vuoksi. Vasta vuodesta 1948 on Uralin asbestia ruvettu saamaan säännöllisesti, ja se onkin ollut välttämätöntä asbestisementtituotteisiin. Kutomatuotteita varten olemme käyttäneet myös Kanadan ja Etelä-Afrikan asbestia.

Paakkilan asbestituotanto on yhteensä n. 150.000 tonnia erilaisia laatuja, joista puolet lyhyttä asbestia. Tämän lisäksi tulee, kuten kerrottu, Maljasalmen asbestituotanto n. 16.000 tonnia yksinomaan lyhyitä laatuja. Malmia on Paakkilassa louhittu yhteensä n. 342.846 tonnia, maata poistettu 250,739 tonnia ja raakua 127.878 tonnia eli yhteensä siis n. 721.462 tonnia.

Paakkilan asbestituotanto on viime vuosina kohonnut korkeintaan noin 8.000 tonniin. Uuden myllyn avulla voidaan kohottaa tuotanto n. 50 %:lla. Tulos riippuu kuitenkin kiven laadusta.

Tapanilan asbestitehtaan tuotanto on viime vuosina noussut noin 20.000 tonniin, mutta määrään on silloin laskettu myöskin v. 1949 perustetun maasälpämyllyn tuotanto n. 3.000 tonnia vuodessa. Tapanilan tehtaan tähänastinen tuotanto voidaan laskea yhteensä noin 240.000 tonniksi.

Tapanilan asbestitehtaan alue on tuotannon lisääntyä osoittautunut liian ahtaaksi.

Tämän alan kehitys on viime aikoina ollut hyvin nopea, ja kasvavan kysynnän vuoksi on päätetty perustaa uusi uudenaikainen eterniittitehdas Lohjan pitäjän Muijalan pysäkin lähelle. Paikalla on sitä varten hankittu sopiva radan varrella oleva tontti.

Tärkeätä olisi saada kotimaasta myös krysotiilikuitua. Jonkinlaisia edellytyksiä tuntuu siihen olevan Lapin serpentiinialueella, jolla yhtiö viime vuosina on tutkinut eräitä krysotiiliesiintymiä. Paakkilan antofylliittiä silti tarvitsemme mutta ikävä on jos käy niin kuin on tähän asti käynyt sotien tähden, että tuotantomme on melkein puoleksi toimiajaksi jäänyt pelkän antofylliittiasbestin varaan. Tämä laatu on kyllä paras ja halvin muutamiin asbestialan tuotteisiin, mutta ei ole kyllin vahva kutomaeikä kaikkiin sementtialan valmistuksiin, kuten edellä on usein tullut mainituksi.

Haluan tässä yhteydessä vielä kiitollisuudella mainita professori Leonard Borgströmin, professori Aarne Laitakarin ja vuorineuvos C.G. Herlitzin, jotka aina auliisti ovat antaneet tukensa yhtiön toiminnalle, ja joista ensinmainittu kuolemaansa asti oli johtokunnan jäsenenä.

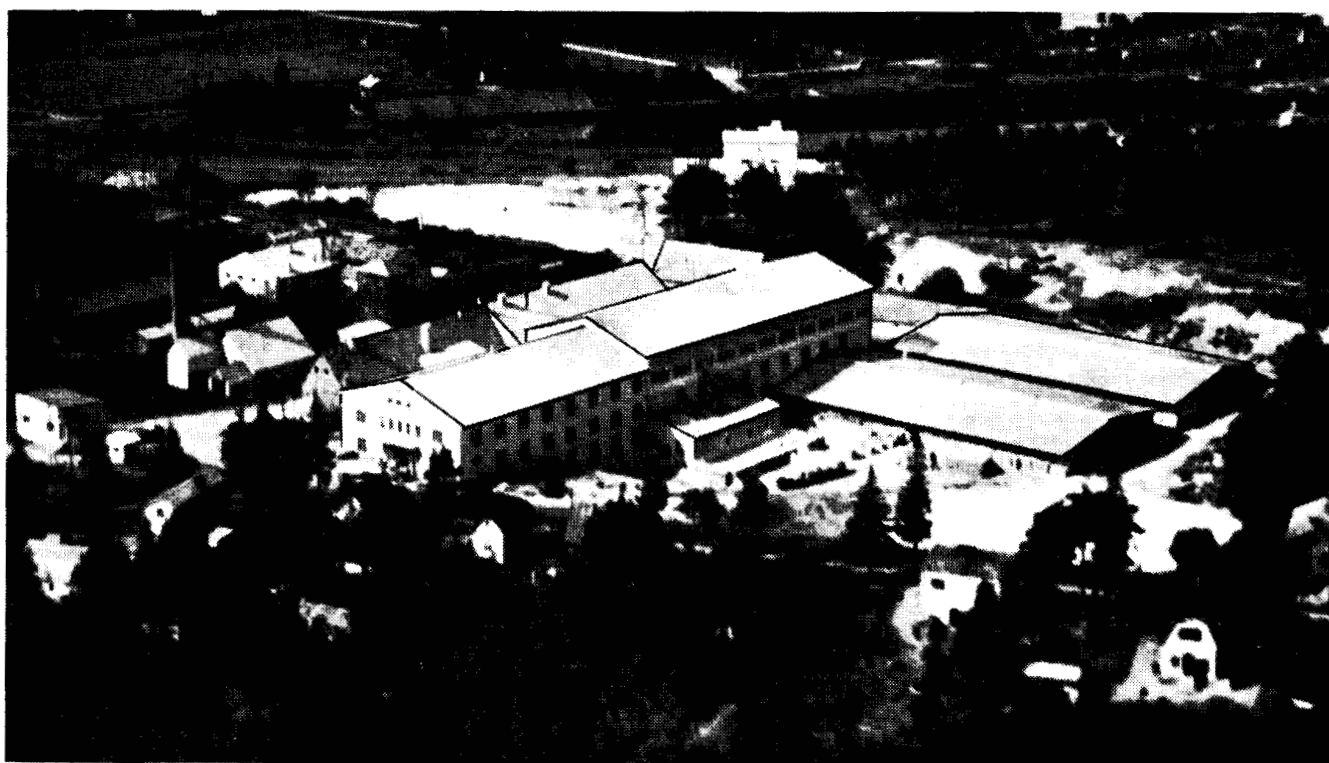
Tahdon samalla kiittää etenkin vuori-insinöörejä K. Niemistä ja P. Pesolaa heidän työstään yhtiön viimeaikaisen teknillisen kehittämisen alalla.

Summary.

The author relates the development of the firm Suomen Mineraali Oy, which was established in 1917 for mining and enrichment of nonmetallic minerals. The article describes essentially the activity of the firm within the asbestos field and gives also a general review of the deposits and technical properties of the asbestos.



Kuva N:o 4. Paakkilan mylly.



Kuva N:o 5. Tapanilan tehdas.

JAUHATUSTULOSTEN ARVIOIMISESTA BOND'in TEORIAN MUKAAN

Dipl.ins. KYÖSTI KITUNEN

Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö, Lappeenranta

Jauhatus-teorioista

Noin 90 vuotta sitten esitti Rittinger 1), että murskaustyö on suoraan verrannollinen syntyneeseen pinta-alaan. Toisena murskaustyötä koskevana teorianä ilmestyi noin 20 vuotta edellisen jälkeen Kick'in 2) laki, joka sanoo, että murskaustyö on kääntäen verrannollinen syntyneiden kappaleiden tilavuuteen. Vuonna 1952 esitti Bond 3) murskauksen ja jauhatuksen kolmannen teorian, joka toteaa, että käytetty kokonaistyö on kääntäen verrannollinen tuoterakeiden halkaisijan neliöjuureen.

Jos D merkitsee keskimääräistä raekokoa ja A murskaustyötä, niin voidaan nämä lait esittää muodossa:

$$\begin{array}{ll} \text{Rittinger} & A = f(D^2) \\ \text{Kick} & A = f(D^3) \\ \text{Bond} & A = f(D^{2.5}) \end{array}$$

Bond'in teoria on siis kahden edeltäjänsä keskiläisissä.

Näitä murskaus- ja jauhatustyötä koskevia teorioita on viime vuosina käsitelty huomattavan usein alan kirjallisuudessa 4—7). Vaikka Bond'in teoriaa ei ole fyysikaalisena jauhatusteorianä tunnustettu yleisesti oikeaksi, on sen kaavojen käyttö jauhatuskäytännössä saavuttanut suosiota. Syynä tähän on se, että teoria sisältää tähän saakka ainoat käytännön jauhatuskäytännön hyvin soveltuvat kaavat.

Laskelmien suorittamista varten kirjoitetaan Rittinger'in laki muotoon

$$A = C_1 \left(\frac{1}{D_2} - \frac{1}{D_1} \right)$$

ja Kick'in laki muotoon

$$A = C_2 \lg \frac{D_1}{D_2}$$

A = murskaamiseen tarvittu työ

C₁ ja C₂ = vakioita

D₁ = keskimääräinen raekoko ennen murskausta

D₂ = keskimääräinen raekoko murskaamisen jälkeen.

Keskimääräisen raekoon selvittämiseen ovat tutkijat tunteet suurta mielenkiintoa, ja mm. Feifel on käsitellyt sitä huomattavan perusteellisesti 8). Sen määrittämisessä on kuitenkin vaikeuksia. Esimerkiksi Taggart 9) antaa kolmesta eri kaavasta keskimääräisen raekoon laskemiseksi. Jokainen niistä antaa erilaisen tuloksen, siis kaksitoista niistä on varmasti väärää. Jos yksi on oikea, niin mikä niistä?

Teorioiden sisällön perusteella edellyttää Rittinger'in laki ominaispinnan mukaan lasketun ja Kick'in laki rakeiden tilavuuden (painon) mukaan lasketun keskimääräisen raesuuruuden käyttöä.

Bond'in yhtälö kuuluu:

$$W_i = W \cdot \frac{\sqrt{x_1}}{\sqrt{x_1} - \sqrt{x_2}} \cdot \sqrt{\frac{x_2}{100}}$$

W_i = Work index

W = tehontarve kWh/short ton (907 kg) jauhattaessa lähtöarvosta 80 % alle x₁ arvoon 80 % alle x₂ x₁ ja x₂ = seulojen nimellisarvot mikroneissa

Bond'in kaava ei sisällä keskimääräistä raesuuruutta, vaan määrittelee Bond sekä syötteen että tuotteen raesuuruuden käyttämällä Taggart'in 10) ehdottamaa 80 %:n läpäisykokoa eli sen seulan nimellisarvoa, jonka 80 % tavarasta läpäisee.

Voidaan luonnollisesti asettaa kysymyksen alaiseksi, onko tämä 80 %:n läpäisykokoa oikea arvo luonnehtimaan

murskan tai jauheen raesuuruutta. Rosin, Rammler, Sperling'in 11) raesuuruuden jakautumista esittävään eksponenttilakiin nojautuen esittää Anselm 12) läpäisyprosenttia 63,2 vastaavan koon luonteensuureimmaksi raesuuruuden jakautumiselle, koska näiden rakeiden osuus painon mukaan laskettuna on suurin.

Bond'in teoria edellyttää murskan tai jauheen raesuuruuden jakautumista esittävän integraalikuvaajan log.-paperilla suoraksi, jonka kulmakerroin on 1/√2 eli noin 0,707. Jos syötteen ja tuotteen kuvaajat ovat yhden-suuntaiset ja tosiaankin suorat, jää virhemahdollisuudeksi vain poikkeamat mainitusta kulmakertoimesta. Mutta jos 80 %:n läpäisykokoa sattuu kuvaajaan useimmiten kaartuvan yläpään kohdalle ja varsinkin jos kuvaajilla on eri kulmakertoimet suoralla osallaan ei 80 %:n läpäisykokoa ole riittävä luonnehtimaan raesuuruuden jakautumista. Tällöin kirjoitetaan Bond'in yhtälö muotoon

$$W_i = W \cdot \frac{\sqrt{R}}{\sqrt{R} - 1} \sqrt{\frac{x_2}{100}}$$

jossa R = murskaussuhde.

Murskaussuhteen kohdalla ei käytetä 80 %:n läpäisykokojen mukaan laskettua suhdetta, vaan 90, 70, 50, 30 ja 10 %:n läpäisykokojen mukaan laskettujen murskaussuhteiden keskiarvoa.

Jos jossakin murskaus- tai jauhatustapauksessa tunnetaan W, x₁ ja x₂, voidaan W_i laskea Bond'in kaavasta. Kun W tarkoittaa kokonaisuudessaan tehtyä työtä, on W_i sekä aineen murskausvastukseen että murskauslaitteen mekaaniseen hyötysuhteeseen verrannollinen luku, joka on sitä suurempi mitä vaikeammin murskautuvaa tai jauhautuvaa aine on.

Kolmanteen teoriaan liittyen on julkaistu luettelo 13), joka sisältää yli tuhannen kivinäytteen W_i-arvot. Work index voidaan myös laskea täysin määrättyllä tavalla laboratoriomittakaavassa suoritettujen jauhautuvuus tutkimusten perusteella. Näin on määrätty mm. useiden suomalaisten kivinäytteiden jauhautuvuus 14).

On luonnollista, että ensi sijassa käytetään sellaisia laskumenetelmiä, joihin tarvittavat numerotiedot ovat saatavissa, ja tämä on yhtenä syynä Bond'in teorian saavuttamaan suosioon.

Bond'in kaavan mukaan lasketaan murskauksessa tai jauhatuksessa tarvittava kokonaistyö. Tästä seuraa, että W_i sisältää myös käytetyn koneen tai laitteen mekaaniset häviöt. Kiesskalt 15) jakaa jauhatuksessa käytetyn työn seuraavasti:

$$A = A_0 + R + H + V + M + D + P$$

A = kokonaistyö = Bond'in yhtälön W

A₀ = fyysikaalinen eli ihannemurskaustyö

R = hankaustyö } jauhinkappaleisiin ja jauhettavaan

H = nostotyö } aineeseen kohdistuneet työt

V = mahdollinen tuuletustyö

M = mekaaniset häviöt vaihteissa, laakereissa j.n.e., suuruus 10 — 50 % A:sta

D = elastisiin muodonmuutoksiin kulunut työ

P = fyysikaaliset vaikutteet, esim. ääni, sähkövaraukset.

Näistä R ja H yhdessä M:n kanssa muodostavat suurimman osan työstä A. Summa R + H muodostaa olennaisen jauhatustyön, ja on summa verrannollinen myllyn kierroslukuun, jauhinta-asteeseen määrään sekä jauhettavan aineen määrään ja hienouteen. Kokeet ovat osoittaneet, että R + H on suoraan verrannollinen jauheen ominaispinnan neliöön, siis

$$R + H = f(D^4)$$

Taulukko 1

Ihalaisten kalkkikiven, amfiboliitin ja felsiitin jauhautuvuus ja work index

Kivilaji	Jauhautuvuus G _b VTT				Jauhautuvuus G _b A-C				Work index			
	28 mesh	48 mesh	100 mesh	200 mesh	28 mesh	48 mesh	100 mesh	200 mesh	28 mesh	48 mesh	100 mesh	200 mesh
Kalkkikivi	13.7	7.75	4.21	2.39	9.03	5.11	2.78	1.58	6.4	7.2	8.4	9.5
Amfiboliitti	4.36	3.04	2.12	1.42	2.88	2.00	1.40	0.94	17.1	16.0	14.9	14.4
Felsiitti	5.11	3.50	2.25	1.38	3.37	2.31	1.48	0.91	15.1	14.2	14.3	14.9

Kieskalt'in varsinaista jauhatustyötä koskeva kaava jättää m.m. suuruudeltaan vaihtelevat mekaaniset häviöt pois. Kaavan sisältämä osatyö on verrannollinen keskimääräisen raekoon neljänteen potenssiin, ja koskee D:n määräämistä sama huomautus kuin Rittinger'in lakiin perustuvien laskelmien D:tä. Smekal 16) on murskauksen teoriaa tutkiessaan päättänyt tulokseen, että yksinkertaista ja yleispätevää murskaustyötä koskevaa lakia ei ole olemassa, mihin on syynä mm. kappaleiden epähomogeenisuus ja epäsäännöllinen muoto. Tältä kannalta katsoen on käytännön tarkoituksia varten tavoitteena lähinnä pidettävä yksinkertaisen ja luonnollisesti mahdollisimman tarkan laskumenetelmän kehittämistä.

Bond'in teoria eli work index-menetelmä on ensimmäinen käyttökelpoinen, laajaan tutkimusaineistoon perustuva laskumenetelmä, joskin on myönnettävä, että se sisältää eräitä epätarkkuuksia.

Ihalaisten kalkkikiven jauhautuvuus ja work index

VTT:n jauhautuvuustutkimuksissa 14) on Ihalaisten puhtaalle kalkkikivelle, amfiboliitille ja felsiitille saatu taulukossa 1 esitetyt arvot (G_b VTT). Jotta nämä arvot soveltuisivat suoraan Bond'in yhtälöihin, on ne kerrottava luvulla 0,66. Taulukossa on esitetty myös nämä korjatut jauhautuvuuksien arvot (G_b A-C) sekä näistä lasketut work index'in arvot.

Work index lasketaan Bond'in yhtälöstä

$$Wi = 0,8 \cdot \frac{20}{(G_{b \times g})^{0,820}} \cdot \sqrt{\frac{x_g}{100}}$$

- Wi = Work index
- 0,8 = käsitteeseen 80% — seula x liittyvä luku
- 20 = kokemusperäinen luku, joka sitoo kaavan märkäjauhatukseen 7 1/2 jalan läpimittaisessa kuulamylyssä suljetussa piirissä mekaanisen luokittelijan kanssa kiertävän kuormituksen ollessa 250 %, tai märkäjauhatukseen 6 jalan läpimittaisessa tankomylyssä avoimessa piirissä
- x_g = jauhautuvuuskokeissa käytetyn seulan nimellisarvo mikroneissa
- G_{b x g} = kuulamylyllä määrätty jauhautuvuus gramoissa kokeessa käytetyn seulan nimellisarvon ollessa x_g
- 0,820 = jauhautuvuuskuvaajain keskimääräinen kulmakerroin log.paperilla

Kalkkikiven work index kasvaa jauhatuksen tullessa hienommaksi. Todennäköisesti helpon lohkeilevuuden vaikutus vähenee pienempiin raesuuksiin siirryttäessä, jolloin jauhautuvuus alenee nopeammin kuin raesuuruus edellyttää. Keskimääräinen jauhatushienous Ihalaisissa on 80% alle 60 mikronia. Taulukon 1 arvosta ekstrapoloimalla saadaan tässä hienouudessa Wi:n arvoksi 10. Käytännössä on Wi ollut Ihalaisissa keskimäärin 14. Kalkkikiven seassa on kuitenkin noin 8% amfiboliittia ja felsiittiä, joiden yhteiseksi Wi:n arvoksi voidaan taulukon 1 mukaan ottaa 15 eri hienouksiin jauhettaessa. Tämän epäpuhtaan kalkkikiven Wi:n arvoksi jauhettaessa hienouteen 80 % alle 60 mikronia saadaan laskemalla komponenttien Wi:n arvoista 10.4.

Käytännössä saatu arvo 14 on huomattavasti suurempi kuin laskettu arvo 10.4. Todennäköisinä syinä tähän voidaan mainita:

1. heterogeeninen syöte, pehmeän kivilajin seassa oleva kova kivilaji vaikuttaa seoksen jauhautuvuuteen enemmän kuin sen oma jauhautuvuus edellyttää,
2. jauhatuspiiri ja myllyt eroavat Bond'in kaavan edellyttämistä, jolloin jauhautuvuuksista lasketun Wi:n ei tarvitse välttämättä olla sopusoinnussa käytännössä saadun Wi:n kanssa. Ainoastaan tankomylly täyttää teorian asettamat ehdot, mutta sen osuus jauhatukseen käytetystä työstä on alle 20 %, joten kokonaistuloksiin sen vaikutus on huomattavan pieni.

Jauhatus tankomylyssä

Viime vuosina on tankomylly tullut hyvin suosituksi niiden kokeilujen ansiosta, joita on suoritettu Amerikassa 17-23). Pääpiirteinä tässä tankomyllyn uudessa käyttötavassa paremminkin hienomurskaimena kuin jauhatuskoneena ovat:

- korkea kierrosluku, noin 80 % kriittisestä syötteen karkeus alle 3/4 tuumaa huomattavan suuri syöttö.

Ihalaisten kalkkikiven jauhatuspiiriin asennettiin 6 x 12 jalan tankomylly »vanhentuneessa asussa» vuonna 1950. Myllyn kierrosluku oli 42 % kriittisestä, tankotäyte oli 12,5 tonnia 75 mm:n läpimittaisia tankoja. Myllyn kierrosluku on nostettu 65 %:iin kriittisestä kierrosluvusta ja tankotäyte 20 tonniin. Tehtyjen muutosten samoin kuin eräiden muiden jauhatukseen liittyvien tekijöiden vaikutus näkyy hyvin work index'in arvosta.

Eräitä jauhatustuloksia on esitetty taulukossa 2. Arvot perustuvat pistonäytteisiin. Kun syöttö on ollut alle 45

Taulukko 2

Kalkkikiven jauhatustuloksia 6 x 12 jalan tankomylyssä

N:o	Myllyn kier.luku % kriit.	Tankotäyte ton.	Syöttö ton/h	Voimankulutus kWh/ton.	Mursk. suhde n 80 %	Tuotteesta 80 % alle koon, mm.	Wi
1	42	12,5	21	4,30	19	0,95	15,7
2	»	15,0	33	2,85	11	1,60	14,8
3	»	15,5	42	2,24	8	2,30	15,1
4	65	14,0	34	3,01	28	0,64	8,4
5	»	14,5	41	2,73	4,5	1,00	14,9
6	»	»	70	1,60	3	1,60	13,6
7	»	14,8	51	2,26	12	0,90	8,8
8	»	16,0	52	2,33	13,5	1,10	9,5
9	»	»	70	1,73	12	1,60	8,8
10	»	20,0	48	2,50	12,5	0,95	9,4
11	»	»	60	2,00	11	1,10	7,1
12	»	»	76	1,58	13,5	1,55	7,1

ton/h, on luvuille saatu vahvistus jatkuvassa jauhatuksessa analyysien keskiarvojen muodossa. Suuremmilla syötyöillä ei jatkuvaan jauhatukseen ole päästy muun osan jauhatuspäästä ollessa kapasiteetiltaan riittämätön.

Bond'in yhtälö edellyttää, että murskatun ja jauhetun aineen raesuuruuden jakautumista esittävän integraalikuvaajan kulmakerroin log.paperilla on $1/\sqrt{2}$ eli n. 0,707. Tankomylyssä jauhetulle Ihalaisten kalkkikivelle tämä arvo sopii suhteellisen hyvin, mutta mylyn syötteen seula-analyysin kuvaajan kulmakerroin vaihtelee huomattavasti. Tämä vaikuttaa jauhatustuloksista laskettuun work index:iin, koska erilaisesta raesuuruuden jakautumisesta huolimatta 80 %:in läpäisykoko voi olla sama. Taulukossa 3 on esitetty vertailun vuoksi taulukon 2 kokeiden 7—12 keskimääräisen murskaussuhteen mukaan lasketut Wi-arvot.

Taulukko 3

Kalkkikiven jauhatustuloksia 6 x 12 jalan tankomylyssä

N:o	Murskaussuhde						Wi
	n ₈₀	n ₇₀	n ₅₀	n ₃₀	n ₁₀	nk.a.	
7	15,5	8,4	6,1	6,0	12,4	9,7	9,1
8	15,0	10,3	8,4	8,2	14,5	11,3	10,0
9	13,6	9,4	6,2	6,1	9,8	9,0	9,4
10	17,8	8,3	6,8	7,8	14,5	11,1	10,0
11	15,0	7,2	5,9	6,3	10,0	9,1	8,7
12	15,5	9,2	6,5	6,0	9,0	9,2	8,5

Taulukon 3 Wi-arvot ovat kaikki suurempia kuin vastaavat taulukon 2 arvot. Ero on tosin vain keskimäärin 0,5 kokeissa 7—10. Sen sijaan kokeissa 11 ja 12 on ero noin 1,5. Näiden kahden kokeen muihin verrattuna huomattavan pienet Wi:n arvot taulukossa 2 johtuvat poikkeuksellisesta raesuuruuden jakautumisesta, minkä vaikutuksen keskimääräisen murskaussuhteen käyttö laskelmissa pyrkii poistamaan.

Kokeet 5 ja 6 poikkeavat muista taulukossa 2 esitetyistä kokeista hienon syötteen johdosta (pieni murskaussuhde). Tämä ei ole aiheuttanut tuotteen hienoutteen mitään poikkeamia tavallisista arvoista. Seurauksena on korkea Wi:n arvo, mikä on merkinä jauhatuksen huonosta tehokkuudesta. Kun jälkitäytönä käytettyjen tankojen läpimitta on 60—75 mm., ei kalkkikivellä ole aiheellista tankomylyä varten murskata hienommaksi kuin alle tuuman raesuuruuden. Mainittua kokoa olevat tangot riittävät jauhaamaan 50 mm. kalkkivirakeet, mutta yli 30 mm. amfiboliitti- ja felsiittirakeista jää osa jauhautumatta.

Kokeet 1—3 osoittavat, että hidas kierrosluku on epäedullinen, Wi on huomattavan korkea, keskimäärin 15. Kokeiden 4 ja 7—10 mukaan voidaan keskimääräiseksi Wi:n arvoksi kierrosluvulla 65 % kriittisestä ottaa 9. Work index on kierrosluvun nostamisesta johtuen pienentynyt 40 %:lla. Work index'iä voidaan pitää ominaistyöntarpeen mittana, joten ominaistyöntarve on vähentynyt 40 %:lla, kun kierrosluku on nostettu 42 %:sta 65 %:iin. Jauhinta-tytteen määrän vaikutus välillä 14—20 tonnia (27—42 % sisätilavuudesta) on vähäinen. Kokeiden 10—12 mukaan suuren jauhinta-tytteen vaikutus ilmenee vasta suurella syötöllä lievästi alentuneena Wi:n arvona.

Tankomylyn tuotteen 80 %:n läpäisykoko on ollut 1—1,6 mm. VTT:n jauhautuvuustutkimusten perusteella tavalliselle epäpuhtaalle kalkkikivelle lasketuista work index'in arvoista ekstrapoloimalla saadaan Wi:n arvoksi mainitussa hienoudessa keskimäärin 6,0. Käytännössä saavutetut arvot ovat kaikki huomattavasti suurempia. Suoritetun kierrosluvun nostamisen aiheuttama Wi:n aleneminen viittaa kuitenkin siihen, että kierrosluvulla 75—80 % kriittisestä on mahdollista saavuttaa jauhautuvuustutkimuksia vastaava Wi:n arvo. On myös mahdollista, että käytetyn tankomylyn mekaaniset häviöt ovat keskimääräistä suuremmat, jolloin käytännössä saavutettavat Wi:n arvot ovat korkeampia kuin jauhautuvuuksista lasketut arvot.

Yhteenveto

Edellä on käsitelty Bond'in jauhatusteoriaa eli work index — menetelmää jauhatusteknillisinä laskumenetelmänä. Menetelmää on sovellettu Ihalaisten kalkkikiven jauhatuksessa saatuihin tuloksiin. Jauhatuslaitteissa tehtyjen muutosten vaikutukset voidaan menetelmää käyttäen laskea.

Summary

The Third Theory of Comminution, introduced by F. C. Bond, and known as Work Index method, has been used in evaluating the results obtained in grinding limestone.

Kirjallisuutta:

1. *P.R. von Rittinger*: Lehrbuch der Aufbereitungskunde, Berlin 1867.
2. *Kick, F.*: Das Gesetz der proportionalen Widerstände und seine Anwendung, Leipzig 1885.
3. *Fred C. Bond*: The Third Theory of Comminution, Mining Engineering, May 1952.
4. *Fred C. Bond and Jen-Tung Wang*: A New Theory of Comminution, Mining Engineering, August 1950.
5. *Milton C. Shaw and Donald R. Walker, R.J. Russell, Fred C. Bond*: The Third Theory of Comminution, Discussion, Mining Engineering, November 1952.
6. *H.G. Ziesel*: Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Mahlbarkeit, Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 14, Düsseldorf 1953.
7. *D.R. Walker and M.C. Shaw*: A Physical Explanation of the Empirical Laws of Comminution, Mining Engineering, March 1954.
8. *E. Feifel*: Mittleres Korn, Begriffe der Staubtechnik II, Radex Rundschau 6/1953.
9. *Arthur F. Taggart*: Elements of Ore Dressing, 430/431 John Wiley & Sons, Inc. New York 1951.
10. *Arthur F. Taggart*: New Units of Crusher Capacity and Crusher Efficiency, Trans. AIME (1943) 153.
11. *Rosin, P., Rammler, E. und K. Sperling*: Korngrößenprobleme des Kohlenstaubes und ihre Bedeutung für die Vermahlung. Ber.d. Reichskohlenrates C 52, Berlin 1933.
12. *Anselm*: Zerkleinerungstechnik und Staub, Düsseldorf 1950.
13. How to determine Crusher and Grinding Mill Sizes . . . accurately, Allis-Chalmers Mfg Co, Bulletin 07R7 995A.
14. Valtion Teknillinen Tutkimuslaitos, selostus No 583/55.
15. *S. Kiesskalt*: Neue Ergebnisse der Feinzerkleinerung, VDI-Zeitschrift 29/1955.
16. *Smekal, A*: Theoretische Grundlagen der Hartzerkleinerung, Beiheft VDI-Verfahrenstechnik 1/1937. — Physikalisches und technisches Arbeitsgesetz der Zerkleinerung, Beiheft VDI-Verfahrenstechnik 5/1937. — Bruchtheorie spröder Körper, Z. Phys. Bd. 103. (1936) s. 495. — Die Festigkeitseigenschaften spröder Körper, Ergebn. exakt. Naturw. Bd. 15 (1936) s. 106.
17. *J. F. Myers, S. D. Michaelson and F. C. Bond*: Rod Milling — Plant and Laboratory Data, Mining Technology, July 1947.
18. *J.F. Myers and F.M. Lewis*: Effects of Rod Mill Speed at Tennessee Copper Company, Mining Engineering, May 1949.
19. *F.C. Bond*: Selecting Rods of the Proper Size for the Rod Mill, Engineering and Mining Journal, October 1950.
20. *John J. Strohl and Henry J. Schwellenbach*: Effects of Rod Mill Feed Size Reduction, Mining Engineering, November 1950.
21. *Donald W. Scott*: Developments in Minerals Beneficiation, Mining Engineering, February 1954.
22. *Will Mitchell, C.L. Sollenberger, T.G. Kirkland and B.H. Bergstrom*: Analysis of Variables in Rod Milling, I. Mining Engineering, October 1954
II. " " " " 1955.
23. *Norman Weiss and Stanley D. Michaelson*: Beneficiation Morves Forward, Mining Engineering, Marsh 1955.

Kuivajauhatukseen liittyviä kysymyksiä

Dipl.ins. KYÖSTI KITUNEN

Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö, Lappeenranta.

Märkä- vai kuivajauhatus

Rikastustekniikan tärkeimpiä ja kalleimpia malmin käsittelyvaiheita on jauhatus. Tämä suoritetaan nykyään melkein yksinomaan tanko- ja kuulamylyillä märkäjauhatuksena. Syynä märkäjauhatuksen valta-asemaan voidaan mainita:

- pienempi voimantarve tuoteyksikköä kohti
- suurempi kapasiteetti myllyn tilavuusyksikköä kohti
- kaivoksesta tulevan malmin kosteus on lähes aina niin suuri, että malmi olisi kuivattava kuivajauhatusta varten
- jauhatusta seuraava rikastus tapahtuu useimmiten märkämenetelmää käyttäen
- lietteen muodossa olevan malmin kuljetus ja nosto on helppoa (pumput, putket, rännit)
- pölytön jauhatus

On kuitenkin teollisuudenaloja, joissa on käytettävä kuivajauhatusta. Joko vesi turmelee tuotteen käyttökelpottomaksi tai on tuotteen kuljetus- ja, tai käyttösysteemistä johtuen oltava kuivana jauheena. Suurin kuivajauhatusta käyttävistä teollisuudenhaaroista on sementtiteollisuus. Huomattava osa sementtitehtaista, mm. kaikki Suomen sementtitehtaat, käyttää klinkkerin valmistuksessa märkämenetelmää: klinkkerin raaka-aineiden jauhatus tapahtuu märkäjauhatuksena ja raaka-aineet syötetään kiertouuniin lietteen muodossa. Tähän lämpötalouden kannalta epäedullisempaan menetelmään on jouduttu turvautumaan lähinnä sen vuoksi, että kosteiden raaka-aineiden kuivajauhatuksessa esiintyvät vaikeudet riittävät tekemään tyhjäksi kuivamenetelmällä lämpötaloudessa saavutettavan säästön.

Kun yhden sementtitonin valmistuksessa käytetään sähköenergiaa 60—100 kWh, on luonnollista, että jauhatukseen liittyviä kysymyksiä kohtaan on tunnettu suurta mielenkiintoa. Tutkimuksen kohteena on ollut etupäässä kuivajauhatus, koska se vie suurimman osan jauhatukseen käytetystä sähköenergiasta.

Kuivajauhatuksessa vallitsee jauhatuslaitteiden alalla suurempi kirjavuus kuin märkäjauhatuksessa. Kun kuulamyly on kuitenkin eniten käytetty laite myös kuivajauhatuksessa, ei seuraavassa käsitellä muita jauhatukseen käytettyjä koneita.

Kuivajauhatuksen tehokkuus

Jonkin jauhatuskysymyksen ratkaisuun vaikuttavat lähinnä seuraavat tekijät:

- tarvittava jauhatuskapasiteetti
- syötteen jauhautuvuus, raesuuruus, homogeenisuus, kosteus, lämpötila
- tuotteen hienous, korkein tuotteelle sallittu lämpötila
- suljettu vai avoin piiri, kiertävä kuormitus suljetussa piirissä
- yksi- vai useampiasteinen jauhatus
- myllytyyppi, myllyn Ø, kierros-luku, yhdysmyllyssä kamarijako
- myllyn vuoraus

- jauhintäytteen määrä, jauhinkappaleiden koko ja muoto, yhdysmyllyssä jako kamareihin
- mahdolliset kuivaus- ja jäähdytyslaitteet, pölynpoisto
- jauhatusta auttavien lisäaineiden käyttö

Yllä luetellut tekijät liittyvät toisiinsa siksi läheisesti, että niiden kaikkien käsittely täysin erillisenä ei ole asiallista.

Tärkeimmät tekijät jauhatukseen tarvittavan sähköenergian laskemiseksi ovat syötteen jauhautuvuus ja tuotteen hienous. Jauhautuvuuden määrittämiseksi on kehitetty useampia menetelmiä, joista tunnetuimmat ovat Hardgrove-menetelmä¹⁾ ja kuulamylymenetelmä²⁾. Menetelmät antavat suhteellisia jauhautuvuusarvoja, joista tunnettuihin käytännön jauhatustuloksiin vertaamalla voidaan energiantarve laskea.

Vuonna 1952 esitti Bond jauhatustyötä koskevan teorian »The Third Theory of Comminution»³⁾, jonka perustana ovat Allis Chalmers Co:n laboratoriossa kehitetty kuulamylymenetelmä⁴⁻⁷⁾ jauhautuvuuden määrittämistä varten, lukuisat jauhautuvuustutkimukset sekä käytännössä saavutetut kokemukset⁸⁾. Bond'in menetelmän mukaan lasketaan jossakin jauhatustapauksessa tarvittava kokonaistyö ominaistyöntarpeen, n.s. work indexin avulla. Jauhettavan aineen work index voidaan laskea laboratoriossa määrätyn jauhautuvuuden perusteella tai käytännössä saatujen jauhatustulosten arvoista. Work index on suoraan verrannollinen kokonaistyöhön, joten jauhatuksen sähköenergian tarve on sitä suurempi mitä suurempi work index on.

Julkaistut work index arvot⁸⁾ koskevat lähes yksinomaan märkäjauhatusta, joten ne eivät ole sellaisenaan käytettävissä kuivajauhatusta varten. Bond'in mukaan sopii märkäjauhatusta varten laskettu work index kuivajauhatuslaskuissa käytettäväksi, jos se kerrotaan 1,33:lla. Tämän mukaan on märkäjauhatuksen voimantarve 75% kuivajauhatuksen voimantarpeesta. Taggart⁹⁾ ilmoittaa voimantarpeen märkäjauhatuksessa olevan 60—90% voimantarpeesta kuivajauhatuksessa.

Toisiaan vastaavissa olosuhteissa on Ihalaisissa jauhtaessa kalkkikiveä kuulamylyllä saatu work index'in arvoksi märkäjauhatuksessa 15 ja kuivajauhatuksessa 22, minkä mukaan märkäjauhatuksen voimantarve on 68% kuivajauhatuksen voimantarpeesta. Tankomylyllä on toisiaan vastaaviksi work index'in arvoiksi saatu 15 ja 22 sekä 8, 5 ja 13. Edellinen pari antaa märkäjauhatuksen voimantarpeeksi 68% ja jälkimmäinen pari 65% kuivajauhatuksen voimantarpeesta. Tämän perusteella olisi märkäjauhatusta varten laskettu work index kerrottava 1,47:llä, jotta se soveltuisi kuivajauhatusta koskevissa laskelmissa käytettäväksi.

Syötteen kosteus ei luonnollisesti vaikuta märkäjauhatuksen tehokkuuteen. Kuivajauhatuksessa sen vaikutus on erittäin huomattava. Jos kosteus ylittää määrätyn rajan, ei jauhatus kuulamylyssä ilman kuivatuslaitteita onnistu. Rajakosteus tavallisilla kivilajeilla, kuten kalkkikivellä on 1—2%, kun jauhatus tapahtuu kuulamyly-

lyssä. Arvo riippuu jossain määrin jauhinkappaleista. Mitä pienempiä jauhinkappaleita käytetään, sitä alhaisemman täytyy syötteen kosteuden olla. Kun esimerkiksi kuulamylyllä täyttyy kalkkikiveä jauhettaessa kosteuden ollessa 2%, on tankomylyllä voitu jauhaa kalkkikiveä, jonka kosteus on ollut 6%.

Vaikka syötteen kosteus ei olisikaan niin suuri, että se tekisi jauhatuksen mahdottomaksi, on sen vaikutus jauhatukseen kuitenkin haitallinen.

Jauhettaessa kalkkikiveä tankomylyllä on kuivalla syötteellä saatu work index'in arvoksi 14, mutta kiven sisältäessä kosteutta 3 % on work index ollut jo 21, toisin sanoen jauhatusteho on alentunut 2/3:an alkuuperäisestä.

Jos syötteen kosteus on liian suuri, on mylly varustettava kuivatuslaitteilla. Kuivatukseen käytetään kuumaa ilmaa (palamiskaasuja), ja on kaasujen lämpösisällön oltava noin 1100 kcal jokaista syötteen vesikiloa kohti ¹⁰).

Käytännössä on todettu ^{11, 12}), että pyrittäessä hyvin hienoon tuotteeseen pienet hiukkaset tarttuvat jauhinkappaleisiin ja vuoraukseen. Syynä tähän on hankauksesta aiheutunut staattinen sähkö. Lisäksi jauhinkappaleiden iskiessä toisiinsa muodostuu hienosta jauheesta huomattavan lujia hiutaleita, niin että jauhatusta voidaan käyttää hyvin pienten rakeiden agglomerointiin ¹³). Sähkö voidaan poistaa lisäämällä myllyyn hiukan vettä (kuivalla syötteellä alle 1%). Vesi höyrystyy myllyssä kehittyvän lämmön vaikutuksesta, tekee ilman sähköä johtavaksi, ja järjestämällä myllyyn tuuletus saadaan sähkö johdetuksi pois. Jauhinkappaleiden pysyttämiseksi puhtaina käytetään veden lisäksi erilaisia jauhatusta auttavia kemikaloita ¹⁴), joiden ilmoitetaan parantavan jauhatustehoa huomattavasti.

Jos jauhatuksessa syntyvä lämpö riittää nostamaan tuotteen lämpötilan korkeammaksi kuin tuotteelle voidaan sallia, on jauhatuksen yhteyteen liitettävä jäähdytys. Tämä voidaan suorittaa myllyn ulkopuolisena vesijäähdytyksenä, mutta myös sisäpuolisena, jolloin jäähdytys ja edellä mainittu sähkön poisto saadaan liitettyksi yhteen. Tuotteen mukana poistuva lämpö on suuruudeltaan noin 2/3 myllyn ottamasta sähköenergiasta (lämmöksi muutettuna), joten esimerkiksi sementin jauhatuksessa voi lämpötila ilman jäähdytystä nousta huomattavasti yli 100° C:n

Suljettu vai avoin piiri

On selvää, että milloin tarkoituksena on jauhaa jotain määrättyä rajakokoa hienommaksi, tämän koon saavuttaneiden rakeiden jauhaaminen edelleen on turhaa. Jauhatusmekanillisenä ihanteena voidaan pitää sellaista jauhatuspäiriä, jossa rajakokoa pienemmät rakeet poistetaan myllystä heti niiden muodostuttua. Tämän toteuttamiseksi on avoimessa piirissä tapahtuvan jauhatuksen tilalle tullut jauhatus suljetussa piirissä luokittelijan kanssa.

Jos jauhatus tapahtuu avoimessa piirissä, on jauhatusaika (jauhatusmatka) tehtävä niin pitkäksi, että kaikki rakeet ehtivät saavuttaa rajakooksi asetetun hienouden. Pitkä jauhatusaika on johtanut pitkien n.s. putkimylyjen käyttöön.

Suljetulle piirille on olennaista lyhyt mylly, jossa riittävän hienouden saavuttaneiden rakeiden jauhatus jää mahdollisimman vähäiseksi, varsinkin jos kiertävä kuormitus eli luokittelijan myllyyn palauttama ainemäärä on suuri. Kiertävän kuormituksen suuruudessa on kuivajauhatuksessa yleensä oltu varovaisempia kuin märkä-

jauhatuksessa, joskin eräässä uusimmista jauhimoista kiertävä kuormitus on 500—600 % ¹⁵).

Suljetun piirin paremmuutta avoimeen piiriin verrattuna ei kuivajauhatuksessa ole tunnustettu yhtä varauksettomasti kuin märkäjauhatuksessa. Tosin on suljettu piiri suositumpi kuivamenetelmää käyttävissä sementtitehtaissa raaka-aineiden jauhatuksessa. Myös käytettäessä kivihiiltä polttoaineena hiilipölyn muodossa tapahtuu jauhatus useimmiten suljetussa piirissä. Sementin jauhatuksessa ei jauhatustulosten mittapuuna käytetä pelkästään joillakin määrättyillä seuloilla suoritettua raesuuruuden määräystä. Sementin ominaispinta on myös tärkeä suure hienouden määrittelyssä.

Suljetun jauhatuspäiriin kannattajia on runsaasti ^{16—21}). Käytännössä saatujen jauhatustulosten perusteella he todistavat suljetun piirin paremmaksi myös sementin jauhatuksessa. Avoimen piirin (jauhatus yhdysmyllyssä) puoltajat ^{22—25}) nojautuvat myös käytännön jauhatustuloksiin. Suljettu piiri on suosittu Amerikassa, avoin Euroopassa, ja rajoittuu piirien välinen »kilpailu» lähinnä Eurooppaan. Suljetun piirin puolesta esitettyistä seikoista voidaan mainita:

- ilmaluokittelu nostaa sähköenergian tarvetta 5—7 %, mutta lisääntyneen kapasiteetin ansiosta ominais-työntarve jauhatuksessa laskee 10—20 %
- heterogeeninen syöte voidaan jauhaa tasaisesti vain suljetussa piirissä
- yhdysmyllyssä jauhinkappaleisiin ja vuoraukseen tarttuva hieno aines toimii vaimentavana patjana, joka vie 10—15 % kulutetusta sähköenergiasta hukkaan.

Yhdysmyllyn (avoin piiri) puolesta sanotaan, että luokittelija ei ole vielä koskaan jauhanut, ja että yhdysmyllyssä saadaan enemmän jauhettavaa aineen pinta-alaa kulutettua kWh:a kohti.

Aiemmin yhdysmyllyjen kannalla ollut W. Anselm ²⁶) on esittänyt, että piirin valinta riippuu tarvittavasta kapasiteetista. Jos jauhatusteho on alle 30 ton/h., puolustaa yhdysmylly paikkaansa sementin jauhatuksessa. Suuremmilla kapasiteeteilla on suljettu jauhatuspäiri edullisempi myös sementin jauhatuksessa. Mainittu kapasiteettiraja vastaa yhdysmyllyä, jonka tehontarve on noin 1000 kW.

Jos syöte on niin kostea, että se on kuivattava jauhatusta varten, voidaan kuivatusilmaa käyttää jauheen kuljettamiseen myllystä ilmaluokittelijaan. Ilmaa käytetään kyllä jauheen kuljettamiseen sellaisissakin tapauksissa, joissa jauhatukseen ei liity kuivatusta. Pelkän luokittelijan käyttökustannukset ovat tässä tapauksessa pienet, koska siinä ei ole mitään liikkuvia osia. Sen sijaan voi ilman liikkeellepanoon tarvittava puhallin kuluttaa jopa enemmän sähköenergiaa kuin itse mylly, ja parhais-sakin tapauksissa noin 50 % myllyn kuluttamasta energiasta. Jauhatuspäiri on epätaloudellinen, mihin on syynä kallis kuljetus myllystä luokittelijaan.

Suosittelavana ja energian kulutuksen kannalta paljon edullisempänä tapana pidetään jauheen nostamista elevaattorilla mekaaniseen ilmaluokittelijaan, jolloin elevaattorin ja luokittelijan yhdessä vaatima sähkövoima on alle 10% kokonaisvoimantarpeesta. Nykyaikaisissa rikastamoissa ei kylläkään suosita elevaattoreita, vaikka oikein mitoitettu ja suunniteltu elevaattori toimii useampia vuosia käytännöllisesti katsoen ilman korjauksia.

Yksi vai useampiasteinen jauhatus

Jauhatus voi tapahtua yhdessä tai useammassa asteessa. Viime vuosina on märkäjauhatuksessa tullut suosituksi 2-asteinen jauhatuspiiri, primäärimyllynä on tankomylly ja sekundäärimyllynä kuulamylly suljetussa piirissä luokittelijan kanssa. Kuivajauhatuksessa vaihtelee asteluku yhdestä kolmeen.

Syynä useampiasteiseen jauhatukseen on lähinnä se, että kussakin asteessa voidaan käyttää jauhattavan aineen raekokoon nähden sopivinta kokoa olevia jauhinkappaleita. Kunkin asteen voi muodostaa erillinen mylly, mutta voivat asteet myös olla samassa myllyssä. Tällöin on mylly jaettu väliseinillä kamareihin, ja on kamarien luku=asteiden luku. Sementin jauhatuksessa käytetään yleisesti 3-kamarista myllyä, ns. yhdysmyllyä, jossa I ja II kamari ovat noin 25 % ja III kamari 50 % myllyn pituudesta. Paitsi sitä, että väliseinät pitävät erikokoiset jauhinkappaleet erillään, voidaan niillä auttaa jauhattavan aineen kulkua syöttöpäästä poistopäähän. Väliseinä on tässä tapauksessa jauheenostomekanismilla varustettu kaksoisväliseinä, saman kaltainen kuin arinamyllyn poistopääty. Väliseinät vievät kuitenkin osan myllyn sisätilavuudesta ja ovat samalla tavalla kulumiselle alttiina kuin myllyn vuoraus.

Jauhintäytteitä tutkittaessa²⁷⁾ on todettu, että sylinterimäisessä myllyssä, myös yhdysmyllyn eri kamareissa, suuremmat jauhinkappaleet keräytyvät myllyn tai kamarin loppupäähän, vaikka niiden pitäisi olla alkupäässä, missä jauhattava aine on karkeampaa. Kartiomaisessa myllyssä saadaan jauhinkappaleet järjestyseen siten, että suuret jauhinkappaleet ovat myllyn alkupäässä. Myllyn säde pienenee kuitenkin poistopäähän päin ja jauhatusteho alenee.

Jauhinkappaleiden oikea lajittuminen saadaan aikaan myös sylinterimäisessä myllyssä tarkoitukseen sopivia vuorauslevyjä käyttämällä^{27,28)}, joilla mylly sisäpuoleltaan saadaan useamman katkaistun kartion muodostamaksi. Jauhinkappaleiden oikean lajittumisen ilmoitetaan lisäävän jauhatustehoa huomattavasti. Tällöin ei väliseiniä tarvita eri kokoisten jauhinkappaleiden erottamiseen, joten 3-asteisen yhdysmyllyn tilalle tulisi 1-asteinen putkimylly. Välimuotona tämän putkimyllyn ja 3-kamarisen yhdysmyllyn välillä esiintyy nykyisin 2-kamarinen yhdysmylly, jossa toiseen kamariin on asennettu jauhintäytettä lajittelevat vuorauslevyt.

Kokeilut mainituilla vuorauslevyillä ovat vasta alussa, joten niistä aiheutuvat muutokset myllyissä eivät ole ehtineet saada vakiintunutta muotoa.

Jos jauhatus tapahtuu suljetussa piirissä, on useampia asteita yleensä vain sementin jauhatuksessa. Tässäkään ei voi sanoa jauhatuspiirin saaneen niin vakiintunutta muotoa kuin märkäjauhatuksen tanko-kuulamyllyyhdistelmän^{18, 29, 30)}. Kaikkia ajateltavissa olevia vaihtoehtoja lyhyen suljetussa piirissä olevan kuulamyllyn ja 3-kamarisen pitkän yhdysmyllyn välillä esiintyy. Ilmaluokittelijoita voi olla kaksikin, luokittelu voi tapahtua kahden asteen välissä tai viimeisen asteen yhteydessä. Tosin yleisin suljetuista sementin jauhatuksessa käytetyistä jauhatuspiireistä on 2-asteinen käsittäen primäärimyllyn ja ilmaluokittelijan kanssa suljetussa piirissä olevan sekundäärimyllyn. Piirin yhtäläisyys märkäjauhatuksessa käytetyn jauhatuspiirin kanssa on ilmeinen. Tämän hetken kirjallisuustiedot viittaavat siihen, että suljettu jauhatuspiiri voittaa alaa myös sementin jauhatuksessa joskin avoimen piirin puolella tapahtunut kehitys on omiaan parantamaan piirin »kilpailukykyä».

Vuoraus

Mangaaniteräsvalua olevat vuorauslevyt, joissa tavalisesti on aaltomainen kohouma sisäpinnalla jauhintäytteen tehokkaampaa nostoa varten, ovat yleisesti käytössä kuivajauhatusmyllyissä. »Ni-Hard»-valua olevilla vuorauslevyillä on havaittu olevan taipumusta halkeiluun, mikä vähentää niiden pienestä kulumisesta johtuvaa edullisuutta. Valetut levyt ovat viime vuosina saaneet tasavertaisen kilpailijan sauva- eli palkkivuorauslevyistä, jonka kesto-aika halvemmasta aineesta huolimatta jopa ylittää mangaaniteräslevyjen kestoajan. Uutuutena on mainittava n.s. Henricot-vuorauslevyt³¹⁾, joiden kesto-aika on huomattavasti pitempi kuin edellä mainittujen vuorausten. Henricot-levyjen kulutuspinta on varustettu pallomaisilla kohoumilla, joiden ilmoitetaan nostavan jauhintäytteen erittäin hyvin.

Vuorauksen kulutus on kuivajauhatuksessa yleensä 0,02—0,06 kg/ton tuotetta.

Jauhintäyte

Jauhinkappaleiden koko on totuttu yleensä määräämään syötteen raesuuruuden mukaan. On kuitenkin todettu³²⁾, että kuivajauhatuksessa voidaan päästä hienoon tuotteeseen vain pieniä jauhinkappaleita käyttäen. Suuret jauhinkappaleet aiheuttavat pienimpien hiukasten liittymistä hiutaleiksi, jolloin jauheen näennäinen raekoko voi jauhatuksen ansiosta kasvaa jauhatusajan kasvaessa.

Märkäjauhatuksessa käytetään lähes yksinomaan pallomaisia jauhinkappaleita, ns. kuulia. Näiden kulumisen on todettu olevan jokseenkin tarkkaan verrannollisen niiden pinta-alaan^{33, 34)}. Kuivajauhatuksessa ovat myös kuulat yleisesti käytettyjä. Kun on kysymyksessä jauhatuksen huomattavan hienoksi, käytetään kuitenkin mieluummin sylinterimäisiä jauhinkappaleita, ns. sylpebejä, eräissä tapauksissa myös kuutiomaisia jauhinkappaleita. Sylpebsien jauhatustehoa pidetään hienojauhatuksessa parempana kuin kuulien, joskin sekä märkä- että kuivajauhatuskokeissa^{32, 35)} on saatu tuloksia, joiden mukaan jauhinkappaleiden muoto ei vaikuta jauhatustuloksiin.

Hienojauhatuksessa on tärkein tekijä hankausjauhatuksen, jonka voidaan olettaa olevan verrannollisen jauhinkappaleiden pinta-alaan. Pallomaisia jauhinkappaleita tutkittaessa on todettu kulumisen olevan verrannollisen kappaleiden pinta-alaan. Verrattaessa saman painoisia kuulia ja sylpebejä toisiinsa on viime mainittujen pinta-ala noin 15 % suurempi kuin kuulien. Edellä esitetyn mukaan pitäisi sylpebeillä jauhettaessa jauhatustehon samoin kuin jauhintäytteen kulumisenkin olla suuremman kuin kuulilla jauhettaessa. Erään märkäjauhatuskokeen antamat tulokset viittaavat tähän suuntaan. Tarkkoja vertailuja vaikeuttaa se, että käytetyt kuulat ja sylpebsit olivat eri valmistajilta hankittuja ja eri painoisia, kuulat 30—50 mm Ø ja sylpebsit 25x25 mm.

Sylpebs-täytteessä oli laskelmien mukaan 50% enemmän pinta-alaa. Täytteen kulumisen aikayksikössä oli 104 % suurempi kuin kuulatäytteen. Kuulatäytteellä laskettu work index on 18 ja sylpebs-täytteellä 12,5, joten jauhatuksen vaatima työ on laskenut 30 %. Jos sylpebs-täytteen kulumisen redusoidaan work indexien suhteessa, on kulumisen lisäksi ollut 43 %. Lukujen mukaan on sylpebsien kulumisen suoritettua jauhatustyötä kohti selvästi suurempi kuin kuulien kulumisen. Kokeista saatavat suoranaiset numeroarvot riippuvat siitä, käytetäänkö saman painoisia, läpimittaisia vai saman pinta-alan omaavia kuulia ja sylpebejä.

Jauhintäytteen kulutus on kuivajauhatuksessa Bond'in mukaan $1/5$ kulutuksesta märkäjauhatuksessa. Ihalaisissa kalkkikiven jauhatuksessa saadut tulokset viittaavat vähän suurempaan kulutukseen, noin 30 % kulutuksesta märkäjauhatuksessa.

Jauhinkappaleiden muodon valinta riippuu edellisen perusteella täytteen kulutuksesta, hinnasta ja sähkön hinnasta.

Kuivajauhatuksessa on jauhintäytteen määrä pienempi kuin yleensä märkäjauhatuksessa, joskin viime mainitun piirissä on myös puollettu pienempää jauhintäytteen määrää ^{36, 37}). Yleisimmin suositeltu jauhintäytteen määrä on 30% tai vähän alle myllyn sisätalavuudesta. 3-kamariseen yhdysmyllyyn suositellaan seuraavia täytteen määriä:

I- kamari 30 %, II- kamari 27 % ja III- kamari 24 % sisätalavuudesta ^{38, 39}). Joissakin tutkimuksissa on kyllä todettu suurempi jauhintäytteen määrä, jopa 45 % sisätalavuudesta edullisimmaksi ⁴⁰).

Kuivajauhatusmyllyt ovat harvoin ylivuotomyllyjä. Tankomyllyt ovat kehäpoistomyllyjä ja kuulamyllyt jauheenpoistomekanismilla varustettuja arinamyllyjä. Arinalla eli poistopäädyn rei'ällisellä väliseinällä voidaan säätää jauhettavan aineen määrää myllyssä. Sopivaksi ainemääräksi ilmoitetaan noin $1/7$ jauhintäytteen painosta ⁴¹). Toisten tietojen mukaan on 14 % sisätalavuudesta oikea arvo ⁴⁰).

Kuivajauhatuksessa on tapana poistaa täyte myllystä aika ajoin, seuloa alamittaiset jauhinkappaleet pois sekä täydentää täyte niin, että kutakin kokoa on hyväksi havaittu määrä (tavallisesti myllyn valmistajan antama arvo).

Kierrosuku

Teoreettisesti parhaaksi kierrosluvaksi ilmoitetaan yleensä $32/\sqrt{D}$ kierr./min. ⁴²), jossa D on myllyn sisähalkaisija metreinä. Tämä vastaa kierroslukua 75 % kriittisestä ($=42/\sqrt{D}$ eli $30/\sqrt{R}$). Kierroslukua 80 % kriittisestä kannatetaan myös ²⁷), joskin yleisimmin käytetty kierrosuku on noin 67 % kriittisestä, Erään tutkimuksen ⁴⁰) mukaan saadaan suurin kapasiteetti kuivajauhatusputkimyllyssä kierrosluvulla 62 % ja pienin voimankulutus tuoteyksikköä kohti kierrosluvulla 55% kriittisestä.

Toisen tutkimuksen ⁴³) mukaan riippuu edullisin kierrosuku siitä hienoudesta, mihin tuote pyritään jauhaamaan. Hienouteen 12 % + 0,09 mm. jauhettaessa oli kierrosuku 82 % kriittisestä edullisin. Hienouteen 10 % + 0,09 mm. jauhettaessa oli edullisin kierrosuku 74 % kriittisestä. Kierrosluvut 82 ja 62 % kriittisestä antoivat tällöin saman tuloksen.

Huomioimalla hankausjauhatuksen tärkeys hienojauhatuksessa on ilmeistä, että myllyn kierrosluvun on oltava sitä alhaisemman mitä hienommaksi jauhetaan, jolloin paremmin vältetään iskuista aiheutuvaa hiutalemuodostusta.

Yhteenveto

Kuivajauhatukseen liittyvistä kysymyksistä on suuri osa yhteisiä märkäjauhatuksen kanssa. Tärkeimpiä pelkästään kuivajauhatusta koskevista seikoista on syöteen kosteuspitoisuus, joka jo yksinäänkin voi ratkaista jauhatusmenetelmän valinnan. Voimankulutus on kuivajauhatuksessa suurempi kuin märkäjauhatuksessa. Tämän vastapainona on pienempi jauhintäytteen ja vuorauksen kulutus.

Summary

The main features of the dry grinding process as compared to wet grinding have been described. The moisture content of feed greatly affects the choice of the process. The power consumption in dry grinding is greater but the grinding media and liner wear is lower than in wet grinding.

Kirjallisuutta

- 1) A. S. T. M. Tentative Method of Test for: Grindability of coal by the Hardgrove Machine Method, A. S. T. M. (Book 5) Designation D 409 — 37 T (1946)
- 2) A. S. T. M. Tentative Method of Test for: Grindability of coal by the Ball — Mill Method, A. S. T. M. (Book 5) Designation D 408 — 37 T (1946)
- 3) Fred C. Bond: The Third Theory of Comminution Mining Engineering, May 1952 — Crushing and Grinding Calculations Pit and Quarry, November 1952
- 4) W. L. Maxson, F. Cadena and F. C. Bond: Grindability of Various Ores Trans. AIME (1934) 112, 131/145
- 5) F. C. Bond and W. L. Maxson: Grindability and Grinding Characteristics of Ores, Trans. AIME (1939) 134, 296/323
- 6) F. C. Bond and W. L. Maxson: Standard Grindability Test and Calculations, Trans. AIME (1943) 153, 362/372
- 7) F. C. Bond: Standard Grindability Tests Tabulated Trans. AIME (1949) 183 313/329
- 8) How to determine Crushing and Grinding Mill Sizes . . . accurately, Allis — Chalmers Co, Bulletin 07 R 7995 A (1953)
- 9) Arthur F. Taggart: Handbook of Mineral Dressing, 6—15, John Wiley & Sons, Inc. New York 1947
- 10) Carl Mittag: Die Hartzzerkleinerung, 163 Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1953.
- 11) Alfred Schmid: Die Feinmahlung von Mineralien in Rohrmühlen, Zement-Kalk-Gips, 4/1949.
- 12) B. M. Pearson: Finegrinding in Tube Mills, Rock Products December 1952
- 13) The Corson Explosion Method of Continuous Pressure Lime Hydration, Pit and Quarry, December 1949
- 14) John H. Perry: Chemical Engineers Handbook, 1115 Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 1950
- 15) Bror Nordberg: Grinding Mill, Rock Products, August 1955
- 16) J. Heyd: Windgesichteter Zement? Zement-Kalk-Gips, 9/1950
- 17) F. H. Plank: Das Kreislaufmahlen, Zement-Kalk-Gips, 12/1950
- 18) H. Börner: Sichter-mühle oder Verbundmühle? Zement-Kalk-Gips, 8/1952
- 19) F. Kraus: Über die Arbeitsweise von Sichter-mühlen, Zement-Kalk-Gips, 7/1954
- 20) Carl Mittag: Ein Verbund-Sichter-Mahlaggregat, Zement-Kalk-Gips, 2/1955
- 21) H. Börner: Noch einmal-Sichter- oder Verbundmühlen? Zement-Kalk-Gips, 4/1956

Kovametallin valmistuksesta, ominaisuuksista ja käytöstä

Dipl.ins. LENNART HÄKKÄ, Oy Kovametalli Ab

Esitelmä pidetty Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 14. 4. 1956.

Seuraavassa on tarkoitus tutustuttaa herroja vuorimiehiä kovametalliin hiukan laajemmasta näkökulmasta kuin mistä esim. kaivosmies sitä normaalin toimintansa puitteissa joutuu katselemaan. Kaivostekniikassa ja nimenomaan kaikenlaisessa louhinnassahan käytetään kovametallia maailmassa suunnilleen yhtä paljon kuin kaikessa muussa teollisessa ja muussakin toiminnassa yhteensä, joten mielenkiintoa asiaa kohtaan lienee olemassa.

Tämän esityksen voimme jakaa neljään osaan, ensiksi jotakin kovametallin valmistuksesta, toiseksi eri kovametallilajit ja niiden ominaisuuksia, kolmanneksi kovametallin käyttöaloja ja lopuksi lyhyt silmäys tulevaisuuden näköaloihin.

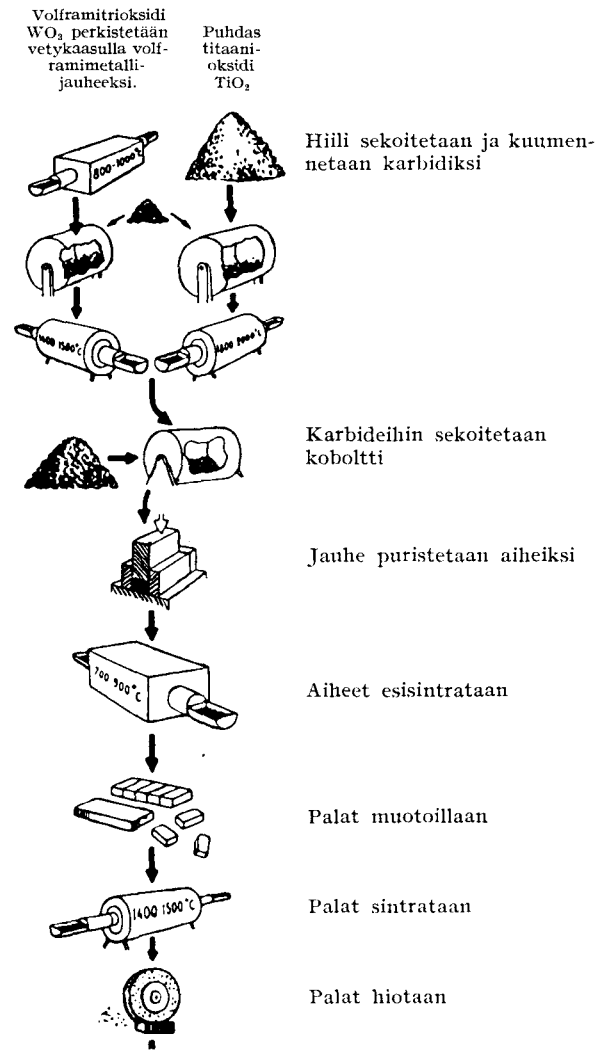
Ennenkuin lähemme tarkastelemaan kovametallin valmistusta, lienee pieni historiikki paikallaan. V. 1907 amerikkalainen Haynes ensimmäisenä valmisti leegeringin, jossa oli noin parikymmentä % wolframikarbidia, tämä oli nykyisen n.s. valustelliitin (m.m. tantung) edeltäjä, sitten 1920 luvun alussa herrat Skaupy, Schröter ja Fehse Osram konsernin laboratorioissa Berliinissä, yrittäessään valmistaa valaistustarkoituksiin sintrattua

wolframikarbiidia, huomasivat, että eräiden lisäaineiden, esim nikkelin, avulla saatiin tuotteita, joilla oli vissiä sitkeyttä. Näiden tutkimusten välittömänä seurauksena oli e.m. Schröterin nimissä v. 1924 otettu saksalainen patentti, jossa sintraton wolframikarbiidin (WC) sidosaaineena käytettiin kobolttia. V. 1925 Fr. Krupp A.G. osti tämän patentin ja päästi seuraavana vuonna ensimmäiset W-karbidia- ja kobolttia sisältävät kovametallit Widia-merkkisinä markkinoille. Nimen kerrotaan johtuvan sanoista »Wie Diamant». Sitten alkoi 1930 luvulla ja varsinkin toisen maailmansodan aikana valtaisa kehityksen kausi. Krupp'in Widia oli johtava merkki ja heidän valmistuksensa ylitti v. 1942 200 tonnia kovametallia. Ensimmäinen ruotsalainen kovametallitehdas oli pieni Arbitverken Arbogassa, mikä nykyisin on Fagersta Bruks Ab:n omistuksessa ja kokonaan erikoistunut vetokivien valmistukseen. Toistaiseksi ainoa suomalainen kovametallitehdas perustettiin v. 1947, joskin jo ennen sotaa Oy Airam Ab:ssä valmistettiin langanvetokiviä omaan käyttöön.

Sitten aivan lyhyesti joitakin nimityksiä ja peruskäsitteitä. Nimitys kovametalli on oikeastaan harhaan-

- 22) *A. Schmid*: Für die Feinmahlung von Zement geeignete Mühlen
Zement-Kalk-Gips, 6/1950
- 23) *W. Anselm*: Verbundmühle oder Sichtermühle bei der Zementvermahlung, Zement-Kalk-Gips, 9/1950
- 24) *W. Anselm*: Wirtschaftlicher Wertvergleich der Festigkeiten bei Mahlung von Zementen, Zement-Kalk-Gips, 11/1950
- 25) *J. Slegten und P. Slegten*: Kugelmühlen — Probleme, Zement-Kalk-Gips, 6/1954
- 26) *W. Anselm*: Stand der Zementvermahlung im einfachen Durchlauf und im geschlossenen Kreislauf, Zement-Kalk-Gips, 2/1956
- 27) *C. Mac Arthur Carman*: Grinding Ball Classification. Its Effect on Capacity and Ball Migration, Rock Products, June 1953
- 28) *C. Mittag*: Einbau von Raupenplatten in Grob-Rohrmühlen, Zement-Kalk-Gips, 12/1955
- 29) *E. J. Klovers*: Grinding Circuits Applicable to Cement and Aggregate Industries, Rock Products, February 1952
- 30) *Carl Mittag*: Die Hartzzerkleinerung, 249 Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1953
- 31) *Bellwinkel, A.*: Verringerter Mahlplattenverschleiss an Rohrmühlen durch neuartige Mahlplatten, Zement-Kalk-Gips, 12/1953
- 32) *Michel Papadakis*: Sur l'influence de la dimension et de la forme des corps broyants dans les broyeurs à boulets. La revue des matériaux de construction n:o 463 (1954)
- 33) *P. E. Nordquist and J. E. Moeller*: Relative Wear Rates of Various Diameter Grinding Balls in Production Mills, Mining Engineering, June 1950
- 34) *R. T. Hukki*: Correlation Between Principal Parameters Affecting Mechanical Ball Wear, Mining Engineering, June 1954
- 35) *Bunting S. Crocker*: Screened Ore Used for Fine Grinding at Lake Shore Mines, Mining Engineering, May 1952
- 36) The Remarkable Case of the Copperhill Ball Mill, Engineering and Mining Journal, June 1953
- 37) *F. B. Mitchell*: Progress in Mineral Dressing, The Mining Journal, Annual Review 1954
- 38) *Wilhelm Anselm*: Die Zementherstellung, Berlin 1941
- 39) *Rosenthal*: Vorzerkleinerungsmaschinen und Mühlen, Fachkunde für Kalk- und Zementwerker, Bd III Leipzig 1953
- 40) *H. Anders*: Untersuchungen an Rohrmühlen, Die Industrie der Steine und Erden 8/1954
- 41) *R. A. Loreland*: Relation of Ball Load to Clinker Charge in Grinding Mills, Rock Products, October 1952
- 42) *Carl Mittag*: Die Hartzzerkleinerung, 217/219
- 43) *Patricio Palomar Llovet y Dario López Peciña*: Las operaciones de molienda en la fabricación del cemento, Cemento-Hormigon, No 246 (1954)

johtava, sillä pelkkänä metallina siinä on ainoastaan sidosaine, tavallisimmin koboltti, kun taas pääosan wolframikarbidin, titanikarbidin jne. metalli on enemmän tai vähemmän sidottuna. Tuote muistuttaa kuitenkin ulkonäöltään ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan metallia, joten nimitystä on pidettävä onnistuneena. Sitä metallurgian osaa, jonka alueella työskentelemme valmistaessamme kovametallia, sanotaan pulverimetallurgiaksi. Sille on ominaista, että metallurgiassa yleisesti käytetty prosessi, sulattaminen on korvattu sintrauksella ja että aine ainakin jossain vaiheessa on pulverin muodossa. Sintraamisella tarkoitamme lämpökäsittelyä, jossa aine kuumennetaan lämpötilaan, mikä on alempi kuin k.o. aineen sulamispiste, tai niin että, jos kysymyksessä on seos, ainakin suurin osa aineesta jää sulamatta, joskin sula faasi myös usein esiintyy. Itse sintrauksen mekanismeista ja niistä ilmiöistä, joita sen yhteydessä tapahtuu meillä ei ollut paljonkaan tietoa, emmekä voineet niitä ollenkaan selittää ennenkuin hylättiin klassillinen käsitys siitä, että aineet voivat reagoida keskenään vain sulassa ja kaasumaisessa tilassa. Pulverimetallurgin kemia on kuitenkin juuri kiinteiden aineiden kemiaa. (Toinen pulverimetallurgien maailmankongressi Göteborgissa v. 1952 oli kokonaan omistettu kiinteiden aineiden kemialle ja sen nimenäkin oli Symposium on the reactivity of solids. Tämän kemian yhtenä suurimpana uranuurtajana on pidettävä Chalmers'in teknillisen korkeakoulun professoria J. Arvid Hedvall'ia, joka olikin mainitun kongressin »grand old man» jos niin voidaan sanoa.) Emme kuitenkaan tässä yhteydessä käy lähemmin tarkastelemaan miten nämä kiinteiden aineiden reaktiot tapahtuvat, vaan siirrymme käsittelemään itse kovametallin valmistusta. Selvyiden vuoksi tarkastelemme n.s. kovametallin perustyyppiä t.s. sellaista kovametallia, joka ei sisällä muita aineita kuin WC:a ja kobolttia (Co). Kuva 1. Pääraaka-aineina käytetään wolframihaptoanhydridiä WO_3 ja jotain kobolttiyhdistystä tai metallista kobolttia, tietenkin pulverina. Vaatimukset wolframihapon sekä raesuuruuteen, että puhtauteen nähden ovat erittäin suuret. N.s. kloorausjäännös saa olla enintään 0,02—0,03 % ja eräistä epäpuhtauksista, kuten rikki, fosfori, arsenikki jne. ei saa löytyä edes jälkiä. Kovametallin valmistuksessa käytetyn wolframihapon (=anhydridi) raaka-aineena käytetäänkin maailmassa yksinomaan shelliittiä ja nimenomaan sellaista, missä eräiden »vaarallisten» epäpuhtauksien määrä on mahdollisimman alhainen. Niinpä esim. Kiinan suuret wolframiesiintymät eivät tule tässä kysymykseen. Mainittakoon, että Ylöjärven shelliitti on laadultaan aivan korkeinta luokkaa ja lienee mahdollista, että jo lähitulevaisuudessa Ylöjärven wolframilla porataan suomalaista kalliota. Kokeilut siihen suuntaan ovat parhaillaan käynnissä. Tämä wolframihappo ensin pelkistetään vetykaasulla W-metallipulveriksi. Pelkistys tapahtuu tavallisesti kahdessa vaiheessa ja vaihtelemalla etenkin alku-l. esipelkistyksessä lämpötilaa, vetykaasun määrää, kosteutta jne., voidaan säätää wolframipulverin raesuuruutta tarpeen mukaan. Myöskin hiiltä on käytetty wolframin pelkistyksessä, mutta se on jäämässä pois käytöstä. Lämpötilat vedyllä pelkistettäessä ovat esipelkistyksessä 600° — 850° ja loppupelkistyksessä yleensä yli $900^{\circ}C$, ja hiilellä pelkistettäessä 1100° en paikkeilla. Uunit ovat makaa- via putkiuuneja, joko niin, että WO_3 kulkee uunin läpi kaukaloissa, tai niin, että putki on kalteva ja pyörii, joten pelkistettävä aine kulkeutuu kuten sementinpolttuunissa. Vety virtaa aina n.s. vastavirtaperi-



Kuva 1.

aatteen mukaisesti. Näin saatuun W-pulveriin sekoitetaan sitten puhdasta hienojakoista hiiltä ja seos kuumennetaan vetykaasussa $\sim 1500^{\circ}C$:een, jolloin wolframi ja hiili yhtyvät kemiallisesti muodostaen wolframikarbidin ja nimenomaan sellaisen karbidin, missä yhtä wolframatomiä vastaa yksi hiiliatomi, joten kaava on helposti muistettava WC. Muut karbidit W_2C ja WC_2 eivät tule kysymykseen. Wolframikarbidin ominaisuuksiin juuri pääosaltaan perustuukin kovametallin laaja käyttö nykyaikaisessa tekniikassa. W-karbiidiin sekoitetaan sitten käyttötarkoituksesta riippuen eri määriä, vaihtelee 3,5:sta 30%:een, joko kobolttipulveria tai jotain kobolttiyhdistystä, kuten oksidia, oksalaattia jne., joka sitten vetykaasulla pelkistetään metalliksi. Pelkistyslämpötila on tav. alle $700^{\circ}C$. Tämän jälkeen meillä onkin valmis kovametallipulveri. Selvyiden vuoksi on edellisestä jätetty joukko jauhamis- ja homogenisimisprosesseja pois.

Kovametallipulverista, minkä keskiraesuuruus on suuruusluokkaa 1μ , puristetaan kylmänä muotissa joko halutun muotoisia kappaleita tai sitten suurempia kappaleita, joista sahaa, hiomalaikkaa, sorvia jne. hyväksi käyttäen muotoillaan halutunlaisia kappaleita. Muodoltaan hiukankin vaikeammat kappaleet on kuitenkin puristuksen jälkeen esisintrattava, jotta niille saataisiin tarpeellista lujuutta jatkokäsittelyä varten. Valmiiksi muotoiltu kappale sitten sintrataan, mikä jo

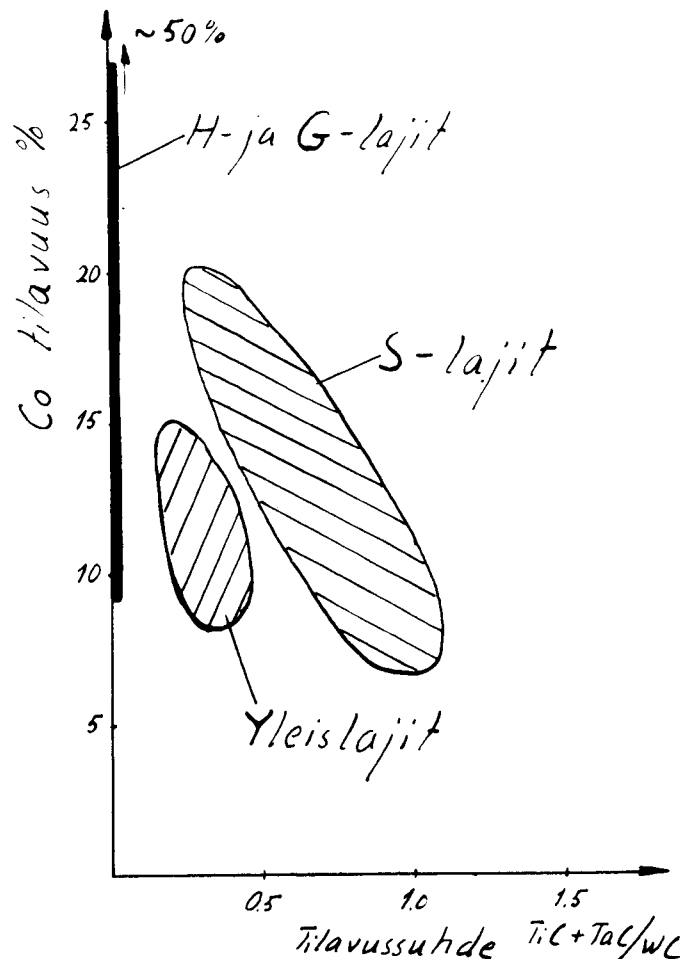
onkin luku sinänsä. Emme tässä kuitenkaan rupea lähemmin tutkimaan sintrausilmioita, riittääköön, kun tiedämme, että sellaiset tekijät kuin sintrauslämpötila, sintrausaika, sintrausatmosfääri, m.m. tyhjösintrausta käytetään nykyisin suuressa mittakaavassa, aivan ratkaisevalla tavalla vaikuttavat valmiin tuotteen ominaisuuksiin. (Niinpä saksalaiset valmistivatkin samasta pulverista kovametallipaloja eri tarkoituksiin, tietenkin vussin rajoituksin, vain sintraamalla ne eri tavalla). Tyhjösintrauksella on varjopuoliaan siltäkin. Nimittäin se alue, minkä rajoissa hiilimäärä saa vaihdella sellaisilla laaduilla, jotka eivät siedä vapaata hiiltä, on niin kapea, että tuottaa vaikeuksia estää n.s. eta-faasin esiintyminen. Tätä vaikeutta ei esiinny käytettäessä grafiittiputkia ja vetyä suojakaasuna. Eräitä, varsinkin suuria ja vaikeasti sintrattavia kappaleita valmistetaan myös kuumapuristamalla t.s. puristaminen ja sintraaminen tapahtuu samanaikaisesti. Voisimme sanoa sitä myös painesintraukseksi. Siinä käytetään tavallisesti grafiittimuotteja ja kuumentaminen tapahtuu joko suoralla virralla tai induktion avulla. Kuumapuristettavissa kappaleissa on yleensä kobolttimäärä korkea, jotta aine olisi mahdollisimman plastinen puristamisen aikana. Sintrauksen jälkeen kovametallipala onkin sitten puhdistusta, tarkastusta ja leimausta vailla valmis markkinoitavaksi. Meillä Suomessa metalliteollisuus valmistaa työkalut yleensä itse, kun useimmissa muissa maissa esim. Ruotsissa myydään suurin osa paloja valmiina työkaluina.

Kovametallilajit voidaan jakaa kahteen pääryhmään, joista ensimmäiseen ryhmään kuuluvat sisältävät vain W-karbidia ja kobolttia sekä enintään joitakin prosentin kymmenesosia muita aineita, toiseen ryhmään kuuluvat kaikki muut. Edellisen ryhmän merkkeinä käytetään Euroopassa yleensä kirjaimia H ja G, sekä jotain numeroa, niin, että jos luettelemme niitä kovimmasta pehmeämpiin ja sitkeämpiin lajeihin päin, tulee luettelo olemaan $H_3 - H_2 - H_1 - G_1 - G_2 - G_3 - G_4 - G_5 - G_6$. Poikkeuksia tähän luetteloon nähden esiintyy joillakin valmistajilla. Kobolttia on kovimmissa ~4%, H_1 :ssä 5%, G_1 :ssä 6%, G_2 :ssä 7—13% ja siinä onkin runsaasti alalajeja, joille eri valmistajat käyttävät erilaisia merkinnöitä, mutta niihin ei liene syytä tässä yhteydessä lähemmin puuttua. G_6 :ssa on kobolttia jo n. 30% eli 50% tilavuudesta.

Toisen ryhmän kovametallilajit sisältävät, paitsi W-karbidia ja kobolttia myös melkein poikkeuksetta titani-karbidia ja useimmat lisäksi tantalikarbidia ja niobikarbidia. On myös kokeiltu useita muitakin, kuten kromin, vanadinin, molybdenin jne. karbideja, sekä joihinkin tarkoituksiin jopa melkein pelkkää boorikarbidia. Sidosaineina on paitsi kobolttia, käytetty myös kromia, rautaa, nikkeliä ja erilaisia ligeerinkejä, mutta koboltti on melkein poikkeuksetta osoittautunut parhaaksi. Tässä yhteydessä lienee syytä mainita eräät puhtaasti keraamiset tuotteet, jotka eivät ole varsinaisesti kovametallia, eivätkä sisällä yhtään metallia pelkkänä, vaan ovat eräistä erittäin kovista oksideista, esim. Al-oksidista sintraamalla valmistettuja tuotteita ja käytetään mm. sorvin terinä. Niitä on joitakin vuosia valmistettu ainakin Amerikassa ja Venäjällä. Näillä voidaan mm. metallityössä käyttää leikkuunopeuksia, jotka moninkertaisesti ylittävät vastaavat nopeudet kovametallilla. Tämä keksintö herättikin aikanaan suurta kohua kovametallivalmistajien keskuudessa, mutta on kuitenkin osoittautunut, että tässä ei ole mikään kovametallin kilpailija, vaan tuote, joka osaltaan täydentää niitä aukkoja, joita

kovametallin käyttöalaan on jäänyt. Metallityöstökoneet eivät ole kehittyneet sille tasolle, että näin suuria nopeuksia voitaisiin useinkaan käyttää hyväksi. Kovametallialalla onkin kehitys viime vuosina kulkenut aivan päinvastaiseen suuntaan, valmistetaan yhä sitkeämpiä ja lujempia kovametallilajeja, jotka tosin vaativat pienempiä leikkuunopeuksia, mutta sallivat suurempia syöttöjä ja kestävät paremmin, erilaisia muita rasituksia ja tekevät mahdolliseksi aikayksikössä irroittaa enemmän lastua kulumisen silti olematta irroitettua aineyksikköä kohti suurempi. Aikayksikössä työstetyn aine-määrän rajoittaakin yleensä koneen kapasiteetti, lähinnä moottorin teho, vaihteiden voimansiirtokyky jne. eikä terä. Tämä kehitys onkin tehnyt mahdolliseksi, että nyt käytetään kovametallia monessa työssä, missä vielä pari, kolme vuotta sitten oli pakko käyttää pikaterästä.

Sitten tulemmekin kovametallin käyttöaloihin. Normaaliaikoina t.s. kun suurimmassa osassa maailmaa vallitsee rauha, käytetään kallioporauksessa, tähän mukaanluettuna kaivosteollisuus, tie- ja vesirakennus, rakennusteollisuus, kiviteollisuus ja kivenraivaus, niin kuin jo alussa mainittiin yli puolet kaikesta kovametallista. Toisen suuren ryhmän muodostavat metalli- ja nimenomaan konepajateollisuus. Metalliteollisuudessa käytetään kovametallia mitä moninaisimpiin tarkoituksiin, luottelemme tässä niistä tärkeimmät: Erilaiset metallityöstökoneiden terät, etenkin sorvinterät, sitten tulevat jyrsin- ja höylänterät, porat, kalvaimet, langanvetokivet, hiekkapuhallinsuuttimet (käytetään paljon



Kuva 2.

myös kiviteollisuudessa), puristintyökälyt, erilaiset kulutuspinnot, brinellkuulat jne. Veisi tässä yhteydessä liian pitkälle käydä lähemmin selvittämään mitä kovametallia mihinkin tarkoitukseen olisi käytettävä, mutta yleisenä ohjeena voidaan pitää, että teräksille, joista työstettäessä lähtee pitkä lastu, käytetään TiC — TaC-pitoisia eli n.s. S- lajeja, ja muihin tarkoituksiin G- ja H ryhmään kuuluvia tai n.s. yleislajeja. (Kuva 2) Nämä yleislajit ovat jonkinlainen välimuoto G- ja S- ryhmän välillä. Ne sisältävät Ti- ja Ta- karbideja, mutta yleensä vähemmän kuin vastaavan kovat S- lajit. Edellämäinnitujen lisäksi käytetään kovametallia mm. puuteollisuudessa terinä, sähköteollisuudessa, mm. kontaktina heikkovirtatekniikassa ja lisäksi mitä erilaisimpiin tarkoituksiin hevosenkengän hokista hammaslääkärin poraan asti.

Sitten joitakin lukuja kovametallin ominaisuuksista.
Kovuus 88—93 R_A eli—1200—1750 Vickers astetta
Ominaispaino 10,5—14,8

Taivutusmurtolujuus	120—240 kg/mm ²
Puristus »	380—560 kg/mm ²
Kimmomoduli	42,000—70,000 kg/mm ²
Ominaisvastus	14—53 mikro-ohm/cm
Lämmönjohtokyky	0,03—0,19 cal/cm sek °C
Lämpölaajenemiskerroin	5—7,5x10 ⁻⁶

Mitä sitten tulee tulevaisuuden näköaloihin, perustamme ennustuksemme siihen tosiseikkaan, ettei tällä hetkellä ole näköpiirissä ainetta, joka voisi syrjäyttää wolframikarbidiin tai edes uhata sitä valta-asemaa, mikä wolframikarbidiilla on sekä kallioporian että metallinleikkuuterien aineosana. Päinvastoin, voimme sanoa, että emme ole vielä loppuun käyttäneet kaikkia niitä resursseja, mitä wolframikarbidi ominaisuuksineen tarjoaa, vaan sitä mukaa kuin kokemuksemme ja tietomme lisääntyvät, tulee kovametallin käyttöala entisestäänkin laajenemaan.

VUORIMIESYHDISTYS RY:N JÄSENET

BERGSMANNAFÖRENINGEN RF:S MEDLEMMAR

15. 5. 1956

KUNNIAJÄSENET: — HEDERSMEDLEMMAR:

Grönblom, Berndt Gustaf, bergsråd, Oy Vuoksenniska Ab. Adress: Havsgatan 7, Helsingfors. Stiftande medlem, hedersmedlem 1956.

Sarlin, Johan Emil, bergsråd. Adress: Pargas. Medlem 1943, hedersmedlem 1945.

JÄSENET — MEDLEMMAR:

Aaltonen, Olavi, ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Pori. Jäsen 1955.

Aarnisalo, Sulo Allan, dipl.ins., Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Antinkatu 15 B 14, Pori. Jäsen 1943.

Abrahamsson, Pontus Bernhard, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrand. Adress: Willmanstrand. Medlem 1955.

Ahlbom, Lars, dipl.ing. Hälsingborgs Kopparverk. Adress: Koppargatan 16, Hälsingborg, Sverige. Medlem 1943.

Ahlfors, Bruce Karl Alexander, dipl.ing. Julius Tallberg Ab, Atlas Copco. Adress: Tomtekulla, Mattby. Medlem 1948.

Ahlström, Hans Erik Gunnar, bergsråd. A. Ahlström Oy. Adress: Norrmark. Medlem 1943.

Alander, Ernst Boris, övering. Högfors Bruk. Adress: Karkkila. Medlem 1945.

Alander, Robert, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1945.

Alanko, Kosti, dipl.ins. G. A. Serlachius Oy, Mäntän konepaja. Osoite: Mänttä. Jäsen 1955.

Alanko, Risto Kalervo, dipl.ins. Karl Forsström Oy. Osoite: Förby. Jäsen 1949.

Alarotu, Auvo Olavi, dipl.ins. Outokumpu Oy, Aijalan kaivos. Osoite: Aijala. Jäsen 1949.

Alenius, Per, dipl.ing. Ingenjörbyrå P. Alenius. Adress: Rödbergsg. 5 A, Helsingfors. Medlem 1953.

Alho, Väinö Ilmari, dipl.ins. Osoite: Salpausselänkatu 39, Kouvola. Jäsen 1943.

Alhopuro, Matti Uolevi, dipl.ins. Tiilikeskus Oy. Osoite: Lielahdentie 2, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1944.

Aminoff, Erik, bergsing. friherre. Adress: Lielaks, Kassor, Pargas. Medlem 1943.

Andersin, Leo, dipl.ing. Orlipuikko Oy. Adress: Leosbrändä, Vanda. Medlem 1944.

Andersson, Sigfrid Aronius, dipl.ing. Lojo Kalkverk Ab, Sibbo Kalkbruk. Adress: Hangelby. Medlem 1944.

Arppe, Hans-Arnold, dipl.ing. A. Ahlström Oy, Karhula bruk. Adress: Karhula. Medlem 1950.

Arppe, Nils Evert, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1955.

Arvela, Aukusti Jeremias, dipl.ins. L. A. Levanto Oy. Osoite: Koroistentie 6—8 F 14, Helsinki. Jäsen 1944.

Asanti, Paavo Kalevi Gabriel, tri.ins. Valtion teknillinen tutkimuslaitos. Osoite: Töölöntullinkatu 5, Helsinki. Jäsen 1944.

Aschan, Lars Johan, dipl.ing. Tampella Oy. Adress: Tammerfors. Medlem 1944.

Aue, Alexander Iskander, dipl.ing. Bolidens Gruvaktiebolag. Adress: Myrängsvägen 24 A, Skelleftehamn, Sverige. Medlem 1945.

Aulanko, Heikki Veikko, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1944.

Auvola, Erkki Kullervo, fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Kauppiaankatu 5 A, Helsinki. Jäsen 1945.

Aulere, Eugen Ahti Johannes, dipl.ins. Högforsin tehdas. Osoite: Karkkila. Jäsen 1943.

Autio, Antti Ilmari, dipl.ins. Oy Esab Ab. Osoite: Haahkatie 10 A 15, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1950.

Backman, Karl Allan, dipl.ing. Edward Larsson & Co. Adress: Kungsgatan 44, Stockholm, Sverige. Medlem 1943.

Barth, Otto, professor. Kungliga Tekniska Högskolan. Adress: Konvaljevägen 5, Stocksund, Sverige. Stiftande medlem.

Berg, Alvar Alfons, ing. Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Imatrankoski. Medlem 1948.

Bergström, Åke Reinhold, fil.dr. Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Cygnaeusgatan 16 A, Helsingfors. Stiftande medlem.

Björck, Bo Herman, bergsing. Stora Kopparbergs Bergslags Ab, Domnarvets Jernverk. Adress: Domnarvet, Sverige. Medlem 1947.

Björck, Ernst Rafael, fil.mag. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1955.

Björnberg, Carl Gustaf, direktör, Ruskealan Marmori Oy. Adress: Hamngatan 2, Helsingfors. Medlem 1944.

Blomqvist, Tor Fjalar, dipl.ing. Oy Marmorihomo Ab. Adress: Johannesbrinken 2 C, Helsingfors. Medlem 1943.

Borg, Torvald, fil.mag., född 2.11.1912. Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Lönnrotsgatan 45 B 56, Helsingfors. Medlem 1956.

Bryk, Petri Baldur, dipl.ins. Outokumpu Oy, Helsinki. Osoite: Puistokatu 9 B, Helsinki. Perustava jäsen.

Bröckl, Hans Alois, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrand. Adress: Willmanstrand. Medlem 1943.

Bäcklund, Paul Olof, dipl.ing. Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Imatrankoski. Medlem 1947.

Bäckström, Carl-Fredrik, dipl.ing. Lojo Kalkverk Ab, Ojamo gruva. Adress: Tjänstemannaklubben, Virkby. Medlem 1955.

Bäckström, Ejnar Mauritz Gunnarsson, Oy Aga Ab. Adress: Topeliusgatan 34 B, Helsingfors. Medlem 1947.

Böök, Lauri Herved, fil.mag. Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrand. Adress: Willmanstrand. Medlem 1943.

Candelin, Max, övering. Pargas Kalkbergs Ab, Adress: Pargas. Stiftande medlem.

Carlsson, Carl-Erik, dipl.ins. Suomen Mineraali Oy. Osoite: Merikatu 3 B 15, Helsinki. Jäsen 1949.

Dahl, Hakon Gustaf, dipl.ins. Oy Strömberg Ab, Helsinki 25—27, Helsinki. Jäsen 1944.

Degerman, Kurt, ryttmästare. Haapakoski Bruks Ab. Adress: Ö. Brunnsparcken 20 B, Helsingfors. Medlem 1953.

Doepel, Carl Adolf Henning, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1943.

Edelman, Nils Holger, fil.dr. Oy Vuoksenniska Ab, Haveri gruva. Adress: Viljakkala. Medlem 1954.

Eerola, Aimo dipl.ins. Savon Voima Oy. Osoite: Kemilänmäki, Kuopio. Jäsen 1946.

Ekko, Pekka, dipl.ins. Osoite: Naantali. Jäsen 1943.

Eklund, Halvdan, dipl.ing., född 1.9.1920. Lojo Kalkverk Ab, Ojamo gruva. Adress: Radhusen, Virkby. Medlem 1956.

Eriksson, Raimo Olavi Alfred, dipl.ins. Lokomo Oy. Osoite: Tampere. Jäsen 1955.

Erkkilä, Eero Ensio, dipl.ins. Outokumpu Oy, Aijalan kaivos. Osoite: Aijala. Jäsen 1954.

Erkko, Eino Ensio, dipl.ins. Toijalan valimo Oy. Osoite: Toijala. Jäsen 1955.

Erämetsä, Kurt Henrik Olavi, prof. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Otakallio C 21, Otaniemi. Jäsen 1946.

Eskola, Anto Kalevi, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1950.

Eskola, Mauri Olavi, ins. Tampella Oy. Osoite: Tampere. Jäsen 1943.

Eskola, Pentti Eelis, prof. Osoite: Kauppiaankatu 8—10, Helsinki. Jäsen 1944.

Falck, Henrik Gustaf, dipl.ing. Finska Kabelfabriken Ab. Adress: St. Cirkeln 13 a B 19, Drumsö, Helsingfors. Medlem 1952.

Forss, Bengt Uno, tekn. dr. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1955.

Forssell, Gösta Johannes, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab, Savo kalkbruk. Adress: Luokolampi. Medlem 1947.

Forsström, Börje Karl Henrik, dipl.ing. Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Medlem 1943.

Forsström, Petter Teodor, bergsråd, Lojo kalkverk Ab. Adress: Virkby. Stiftande medlem.

Forsström, Sigvar, verkst.dir. Karl Forsström Ab. Adress: Förby. Medlem 1951.

Gartz, Åke Henrik, bergsråd. Adress: Sjundeå. Medlem 1943.

Gejrot, Claes Joel, bergsing. Svenska Skifferolja Ab. Adress: Drottninggatan 3, Örebro, Sverige. Medlem 1943.

Granfelt, Danilo Fredrik Benjamin, ing. Statens tekniska forskningsanstalt. Adress: Messeniusgatan 11 B, Helsingfors. Medlem 1955.

Gripenberg, Nils Odert, dipl.ing. Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Imatrankoski. Medlem 1948.

Grönbloom, Sten Gustaf, dipl.ing. Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Imatrankoski. Medlem 1943.

Grönqvist, Per-Olof, dipl.ing. Outokumpu Oy, Björneborgs metallfabrik. Adress: Yhdystie 4, Björneborg. Medlem 1953.

Grönroos, Herbert, ing. Adress: Sailos villa, Grankulla. Medlem 1945.

Grönroos, Yrjö Karl, dipl.ins. Osoite: Vänrikki Stoolinkatu 3 A, Helsinki. Jäsen 1943.

Gustafsson, Caj-Erik, dipl.ing. Oy Rudus Ab. Adress: Bulevarden 10, Helsingfors. Medlem 1953.

Hahti, Karl, dipl.ins. Karl Forsström Oy. Osoite: Förby. Jäsen 1955.

Haapala, Lauri Olavi, dipl.ins. Outokumpu Oy, Ylöjärven kaivos. Osoite: Tampere. Jäsen 1950.

Haapala, Paavo, fil.tri. Outokumpu Oy, Helsinki. Osoite: Otakallio B 17, Otaniemi. Perustava jäsen.

Hackzell, Erik Gustaf Mathias, dipl.ins. Ab Svenska Metallverken. Osoite: Finspång, Ruotsi. Perustava jäsen.

Hakapää, Erkki Antero, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1943.

Hakulin, Håkan, dipl.ing. Wärtsilä-koncernen Ab, Jakobstads Mekaniska Verkstad. Adress: Hamngatan 12, Jakobstad. Medlem 1955.

Hanson, Kurt Fredrik Volmar, dipl.ing. Konsulterande byggnadsingenjör. Adress: Tegelbacken 8, Munksnäs, Helsingfors. Medlem 1943.

Harki, Ilmari Hartvig, yli-ins. Otanmäki Oy. Osoite: Puistokatu 7 A, Helsinki. Perustava jäsen.

Hedström, Helmer, bergsing. Svenska diamantbergborrningsaktiebolaget. Adress: Eriksbergsgatan 12 A, Stockholm, Sverige. Medlem 1945.

Heikkinen, Timo Henrik, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1943.

Heino, Arne Wiljam, dipl.ins. Rikkihappo- ja superfosfaattitehtaat Oy. Osoite: Runeberginkatu 49 A 29, Helsinki. Jäsen 1943.

Heinonen, Ilmari Uuno, dipl.ins. Rikkihappo- ja superfosfaattitehtaat Oy. Osoite: Runeberginkatu 49 A 29, Helsinki. Jäsen 1943.

Heiskanen, Erkki Veli, fil.maist. Myllykoski Oy. Osoite: Myllykoski. Jäsen 1953.

Heiskanen, Eero Sakari, tekn.tri. Sandvikens Jernverks Ab. Osoite: Seljansögatan 5 D, Sandviken, Ruotsi. Jäsen 1949.

Helénus, Lauri Sakari, vuorineuvos Fiskars-yhtymä. Osoite: Kallioliinantie 15, Helsinki. Jäsen 1943.

Hellemaa, Eino, dipl.ins. Outokumpu Oy, Harjavallan sulattimo. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1953.

Helovuori, Esko Olavi, fil.maist. Outokumpu Oy, malminetsintäosasto. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1952.

Helske, Jaakko Juha, dipl.ins. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1952.

Hiltunen, Bruno Sakari Rafael, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Hallitalo, Pori. Jäsen 1943.

Himmi, Reino Valio, fil.maist. Outokumpu Oy, Ylöjärven kaivos. Osoite: Tampere. Jäsen 1943.

Hirvensalo, Erkki, dipl.ins. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1953.

Hirvonen, Vilho Oskari, dipl.ins. Suomen Mineraali Oy, Tapanilan tehdas. Osoite: If. Puistotie 9 b, C Helsinki. Perustava jäsen.

Hollmen, Sven Holger, dipl.ing. Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Medlem 1945.

Holm, Caj Fjalar, dipl.ing. Lojo Kalkverk Ab, Tytyri gruva. Adress: Tytyrigatan 3, Lojo. Medlem 1946.

Holm, Henrik, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab, Åbo Kakelfabrik. Adress: Eriksgatan 7 B 13, Åbo. Medlem 1954.

Holma, Matti, dipl.ins. Kupittaaan Savi Oy. Osoite: Martinkatu 7 D 69, Turku. Jäsen 1949.

Holmberg, Tor Fjalar, övering. Oy Vuoksenniska Ab Helsingfors. Adress: Fabriksgatan 21, Helsingfors. Medlem 1943.

Honkasalo, Jorma Bruno, dipl.ins. Outokumpu Oy, Helsinki. Osoite: Merikatu 19—21, Helsinki. Jäsen 1943.

Huhma, Aarto, fil.maist. Outokumpu Oy, malminetsintäosasto. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1955.

Huhma, Maija, fil.maist. Outokumpu Oy, malminetsintäosasto. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1955.

Hukki, Risto Tapani, prof. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Otakallio A, Otaniemi. Jäsen 1945.

Hulmi, Väinö, dipl.ins. Suomen Kaapelitehdas Oy. Osoite: Haavikkotie 1 I 63, Maunula, Helsinki. Jäsen 1955.

Hyppönen, Viljami, fil.maist. Suomen Malmi Oy. Osoite: Tiaisenkatu 44, Joensuu. Jäsen 1948.

Hyvärinen, Lauri Ilmari, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Koskelantie 23 A 9, Helsinki. Jäsen 1955.

Hyyppä, Kaino Kaarlo Esaias (Esa), fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Taivaanvuohentie 3, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1952.

Häkka, Lennart Rafael, dipl.ins. Oy Kovametalli Ab. Osoite: Lielahdentie 3, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1948.
af Hällsöröm, Carl Ruben, övering. Tampella Oy. Adress: Tammerfors. Medlem 1943.

Hämäläinen, Viljo, fil.maist. Suomen Malmi Oy. Osoite: Santavuorentie 7 B 31, Helsinki. Jäsen 1953.

Härme, Maunu Jalmari, fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Haapalahdentie 9 A 1, Helsinki. Jäsen 1951.

Ilmonen, Eino Ossian, tekn.tri. Lokomo Oy. Osoite: Palomäentie 13, Tampere. Jäsen 1943.

Ingo, Krister, dipl.ing. Bolidens Gruvaktiebolag, Laisvall gruva. Adress: Laisvall, Sverige. Medlem 1950.

Isokangas, Pauli, fil.maist. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1953.

Jalander, Holger, dipl.ins. Neuvotteleva ins. Osoite: Tukholmankatu 7 A, Helsinki. Jäsen 1945.

Jernström, Anders, dipl.ing. Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Imatrankoski. Medlem 1946.

Jokela, Lauri Veli Juhani, dipl.ins. Kajaani Oy. Osoite: Kajaani. Jäsen 1950.

Jokinen, Eeva, dipl.ins. OTK. Osoite: Untamontie 6 D 27, Helsinki. Jäsen 1949.

von Julin, John Lindsay, ing. Oy Fiskars Ab, Åminnefors bruk. Adress: Åminnefors, Skuru. Medlem 1943.

Junttila, Kustaa Aulis Ferdinand, dipl.ins. Sementtiyhdistys r.y. Osoite: Albertinkatu 36 A, Helsinki. Jäsen 1946.

Jäntti, Olavi, fil.maist. Puolustuslaitoksen tutkimuskeskus. Osoite: Mechelininkatu 51 B 20, Helsinki. Jäsen 1954.

Järvinen, Kauko Nestor, prof. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Bulevardi 34 A, Helsinki. Perustava jäsen.

Kaasila, Kauko Johannes, dipl.ins. Outokumpu Oy, Harjavallan sulattimo. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1955.

Kahma, Aarno Assar, fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Hakaniemenkatu 5 A, Helsinki. Jäsen 1945.

Kaitaro, Simo Severi, fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Runeberginkatu 48 A 13, Helsinki. Jäsen 1948.

Kalpa, Sulo Armas, dipl.ins. Paraisten Kalkkivuori Oy. Osoite: Lappeenranta. Jäsen 1949.

Kapanen, Aarne Albin, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Pori. Jäsen 1945.

Karlen, J. Sten-Erik, bergsing. Ab Zinkgruvor. Adress: Svärdsjögratan 12—14, Falun, Sverige. Medlem 1946.

Karvula, Jorma Ragnar, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1946.

Kauranne, E. Kalevi, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Susitie 10 C 26, Herttoniemi, Helsinki. Jäsen 1955.

Kelopuu, Beato, rakennusneuvos, Rakennushallitus. Osoite: Kulosaarentie 31, Kulosaari, Helsinki. Jäsen 1953.

Kihlman, Åke Henrik, bergsråd. Tampella Oy. Adress: Tammerfors. Medlem 1943.

Kilpi, Kosti Olavi, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Antinkatu 12 A 10, Pori. Jäsen 1951.

Kinnunen, Jorma Pentti Eenokki, fil.maist. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Kalevanpuistokatu 2, Pori. Jäsen 1943.

Kippel-Sundholm, Ture, ing. Strå Kalkbruk Ab. Adress: Sala, Sverige. Medlem 1944.

Kitunen, Kyösti, dipl.ins. Paraisten Kalkkivuori Oy. Osoite: Lappeenranta. Jäsen 1949.

Kiukkola, Kalevi Viljam, tekn. tri. Outokumpu Oy, Harjavallan sulattimo. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1949.

Kjellman, Åke Ingvald, dipl.ing. Oy Vuoksenniska Ab, Åbo järnverk. Adress: Slottsgatan 33 B 22, Åbo. Medlem 1944.

Koivulehto, Yrjö, dipl.ins. Suomen Auto Oy. Osoite: Munkkiniemen Puistotie 2 A, Munkkiniemi, Helsinki. Jäsen 1952.

Konkola, Heikki, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1955.

Koponen, Kaarlo Olavi, dipl.ins. Kupittaa Savi Oy. Osoite: Turku 3. Jäsen 1945.

Korhonen, Aarre Einar, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Eteläpuisto 9 A, Pori. Jäsen 1946.

Kosomaa, Lasse, fil.maist. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1944.

Kotiranta, Valerian, dipl.ins. Osoite: Uruguay. Jäsen 1955.

Kouvo, Antti Olavi, fil.maist. Outokumpu Oy, malminetsintäosasto. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1952.

Krafft-Johanssen, Johan Midelfart, bergsing. A/S Sydvaranger. Adress: Caroline Överlandsvei 17b Bekkestua, Oslo, Norge. Stiftande medlem.

Kranck, Ernst Håkan, prof. Mc Gill University. Adress: Montreal, Canada. Stiftande medlem.

Kreutz von Scheele, Heinrich, dipl.ing. Kolsva Järnverk. Adress: Kolsva, Sverige. Stiftande medlem.

Kristola, Runar Reguel, fil.mag. Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Kielotie 9, Sandkulla. Medlem 1943.

Kulompalo, Max, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Mannerheimintie 136 A 2, Helsinki. Jäsen 1955.

Kuokkanen, Antti Veli Ensio, dipl.ins. Kupittaa Savi Oy. Osoite: Vanha Hämeentie 19, Turku. Jäsen 1949.

Kupias, Paavo Matti, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1947.

Kurppa, Reino Olavi, dipl.ins. Outokumpu Oy, Ylöjärven kaivos. Osoite: Tampere. Jäsen 1943.

Käyhkö, Jussi Jaakko, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Kiertokatu 8 as 30, Pori. Jäsen 1950.

Laaksonen, Aarne August, ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1943.

Laaksonen, Reino dipl.ins. Neuvotteleva ins. Osoite: Vimpeli, Kajaani. Jäsen 1952.

Laatio, Gunnar Kaino, dipl.ins. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1946.

Laitakari, Aarne, Vihtori, prof. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Erottajantie 11, Pukinmäki. Jäsen 1944.

Laitakari, Aatto Johannes, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Susitie 10 B 21, Herttoniemi, Helsinki. Jäsen 1955.

Laiti, Ilpo Olavi, fil.maist. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Pohjoisranta 20 C 60, Helsinki. Jäsen 1954.

Laurila, Matti Johannes, fil.maist. Outokumpu Oy, malminetsintäosasto. Osoite: Raivionmäki, Outokumpu. Jäsen 1952.

Lavonius, Otso Wilhelm, dipl.ins. Viialan viilatehdas Oy. Osoite: Viiala. Jäsen 1943.

Le Bell, Casimir, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab, Åbo Kakelfabrik. Adress: Keskitalo, Pitkämäki, Åbo. Medlem 1954.

Lehesalo, Väinö Ilmari, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1949.

Lehmus, Jaakko, dipl.ins. Typpi Oy. Osoite: Torikatu 3, Oulu. Jäsen 1946.

Lehto, Pekka, dipl.ins. Oy Rastor Ab. Osoite: Keralinna, Kerava. Jäsen 1949.

Lehto, Reino Ragnar, hallitusneuvos. Kauppa- ja teollisuusministeriö. Osoite: Annankatu 2 A, Helsinki. Jäsen 1945.

Lehtonen, Esko Antero, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Raivionmäki, Outokumpu. Jäsen 1950.

Leikko, Arvo Antero, dipl.ins. Oy Strömberg Ab, Vaasa. Osoite: Malmökätkä 3, Vaasa. Jäsen 1949.

Leitner, Karl, dipl.ing. Österreichische Amerikanische Magnesit Aktiengesellschaft. Adress: Radentheim, Kärnten.

Leskinen, Aarno Ilmari, dipl.ins. Osoite: Parikkala. Jäsen 1950.

Levanto, Arto Elias, dipl.ins. Otanmäki Oy, Osoite: Otanmäki. Jäsen 1955.

Levanto, Kaarlo Ilmari, yli-ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Antinlinna, Pori. Perustava jäsen.

Levanto, Veijo Jackie, dipl.ins. Oy E. Sarlin Ab. Osoite: Käpylantie 12 B 19, Käpylä, Helsinki. Jäsen 1955.

Lindblad, Lars Gustaf, dipl. ing. Pargas Kalkbruks Ab. Adress: Willmanstrand. Medlem 1945.

Linden, Ben Robert, dipl.ing. Pinkska Kabelfabriken Ab. Adress: Parkgatan 9 B, Helsingfors. Medlem 1948.

Lindfors, Erik, dipl.ing. Bolidens Gruvaktiebolag, Renströmsgruvan. Adress: Renströmsgruvan, Boliden, Sverige. Medlem 1944.

Lindfors, Lars, dipl.ing. Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Grundvägen 20A 28, Munksnäs, Helsingfors. Medlem 1953.

Lindholm, Ole, fil.mag. Otanmäki Oy. Adress: Otanmäki. Medlem 1952.

Lindroos, Arne Rafael, dipl.ing. Fennia Faneeri Oy. Adress: Lahtis. Medlem 1945.

- Lindström, Teuvo*, dipl.ins. Turun teknillinen oppilaitos. Osoite: Kupittaankatu 60, Turku. Jäsen 1943.
- Linna Antti Emil*, dipl.ins. Oy Tutkimus ab. Osoite: Takahuhti Tampere. Jäsen 1943.
- Linnala, Reino*, rehtori. Outokumpu Oy:n ammattikoulu. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1953.
- Ljung, John Erik*, ing. Höganäs-Billesholms Ab. Adress: Linnegatan 5, Höganäs, Sverige. Medlem 1955.
- Lohikoski, Timo* Jorma Juhani, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Pori. Jäsen 1953.
- Lukkarinen, Toimi*, dipl.ins. Outokumpu Oy, Aijalan kaivos. Osoite: Aijala. Jäsen 1949.
- Lundberg, Ake* Melcher Johan, över-ing. Adress: Englebrectsgatan 10, Stockholm, Sverige. Medlem 1943.
- Lupander, Kurt*, fil.mag. Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Grundvägen 24 A 18, Munksnäs, Helsingfors. Medlem 1943.
- Lähteenkorva, Ernesti Eliel*, tekn.tri. Oy Vuoksenniska Ab. Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1949.
- Lähteenoja, Pekka* Johannes, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Tehtaankatu 10, Outokumpu. Jäsen 1954.
- Maaranen, Reino*, ins. Lohjan Kalkkitehdas Oy, Ojamon kaivos. Osoite: Tytyrinkatu 3, Lohja. Jäsen 1955.
- Maijala, Paavo* Veikko, dipl.ins. Outokumpu Oy, Helsinki. Osoite: Mäntytie 3, Helsinki. Jäsen 1946.
- Maliniemi, Martti* Einari, dipl.ins. Luossavaara-Kiruna-vaara Ab, Malmbergetin kaivos. Osoite: Malmberget, Ruotsi. Jäsen 1949.
- Malmia, Tuulo*, Kampo, dipl.ins. Contexo Oy. Osoite: Tehtaankatu 16 B, Helsinki. Jäsen 1943.
- Malmström, Rolf*, dipl.ing. Outokumpu Oy, Björneborgs metallfabrik. Adress: Björneborg. Medlem 1952.
- Marmo, Vladi*, fil.tri. Geological Survey Dept. Osoite: New England, Free Town, Sierra Leone, West Africa. Jäsen 1950.
- Matiso, Arvo*, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Apollonkatu 23 B 43, Helsinki. Jäsen 1949.
- Mattila, Olavi* Johannes, dipl.ins. Osoite: Palopuro. Jäsen 1947.
- Mattila, Pentti* Wilhelm, dipl.ins. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1946.
- Mattila, Väinö Tatu*, fil.maist. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1948.
- Mattila, Yrjö* Albert, dipl.ins. Rikkihappo- ja Superfosfaattitehtaat Oy, Lappeenrannan tehtaat. Osoite: Lappeenranta. Jäsen 1949.
- Mattlar, Uno* Oswald, dipl.ins. Oulun piirin ammattientarkastaja. Osoite: Hallituskatu 5, Oulu. Jäsen 1943.
- Melart, Allan* Mikael, fil.maist. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1955.
- Merenmies, Veli* Martti, dipl.ins. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1949.
- Merikanto, Bengt* Olof, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Kiertokatu 10, Pori. Jäsen 1950.
- Merivuori, Kaimo* Mikael, fil.maist. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1949.
- Metzger, Adolf* August Theodor Ido, prof. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1943.
- Michelsson, Kurt*, dipl.ing. Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Medlem 1950.
- Miekk-oja, Heikki* Malakias, prof. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Abrahaminkatu 9, Helsinki. Jäsen 1946.
- Miettinen, Erkki* Kalervo, dipl.ins. Lohjan Kalkkitehdas Oy, Tytyrin kaivos. Osoite: Tytyrinkatu 3, Lohja. Jäsen 1952.
- Mikkola, Aimo*, fil.tri. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1949.
- Mikkola, Toini* Aurora, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Kalevankatu 42 A 18, Helsinki. Jäsen 1949.
- Mikkola, Toivo* Sulo Artturi, fil.maist. Suomen Malmi Oy. Osoite: Kimmeltie 16, Tapiola. Jäsen 1950.
- Mikkonen, Antti*, fil.maist. Suomen Malmi Oy. Osoite: Kimmeltie 11 C 35, Tapiola. Jäsen 1953.
- Myyryläinen, Risto* Mikael, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1950.
- Mäkelä, Mikko* Salomon, dipl.ins. Valmet Oy, Jyskävuoren tehdas. Osoite: Jyväskylä. Jäsen 1943.
- Mäkikylä, Esko* Penjami, fil.maist. Oy Vuoksenniska Ab, Helsinki. Osoite: Huvilankatu 25 A, Helsinki. Jäsen 1947.
- Mäkilä, Eino*, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Turun rautatehdas. Osoite: Pahaniemi B 25 E, Turku. Jäsen 1953.
- Mäklin, Carl-Fredrik*, dipl.ing. Lohja-Kotka Oy. Adress: Laurinkatu 32 B 22, Lojo. Medlem 1954.
- Mäntynen, Matti*, fil.maist. Outokumpu Oy, Leppävirta. Osoite: Leppävirta. Jäsen 1951.
- Newwonen, Kaarlo* Juhana, fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Koroistentie 6—8 F 7, Helsinki. Jäsen 1953.
- Niemelä, Toivo* I., dipl.ins. Outokumpu Oy, Harjavallan sulattimo. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1949.
- Nieminen, Kaarlo* Kalervo, dipl.ins. Suomen Mineraali Oy. Osoite: Jääkärikatu 10 A 11, Helsinki. Jäsen 1943.
- Nikander, Bo* Johan Mikael, dipl.ing. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1955.
- Nikkanen, Armas* Olavi, ins. Oy Tulenkestävät Tiilet Ab. Osoite: Naatatie 8, Herttoniemi, Helsinki. Jäsen 1954.
- Nikus, John*, dipl.ing. Wärtsiläkoncernen Ab, Dalsbruks järnverk. Adress: Dalsbruk. Medlem 1950.
- Nordenswan, Georg* Carl Gustav, dipl.ing. Oy Grönblom Ab. Adress: Långgatan 7, Ekenäs. Medlem 1951.
- Nordman, Karl* Benjamin (Ben), dipl.ing. Tampella Oy. Adress: Tammerfors. Medlem 1943.
- Norrö, Allan* F., bergsing. Bolidens Grufaktiebolag. Adress: Skelleftehamn, Sverige. Medlem 1953.
- Nousiainen, Erkki* Emil, isännöitsijä, Ruskealan Mar-mori Oy. Osoite: Savonlinna, Louhi. Jäsen 1955.
- Nurmi, Lasse* Olavi, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1947.
- Nurmi, Lea* Tellervo, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1949.
- Nyman, Holger* Olof, dipl.ing. Finska Kabelfabriken Ab. Adress: Bredviksvägen 16 A, Munksnäs, Helsingfors. Medlem 1952.
- Nyman, Sven*, ing. Finska Kabelfabriken Ab. Adress: Gyldensvägen B 13, Drumsö, Helsingfors. Medlem 1943.
- Nynäs, Ole* Aarre Ragnar, fil.mag. Grönberg & Co. Adress: S. Hesperigatan 11 B, Helsingfors. Medlem 1943.
- Nyström, Sigurd* Henrik, övering. Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Medlem 1943.
- Osipov, Igor*, dipl.ing. A. Ahlström Oy, Karhula bruk. Adress: Karhula. Medlem 1944.
- Paarma, Heikki*, fil.maist. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1949.
- Palomäki, Antti* Juhani, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1952.
- Parras, Kauko*, fil.maist. Lohjan Kalkkitehdas Oy. Osoite: Tytyrinkatu 3, Lohja. Jäsen 1948.
- Paulig, Lennart*, ing. A. Ahlström Oy, Karhula bruk. Adress: Karhula. Medlem 1954.
- Peltola, Esko* Niilo Juhani, fil.maist. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Kallela, Outokumpu. Jäsen 1946.
- Peltonen, Aaro* Olavi, dipl.ins. Keskusvalimo Oy. Osoite: Kaironkatu 2, Helsinki. Jäsen 1950.
- Penttilä, Iiro*, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Pori. Jäsen 1955.
- Penttinen, Urho*, fil.maist. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1954.
- Peräinen, Urpo* Juhani, dipl.ins. Suomen Gummitehdas Oy, Savion tehdas. Osoite: Savio A 20. Jäsen 1949.
- Pesola, Pentti* Tapani Matias, dipl.ins. Suomen Mineraali Oy, Paakkilan kaivos. Osoite: Paakkila, Tuusniemi. Jäsen 1947.
- Peterek, Adolf*, dipl.ing. Veitscher Magnesitwerke AG. Adress: Schubertring 10—12, Wien I, Österreich. Medlem 1955.
- Petersen, Emil* Thorvald, Oy Laivateollisuus Ab. Adress: Kaskisgatan 2 C 1, Åbo. Medlem 1943.
- Petven, Bror* Edward Folke, övering. Ab Svenska Metallverken. Adress: Västerås, Sverige. Medlem 1946.
- Peura, Kosti* Olavi, dipl.ins. Oy Strömberg Ab, Pitäjämäen tehdas. Osoite: Ehrensärdintie 10 A 1, Helsinki. Jäsen 1955.
- Pietiläinen, Lauri* Aapeli, dipl.ins. Oy Esab Ab. Osoite: Mannerheimintie 75 A 9, Helsinki. Jäsen 1955.
- Pihko, Esko* Väinö Tapio, dipl.ins. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1949.
- Porko, Jorma* Henrik, dipl.ins. Teollisuuden Työteho-liitto r.y. Osoite: Gyldenintie 12 C 35, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1950.

Punnonen, Yrjö Uolevi, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1953.

Puranen, Maunu, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Bulevardi 29, Helsinki. Jäsen 1945.

Pynnä, Ahti, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Pori. Jäsen 1955.

Pääkkönen, Veikko Herved, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Pohjoiskaari 4 A 8, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1945.

Raade, Tauno Uolevi, ylijohdaja. Neste Oy. Osoite: Hollantilaisentie 24, Munkkiniemi, Helsinki. Jäsen 1943.

Raja-Halli, Heikki Edvard Julius, dipl.ins. Suomen Malmi Oy. Osoite: Otakallio, Otaniemi. Jäsen 1944.

Rask, Gunnar Waldemar, dipl.ins. Valmet Oy, Rautpohjan tehtaas. Osoite: Syrjälänkatu 3, Jyväskylä. Jäsen 1943.

Rautiainen, Mauno, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1953.

Reims, Maurice, dipl.ins. Finska Kabelfabriken Ab, Adress: Tölötorggatan 6 A, Helsingfors. Medlem 1955.

Renvall, Åge, fil.mag. Oy Vuoksenniska Ab, Haveri gruva. Adress: Viljakkala. Medlem 1943.

Riala, Matti Johannes, dipl.ins. Outokumpu Oy, Ylöjärven kaivos. Osoite: Tampere. Jäsen 1947.

Ringbom, Anders Johan, prof. Åbo Akademi. Adress: Vårdbergsgatan 8 C, Åbo. Medlem 1944.

Rinne, Oiva Risto, dipl.ins. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1955.

Roitto, Rauno Rikhard, dipl.ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Kiertokatu 10 as 37, Pori. Jäsen 1949.

Roos, Marjatta, dipl.ins. Oy Cosmia Ab. Adress: Glimmervägen 11, Hagalund. Medlem 1953.

Roos Ulf, dipl.ins. Ekono. Adress: Glimmervägen 11, Hagalund. Medlem 1953.

Rosen, Nils, bergsing. Adress: Grevmagnigatan 6, Stockholm, Sverige. Medlem 1943.

Rostedt, Esa, ins. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Pori. Jäsen 1955.

Rudqvist, Sven, ing. Hellefors Bruks Ab. Adress: Hällefors, Sverige. Medlem 1950.

Runolinna, Olli Veikko *Urmis*, tekn. lis. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1947.

Ryselín, John Wilhelm, yli-ins. Outokumpu Oy, Harjavallan sulattimo. Osoite: Harjavalta. Perustava jäsen.

Räsänen, William Kalevo, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Haverin kaivos. Osoite: Viljakkala. Jäsen 1946.

Räsänen, Veikko, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Fleminginkatu 7 B 50, Helsinki. Jäsen 1953.

Saari, Eero Väinö vuorineuvos, Oy Airam Ab. Osoite: Ratakatu 1b A 2, Helsinki. Jäsen 1955.

Saari, Kaarlo Matti Juhani, dipl.ins. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1953.

Saarni, Kalevi, fil.maist. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1955.

Saksela, Maritti Olavi, prof. Helsingin yliopisto. Osoite: Tempelinkatu 21, Helsinki. Jäsen 1945.

Salli, Ilmari, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Vartiokylä. Jäsen 1954.

Salonen, Carl Birger, dipl.ins. Oy Otia Ab. Adress: Mannerheimvägen 52 A, Helsingfors. Medlem 1947.

Salmi, Martti, fil.tri., syntynyt 24.9. 1908. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Bulevardi 9 A 22, Helsinki. Jäsen 1956.

Sandberg, Bo, dipl.ins. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1948.

Sandelin, Reino Kristoffer, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Haverin kaivos. Osoite: Viljakkala. Jäsen 1956.

Sarlin, Johan Erik, dipl.ins. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1947.

Savolainen, Taavetti Edvard, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Kalevankatu 46 A, Helsinki. Jäsen 1944.

Schmidt, Jürgen Heinrich, dipl.ins. Pargas Kalkbergs Ab, Helsingfors. Adress: Tallvägen 13 C 22, Helsingfors. Medlem 1949.

Schubert, Walther, dr I.G. Farbenindustrie, Ludwigs-hafens fabriker. Adress: Peter Schnellbachstrasse 24, Neckargemünd bei Heidelberg, Deutschland. Medlem 1944.

Seeste, Yrjö Heikki *Sakari*, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1948.

Seitsaari, Juhani, fil.tri. syntynyt 9.10. 1913. Helsingin yliopiston geologian ja mineralogian dosentti. Osoite: Runeberginkatu 49 A 19, Helsinki. Jäsen 1956.

Seppänen, Simo Iivari, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1955.

Siiharla, Toivo Ilmari, dipl.ins. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Tehtaankatu 13 E 72, Helsinki. Jäsen 1950.

Siivama, Erkki, dipl.ins. Ojaputki Oy. Osoite: Korja. Jäsen 1955.

Similä, Pentti Eerikki, dipl.ins. Lohjan Kalkkitechdas Oy, Tytyrin kaivos. Osoite: Asemakatu 5—7 C 28, Lohja. Jäsen 1955.

Simola, Olli Jaakko Juhani, yli-ins. Lokomo Oy. Osoite: Hämeenkatu 7 A, Tampere. Perustava jäsen.

Simola, Torsti Antero, dipl.ins. Suomen Malmi Oy. Osoite: Ilmarinkatu 4 B 48, Helsinki. Jäsen 1945.

Simonen, Ahti, fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Urheilukatu 42 A 5, Helsinki. Jäsen 1949.

Sipilä, Kalle Kustaa *Olavi*, dipl.ins. Valmet Oy, Rautpohjan tehtaas. Osoite: Jyväskylä. Jäsen 1943.

Smeds, Gunnar Johannes, dipl.ins. Oy Rudus Ab. Adress: Munksnäsallén 13 A, Munksnäs, Helsingfors. Medlem 1949.

Snellman, Mats Gunnar, tekn. dr. Oy Vuoksenniska Ab, Imatra järnverk. Adress: Imatrankoski. Medlem 1949.

Soininen, Jarmo, dipl.ins. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1946.

Solin, Arno Henrik, vuorineuvos. Tampella Oy. Osoite: Tampere. Jäsen 1943.

Sigell, Jarl Olof Rene, dipl.ins. P.C. Rettig & Co. Adress: St. Tawastgatan 26 A, Åbo. Medlem 1944.

Stigzelius, Herman Emil, tekn.dr. Handels- och Industri-ministeriets gruvbyrå. Adress: Bulevarden 26 A 10, Helsingfors. Stiftande medlem.

Stople, Tor, fil.mag., född 25.4. 1927. Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Vargvägen 10 C, Hertonäs, Helsingfors. Medlem 1956.

Strandström, Gustaf Eskil, ing. Lojo Kalkverk Ab. Adress: Virkby. Stiftande medlem.

Strandström, Georg Eskil Magnus, fil.mag. Oy Vuoksenniska Ab, Helsingfors. Adress: Virkby. Medlem 1953.

Suila, Matti, fil.maist. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1954.

Sulonen, Martti Seppo, tekn.lis. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Isokaari 11b B 16, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1949.

Sundman, Folke, fil.mag. Akkulamulator-Industri Ab. Adress: Holmbergs villa, Kilo. Medlem 1946.

Suoninen, Eero, dipl. ins. Osoite: Martinkatu 15 C 4, Turku. Jäsen 1953.

Säynäjärvi, Klaus, fil. maist. Suomen Mineraali Oy. Osoite: Museokatu 44 A 12, Helsinki. Jäsen 1955.

Söderström, Bertel Gustaf, fil.mag. Adress: Mauritzgatan 2, Helsingfors. Medlem 1944.

Takala, Esa Kalevi *Sakari*, dipl.ins. Kiteen keskikoulu. Osoite: Kitee. Jäsen 1943.

Tallberg, Bertil, kommerseråd. Adress: Ö. Brunnsparcken 11, Helsingfors. Medlem 1945.

Tamminen, Erkki Juho *Ilmari*, dipl. ins. Lokomo Oy. Osoite: Tampere. Jäsen 1949.

Tanner, Heikki, yli-ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1943.

Tavela, Matti Sakari, fil. maist. Oy Prospector Ab. Osoite: Asemakatu 5 — 7, Lohja. Jäsen 1952.

Tikkanen, Matti Hakon August, prof. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Freesenkatu 5 A 35, Helsinki. Jäsen 1943.

Tillman, Lars Holger Christian, dipl.ins. Mensa Oy. Osoite: Sibeliuksenkatu 9 B 16, Hämeenlinna. Jäsen 1947.

von Timroth, Michael Heinrich, dipl.ins. Lojo Kalkverk Ab, Ojamo gruva. Adress: Virkby. Medlem 1943.

Toivanen, Toivo Adrian, dipl. ins. Outokumpu Oy, Harjavallan sulattimo. Osoite: Harjavalta. Jäsen 1943.

Torsti, Kyösti Aarne Kalervo, dipl.ins. Raah Oy. Osoite: Raah. Jäsen 1955.

Troupp, Angélique, fil.mag. född 25.7. 1916. Oy Vuoksenniska Ab, Åbo Järnverk. Adress: Gertrudsgatan 3A 3, Åbo. Medlem 1956.

Tuomikoski, Juho Jaakko, dipl.ins. Valmet Oy, Rautpohjan tehtaas. Osoite: Valajankatu 1, Jyväskylä. Jäsen 1950.

Tuominen, Heikki, fil.maist. Suomen Malmi Oy. Osoite: Otaharju A, Otaniemi. Jäsen 1945.

Tuori, Osmo Jouni Valtteri, dipl.ins. Oy Airam Ab. Osoite: Isokaari 3 A 9, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1948.

Turtiainen, Eino Emerik, dipl.ins. Insinööritoimisto Auramo. Osoite: Runeberginkatu 49 A 12, Helsinki. Jäsen 1948.

Turtola, Erkki Samuel, dipl.ins. Suomen Maanviljelijäin Tehdas Oy, Jokelan tehdas. Osoite: Jokela. Jäsen 1943.

Turunen, Olli Eero Iisakki, dipl. ins. Outokumpu Oy, Aijalan kaivos. Osoite: Aijala. Jäsen 1943.

Tuulos, Erkki Kustaa, dipl. ins. Oy Vuoksenniska Ab, Imatran rautatehdas. Osoite: Imatrankoski. Jäsen 1952.

Tyynele, Toivo Kalervo, dipl.ins. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1953.

Törn, Lars, dipl.ing. A. Ahlström Oy, Karhula bruk. Adress: Karhula B 326. Medlem 1950.

Törngqvist, Gösta, fil.dr. Ab Elektrisk Malmletning. Adress: Björngårdsgatan 13, Stockholm Sö, Sverige. Medlem 1952.

Törnqvist, Karl Hugo, dipl.ins. Paraisten Kalkkivuori Oy. Osoite: Aninkaistenkatu 5 A 12, Turku. Jäsen 1947.

Tötterman Urdar Edvard, dir. Finska Mineral Ab. Adress: Tempelgatan 14, Helsingfors. Medlem 1948.

Unckel, August Herman, prof. Svenska Metallverken Ab. Adress: Finspång, Sverige. Medlem 1946.

Vaasjoki, Oke, fil.tri. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Otsolahdentie 20 A 3, Tapiola. Jäsen 1949.

Wahlforss, Wilhelm, bergsråd. Wärtsilä-koncernen Ab. Stiftande medlem. Adress: Toppelund, Westend.

Walden, Olavi, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Etelä Hesperiankatu 28 A, Helsinki. Jäsen 1954.

Wallen, Börje, ing. Wärtsilä-koncernen Ab, Jakobstad Mekaniska Verkstad. Adress: Hamngatan 12, Jakobstad. Medlem 1944.

Valorinta, Veikko Väinö Bruuno, tekn.lis. Lokomo Oy. Osoite: Ilmarinkatu 9 E 37, Tampere. Jäsen 1945.

Valtakari, Urho Valter, dipl.ins. Paraisten Kalkkivuori Oy. Osoite: Lappeenranta. Jäsen 1948.

Vanha-Honko, Lasse Aatos, dipl.ins. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1952.

Varma, Arno Mauri, fil.maist. Outokumpu Oy, Aijalan kaivos. Osoite: Aijala. Jäsen 1947.

Vartiainen, Osmo Oiva, dipl.ins. Rhodesian Selection Trust Ltd. Osoite: Kalulushi, Northern Rhodesia, Southern Africa. Jäsen 1952.

Weckman, Johan Werner, bergsråd, Adress: Museigatan 34 B, Helsingfors. Medlem 1943.

Veltheim, Valto, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Meritullinkatu 16 A, Helsinki. Jäsen 1954.

NUORET JÄSENET — YNGRE MEDLEMMAR

Huhta, Jussi, fil.maist. Geological Survey Dept. Osoite: New England, Free Town, Sierra Leone, West Africa. Nuori jäsen 1950.

Kilpinen, Matti, dipl.ins. Osoite: Lauttasaarentie 36 C 27, Lauttasaari, Helsinki. Nuori jäsen 1954.

Kilponen, Jaakko Tapani, dipl.ins. Osoite: Otaniemi 54. Nuori jäsen 1954.

Koivikko, Lauri Johannes. dipl.ins. Suomen Malmi Oy. Osoite: Otaniemi D 21. Nuori jäsen 1953.

Lehtonen, Yrjö, dipl.ins. Osoite: Mechelininkatu 17 A 6, Helsinki. Nuori jäsen 1953.

Mäkipirtti, Simo, dipl.ins. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Pietarinkatu 2 A 9, Helsinki. Nuori jäsen 1952.

Niemi, Aarre Ensio, dipl.ins. Rosenlew & Kump., Porin Konepaja. Osoite: Pori. Nuori jäsen 1948.

Porkka, Jorma Harras, dipl.ins. Osoite: Laivastokatu 6 B, Helsinki. Nuori jäsen 1951.

Rintala, Risto Veikko Aarne, dipl.ins. Valmet Oy, Rautpohjan tehtaas. Osoite: Jyväskylän. Nuori jäsen 1948.

Tennilä, Paavo Valdemar, dipl.ins. Lokomo Oy. Osoite: Tampere. Nuori jäsen 1952.

Varonen, Matti Veli, dipl.ins. Osoite: Albertinkatu 17 C 31, Helsinki. Nuori jäsen 1953.

Villikka, Kauko Juhani, dipl.ins. Osoite: Otaniemi F 82. Nuori jäsen 1954.

Voutilainen Irja dipl.ins. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Lutherinkatu 6 A 13, Helsinki. Nuori jäsen 1948.

Antola, Reijo, Kauno syntynyt 27.2. 1931. Osoite: Otaniemi E 56. Nuori jäsen 1956.

Collan, Johan Krister, Adress: Mannerheimvägen 14 A 4, Helsingfors. Yngre medlem 1954.

Erkkilä, Esko Einari. Osoite: Otaniemi C 85. Nuori jäsen 1954.

Jumppanen, Veikko Kalevi, syntynyt 28.4.1934. Osoite: Meritullinkatu 13 C, Helsinki. Nuori jäsen 1956.

von Wendt, Gunnar Henrik Thorstensson, ing. Tykö Bruks Ab. Adress: Tykö. Stiftande medlem.

Vesa, Yrjö Waldemar, vuorineuvos. Teollisuuden Autojaki Vastuuvakuutusyhtiö. Osoite: It. Kaivopuisto 15, Helsinki. Jäsen 1949.

Vesasalo, Arvo, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Otavantie 8 A 2, Lauttasaari, Helsinki. Jäsen 1954.

Westerlund, Björn Georg Wilhelm, dipl.ing. Finska Kabelfabriken Ab. Adress: Gräsviksgatan 6 A, Helsingfors. Medlem 1947.

Westerlund, Per Martin Ensio, dipl.ins. Outokumpu Oy, Outokummun kaivos. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1949.

Wetzell, Lars Wilhelm, dipl.ins. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos. Osoite: Lampinsaari. Jäsen 1944.

Viertokangas, Viljo Olavi, dipl.ins. Otanmäki Oy. Osoite: Otanmäki. Jäsen 1954.

Witonen, Walter Viktor, dipl.ins. Suomen Puunjalostusteollisuuden työnantajaliitto. Osoite: Meritullinkatu 7, Helsinki. Jäsen 1943.

Viluksela, Erkki Johannes, fil.maist. Outokumpu Oy, malminetsintäosasto. Osoite: Holvilankatu 26 A, Outokumpu. Jäsen 1953.

Virkkunen, Viljo Rafael, dipl.ins. Maanmittaustoimisto Viljo Virkkunen. Osoite: Mechelininkatu 51 A 11, Helsinki. Jäsen 1947.

Wirtanen, Maunu Sakari, dipl.ins. Riihimäen Lasi Oy. Osoite: Riihimäki. Jäsen 1943.

von Volborth, Aleksis, fil.tri. Osoite: Miinalantie, Leppävaara. Jäsen 1955.

Wrede, Gustaf Woldemar, friherre. Valmet Oy. Adress: Königstedt gård, Sjöskog. Stiftande medlem.

von Wright, Gunnar, överste. Finlands Metallindustri-förening. Adress: Tölögatan 12 A, Helsingfors. Medlem 1944.

Wuolijoki, Eero Väinö, fil.maist. Outokumpu Oy, Porin metallitehdas. Osoite: Kiertokatu 11 A, Pori. Jäsen 1952.

Vähätalo, Veikko Olavi, fil.tri. Outokumpu Oy, malminetsintäosasto. Osoite: Outokumpu. Jäsen 1943.

Väyrynen, Heikki Allan, prof. Teknillinen korkeakoulu. Osoite: Tempelinkatu 13, Helsinki, Jäsen 1944.

Yletyinen, Veijo, fil.maist. Geologinen tutkimuslaitos. Osoite: Ollintie 4, Vartiokylä. Jäsen 1954.

Zeidler, Waldemar, bergsing. Svenska Skifferolje Ab. Adress: Närkes Kvarntorp, Sverige. Medlem 1943.

Öhman, Börje, fil.mag. Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Pargas. Medlem 1954.

Juntunen, Väinö Veikko. Osoite: Pursimiehenkatu 27 B 12, Helsinki. Nuori jäsen 1955.

Korhonen, Olli Väinö. Osoite: Mäntytie 12 B, Helsinki. Nuori jäsen 1955.

Lappalainen, Seppo. Osoite: Otaniemi D 53. Nuori jäsen 1955.

Lautjärvi, Jaakko Johannes, syntynyt 1.10. 1930. Osoite: Otaniemi A 66. Nuori jäsen 1956.

Lehmuskallio, Seppo Ilmari. Osoite: Otaniemi F 54. Nuori jäsen 1955.

Lilius, Kai Rainer. Osoite: P. Hesperiankatu 15, Helsinki. Nuori jäsen 1955.

Matikkala, Aaro Untamo, syntynyt 15. 4. 1930. Osoite: Mannerheimintie 37 B 33, Helsinki. Nuori jäsen 1956.

Miettinen, Jorma. Osoite: Otaniemi A 35. Nuori jäsen 1953.

Mäkelä, Onni Olavi, syntynyt 1.9. 1928. Osoite: Lapinlahdenkatu 27 B 14, Helsinki. Nuori jäsen 1956.

Mäkelä, Reino Juhani. Osoite: Meritullinkatu 16 A 6, Helsinki. Nuori jäsen 1954.

Palviainen, Mikko Ilmari, syntynyt 2.5. 1933. Osoite: Punavuorenkatu 2 A 10, Helsinki. Nuori jäsen 1956.

Rapeli, Hannu Antero, syntynyt 6.5. 1933. Osoite: Otaniemi E 56. Nuori jäsen 1956.

Räisänen, Raimo Anssi, syntynyt 21. 6. 1932. Osoite: Aleksis Kivenkatu 4—8 C 55, Helsinki. Nuori jäsen 1956.

Saari, Tapio Heikki Sakari. Osoite: Otaniemi C 71. Nuori jäsen 1955.

Saarikoski, Jaakko. Osoite: Ruskealan Marmorioy, Savonlinna, Louhi. Nuori jäsen 1953.

Seeste, Leo Rauno. Osoite: Saunalahdentie 3, Munkkiniemi, Helsinki. Nuori jäsen 1954.

Ylijoki, Pentti Helmeri, syntynyt 23.3. 1934. Osoite: Otaniemi E 51. Nuori jäsen 1956.

Ylikotila, Oiva Jaakko. Osoite: Otaniemi B 16. Nuori jäsen 1955.



Vuorineuvos

Eero Mäkisen mitali

Noin kaksi vuotta sitten pitämässään vuosikokouksessa päätti Vuorimiesyhdistys lyöttää mitalin kunnioittaakseen edesmenneen vuorineuvos Eero Mäkisen muistoa. Yhdistyksen monisatalukuinen jäsenistö halusi tällä tavoin säilyttää kiitollisessa muistissaan vuorineuvos Mäkisen ainutlaatuisen arvokkaan ja pitkäaikaisen toiminnan yhdistyksen hyväksi. Lisäksi Vuorimiesyhdistys halusi myös jälkimaailmalle antaa muiston vuorineuvos Mäkisen suurtyöstä maamme vuoritoimen kehittämisessä.

Vuorimiesyhdistyksen hallitus, joka nyttemmin on toteuttanut mitalihankkeen, katsoi ylläsanotun lisäksi velvollisuudekseen lyöttää myös ansiomitalin, jossa olisi sama aihe kuin muistomitalissakin. Samalla päätettiin, että yhdistyksen jäsenten lunastettavissa oleva muistomitali lyötetään pronssista, kun taas ketjuilla varustettu ansiomitali valmistetaan hopeasta. Molempiin mitaleihin tarvittava metalli on saatu Outokummusta, kaivoksesta, jonka hyväksi vuorineuvos Mäkinen suoritti elämäntyönsä.

Maamme teollisuuspiirien arvokkaan tuen turvin on mitalikysymys nyt toteutettu ja muistomitalit toimittu asianomaisille. Ansiomitali taas voidaan säännösten mukaan myöntää henkilölle, joka erikoisen ansiokkaasti on edistänyt Suomen vuoriteollisuutta tai siihen liittyviä toiminta-aloja.

Molemmat mitalit ovat kuvanveistäjä Kalervo Kallion ansiokasta käsialaa.

Tilinpäätös.

Vuorineuvos Mäkisen muistomitali

Menot

Kalervo Kallio	100.000: —	
Valmistuskulut	243.365: —	
Sekalaiset kulut	15.135: —	358.500: —

Tulot

Lahjoitukset	260.000: —	
Myyty mitaleja	96.840: —	356.840: —
Tappio	mk	1.660: —

Helsingissä, 6 p. huhtikuuta 1956.

Mitalitoimikunta

Aarne Laitakari John Ryselin
Caj Holm

Vuorimiesyhdistys ry — Bergsmannaföreningen rf hallituksen määrääminä olemme tarkastaneet vuorineuvos E. Mäkisen muisto- ja ansiomitalin valmistuksesta ja jakelusta aiheutuneet menot ja tulot ja saamme kunnioittaen esittää seuraavaa:

Tilinpäätös, mikä on mielestämme oikein laadittu, päättyy mk:n 1.660: — tappioon.

Tulotositteiden perusteella olemme todenneet, että lahjoitusvarat on käytetty k.o. tarkoitukseen.

Ylläolevan perusteella ja koska asioita on hoidettu huolellisesti ja menestyksellisesti ehdotamme, että asianomaisille myönnetään tili- ja vastuuvapaus. Tappion ehdotamme siirrettäväksi yhdistyksen kannettavaksi.

Helsingissä, 7 päivänä huhtikuuta 1956.

Antti Autio

Oke Vaasjoki

JALANDER MAGNETOMETRI

Dipl.ins. HOLGER JALANDER, Helsinki

Kun puhutaan minkä alan mittauskojeista hyvänsä, on yleisen kehityksen kulku se, että ne pyritään tekemään suoraan osoittaviksi, mikä tahtoo sanoa, että mitattava suure välittömästi esiintyy kojeen indikaattorissa. Vastakohtana ovat kojeet, missä tulos saadaan vasta eräiden sekundaaristen toimenpiteiden jälkeen. Kysymys on siis selvästi määrätynlaisesta rationalisointipyrkimyksestä, missä asian toinen puoli, mittaustulosten saaminen, halutaan helpottaa. Tulosten tulkinta ja hyväksikäyttö muodostaa toisen probleeman, johon liittyvät sille ominaiset vaikeudet.

Sovellutetun geofysiikan kenttämittaukset tapahtuvat luonnon »laboratoriossa» missä puuttuvat suojaavat neljä seinää, ja kuitenkin joudutaan siellä mittaamaan varsin pieniä ja arkaluontoisia suureita. Lisäksi käytetään nykyään mittausten teossa, hyvinkin yleisesti, miehiä joilla ei tarvitse olla yleistä teknillistä koulutusta. Heiltä vaaditaan etupäässä huolellisuutta ja kykyä liikkua luonnonssa. Tämäkin edustaa vissiä rationalisoinnista.

Nämä näkökohdat aiheuttivat useita vuosia sitten sen, että ryhdyin toteuttamaan erästä vanhaa lempiajatustani, suoraan osoittavan magnetometrin kehittämistä. Tosin Tiberg koje on juuri tällainen, mutta onhan sillä omat puutteensa tekniikan nykyisen tason huomioiden.

Ensimmäinen koekappale oli käytössä v. -48 Lapissa, jolloin kävi selville periaatteen käytännöllinen oikeutus, joskin koje ei vielä ollut tyydyttävä. Vuoteen -53 saakka olin erikoisesti Lapissa oman praktiikkani yhteydessä tilaisuudessa käyttämään ja parantamaan kojetta, jolla kesällä -50 suoritettiin aeromagneettistakin mittausta.

Koska vähitellen kävi ilmi, että kiinnostusta muillakin tahoin kojetta kohtaan esiintyi ryhdyin -53 ja -54 Suomen Kulttuurirahaston ja Suomen Luonnonvarojen Tutkimuslaitoksen apurahojen turvin, lopullista kehitystä tarkoitaviin toimenpiteisiin, ja näin oli mahdollista pienin erin asettaa koje maamme malminetsintäpiirien käyttöön.

Näihin aikoihin rupesi markkinoilla esiintymään germaniumiin perustuvia n.s. transistoroja ja lähellä olevia tuotteita, alunperin U.S.A:ssa robottiasemia silmälläpitäen kehitettyjä, ja se että niitä nyt oli saatavissa vapailla markkinoilla oli omiaan ratkaisemaan eräitä tärkeitä pulmia myös magnetometrissäni, tosin vasta eräiden pettymysten jälkeen.

Oheisessa kuvassa nähdään koje nykyisessä muodossaan.

Paino n. 2,5 kiloa.

Läpimitta 11 sm.

Korkeus 20 sm.

Pariston kestoaika 3—4 viikkoa.

Koje kannetaan normaalisesti kaulahihnasta, ilman jalustaa, ja tapahtuu mittaus asettamalla kuplavaaka likimain keskustaan, jonka jälkeen painetaan nappia, ja luetaan mittarin näyttämä arvo.

Mittausalueita on 5, herkimmän asteikon ollessa n. 50 grammaa per jakoosa, josta voidaan lukea n. 1/4 astetta. Epäherkimmillä asteikolla voidaan tarvittaessa lukea aina 200,000 gamman kenttiä. Lukemat ovat lineaarisia, jopa suuremmillakin kenttävoimakkuuksilla.

Lisäksi on mahdollista kytkeä kojeeseen kaapelin varassa oleva erillinen mittauselementti mittauksia varten vaikeasti päästävissä paikoissa, kuten porareijissä ja vesistöjen pohjassa.

Eräin lisäksi voidaan koje varustaa itsepiirtävällä mittarilla, jatkuvaa rekisteröintiä varten, esim. mitatessa laivasta tai veneestä käsin joko vedenpinnalla tai sen alla. Varustettuna gyrohyrällä ja itsepiirtävällä mittarilla saadaan aeromagneettinen laite joka mittaa vertikaalikomponentin herkkyydellä 50 gammaa per aste.

Kaikkeja lueteltuja mittaustapoja on käytännössä menestyksellä käytetty.

Summary

A short description is given regarding the Jalander electrical magnetometer developed in Finland. This is an direct showing instrument measuring magnetic fields from 20 to 200,000 gammas. It is easely portable (weight 2,5



kilos) and is used in Finland by all important mining companies and prospecting firms.

It allows fast field work in normal prospecting, but is capable of many special applications, as measurements in drill holes, work from moving vehicles, underwater work even on the sea bottom e.t.c.

By means of some auxiliary equipment continuous record of the magnetic field can be made on land, on and under water and in the air. Such works have been actually executed.

Vuoriteollisuusosasto teknillisessä korkeakoulussa

Diplomi-insinööritutkinnon kaivostekniikan opintosuunnalla ovat suorittaneet *Matti Kilpinen, Jaakko Tapani Kilponen, Lauri Johannes Koivikko, Jorma Harras Porkka ja Kauko Juhani Villikka.*

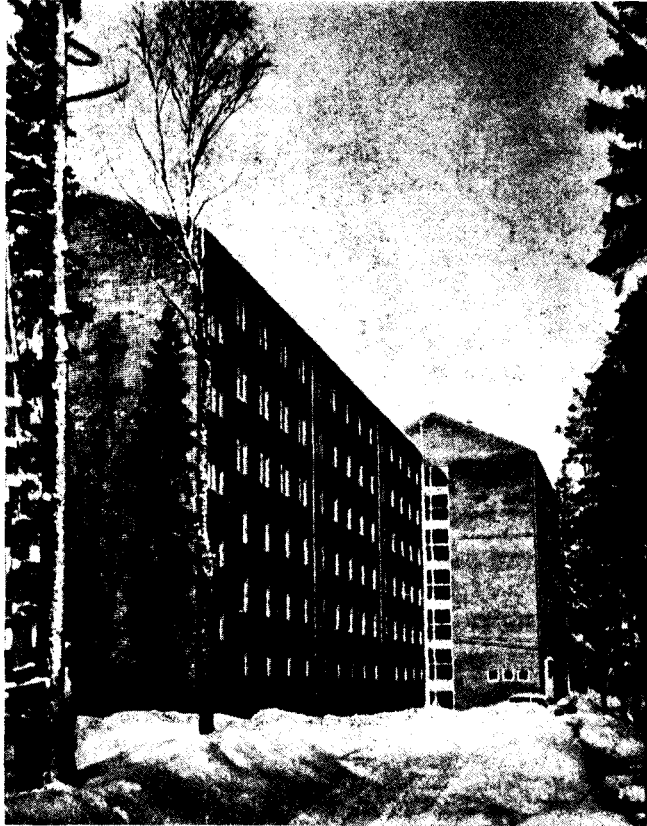
Diplomi-insinööritutkinnon metallurgian opintosuunnalla on suorittanut *Yrjö Matti Lehtonen.*

Vuosikokous — Årsmötet 14. 4. 1956.

På årsmötet den 14 april 1956 beslöt bergsmannaföreningen att kalla bergsrådet *Berndt Grönblom* till föreningens hedersmedlem.

Yhdistyksen hallituksen erovuorossa olleiden jäsenten tilalle valittiin professori Kauko Järvinen ja dipl.ins. Carl-Erik Carlsson.

Hallitus ilmoitti, että kesäkokous tullaan pitämään Porissa ja Harjavallassa todennäköisesti elokuun 18 ja 19 päivinä.



Geologisen tutkimuslaitoksen uusi toimitalo Otaniemessä

otettiin urakoitsijalta vastaan vuoden vaihteessa. Sähkömuuntamo, puhelinkeskus ja irtain kalusto eivät vielä ole valmiina. Osittain on talo jo nyt käytössä, mutta lopullinen muutto voidaan suorittaa vasta toukokuun kuluessa.

Toimitalon on suunnitellut geologisen tutkimuslaitoksen ohjeiden mukaan rakennushallitus. Arkkitehtina on ollut Eva Larkka. Pääurakoitsijana on ollut rakennusliike Arvi Ahti Oy Turusta, sähköurakoitsijana Hedengren Oy, vesi- ja lämpöjohtojen osalta Vesi ja Lämpö Oy ja ilmastoinnin osalta Airator Oy.

Talon kuutiosisäily on 23200 m³. Talossa on 6 kerrosta ynnä kellarikerros. Kaksi alinta kerrosta on varattu varastoiksi. Kerrosten sisäkorkeus on 2,5 m, varastoissa 2,2 m. Liikennettä talossa välittää 2 henkilö- ja 1 tavarahissiä.

Talossa on öljylämmityskeskus, joka lämmittää myös lähellä olevan palokoulun ja tulee lämmittämään myös lähelle rakennettavan poliisikoulun. Sähkömuuntamo tulee palvelemaan myös näitä naapurirakennuksia.

Talon 6:ssä kerroksessa on kemialliset laboratoriot ym. 5:ssä on maaperäosasto, 4:ssä malmiosasto, 3:ssä kallio-peräosasto ym., 2:ssä hallinnollinen toimisto, kirjasto, piirtämö, lounashuone, keittiö ym. 1:ssä kerroksessa on julkaisuvarasto, arkisto, kivi- ym. varastoja ja kivi-

museo sekä vahtimestarin ja talonmies-lämmittäjän asunnot. Kellarikerroksessa on polttoainevarasto, lämmityskeskus, muuntamo, murskaamo ja varastoja.

Lounashuone ja keittiö ja niiden alla oleva kivimuseo ovat Kivimiehentien puolella olevassa kaksikerroksisessa rakennuksessa. Geologisen tutkimuslaitoksen talon tontti on noin 2 ha, sijaiten Tykkätien ja Kivimiehentien kulmassa. Tontille rakennetaan vielä erillinen autotallirakennus. Siinä on tilaa vastaisille lisärakennuksille tai talon jatkamiselle. Talon pituussuunta on suurinpiirtein pohjoisesta etelään. Geologisen tutkimuslaitoksen tontilla on jo v. 1952 valmistunut vähäinen puurakennus sekä erillinen lämmittämön varastovaja. Ne jäävät edelleen geologisen tutkimuslaitoksen käyttöön. Rakennuslautakuntaan ovat kuuluneet prof. Aarne Laitakari puheenjohtajana ja prof. Antero Pernaja sekä dipl.ins. Toivo Siikarla jäsenenä. Suunnitteluvaiheessa oli puheenjohtajana arkkitehti, teollisuusneuvos Yrjö Laine-Juva. Sihteerinä on ollut prof. Viljo Kuuskoski.

Rakennustyöt aloitettiin 1.9. 54 ja kestivät siis 16 kuukautta. Talon kokonaiskustannukset ovat autotallirakennus mukaan luettuna erikoislaitteineen, johtoineen ja kiinteine kalusteineen 275 milj. mk.

Aarne Laitakari.

VUORIMIESYHDISTYKSEN — BERGSMANNAFÖRENINGEN

ry:n

toimintakertomus vuodelta 1955.

Yhdistys kokoontui varsinaiseen vuosikokoukseensa Helsingissä 16. ja 17. päivinä huhtikuuta 1955.

Vuosikokouksen ohjelmaan kuuluivat seuraavat esitelmät:

YLEISESSÄ KOKOUKSESSA:

A/S Sydvarangers nyanläggningar, vuori-ins. Johan Kraft-Johanssen
Vanadiinin erottamisen perusteet, prof. M. H. Tikkanen
Kuulasintrauksen perusteet, dipl.ins. Toivo Tyynelä
Otanmäen vanadiinin erotusmenetelmä, dipl.ins. Martti Meremies.

Geologijaoston kokouksessa

Geologinen kartoitusmenetelmä pystyreian avulla, fil.maist. Heikki Paarma.
Eräitä ajatuksia rapautumisesta ja moreenin muodostumisesta, tekn. tri. Herman Stigzelius.

Kaivosjaoston kokouksessa

Kokemuksia pystyrintalouhinnasta Outokummun kaivoksella, dipl.ins. Heikki Aulanko
Outokumpu OY:n Vihannin kaivos tällä hetkellä, dipl.ins. Gunnar Laatio.

Metallurgian jaoston kokouksessa

Adusoitu valu Euroopassa ja Amerikassa, dipl.ins. Juho Tuomiokoski
ARL-kvantometri ja sen käyttö teräksen valmistustarkkailussa, fil.maist. K. M. Merivuori.

Yhdistyksen kesäkokous pidettiin Paraisissa 20. 8. 55 ja retkeily tehtiin Paraisten Kalkkivuori Oy:n tehdaslaitoksille Paraisissa ja virkistysmatka Airstolle sekä seuraavana päivänä Oy Vuoksenniska Ab:n Rautatehtaalle Turussa. Geologijaostolla oli tämän lisäksi jatkoretkely Paraisissa. Kesäkokouksen osanottajia oli yhteensä 130 yhdistyksen jäsentä isäntäväkeä lukuunottamatta. Osanottajat muistavat suurella ilolla retkeilyn järjestäneitä toiminnimisiä, Paraisten Kalkkivuori OY:tä ja Vuoksenniska OY:tä sekä niiden palveluksessa olevia, erinomaisina oppaina toimineita henkilöitä.

Kesäkokouksessa pidettiin seuraavat esitelmät:

Allmän presentation av Pargas Kalkbergs AB, dipl.ins. H. Doepel.
Moderna geologiska fält- och laboratoriemetoder, prof. A. Metzger,
Louhinta-, murskaus- ja kuljetusmenetelmät Paraisissa, dipl.ins. B. Sandberg.
Malmings- och avdammningsproblem inom cementfabrikation, dipl.ins. B. Nikander.
Alajaostojen toiminta on ollut vilkasta. Geologijaoston kesäpäivät pidettiin yhdistyksen ja siis kesäkokouksen yhteydessä ja osittain sen jälkeenkin 20. 8.—22. 8. Syyskokous pidettiin 28.11. Tässä kokouksessa vuori-ins. Hans Lundberg Ruotsista oli vieraillevana esitelmöitsijänä puhuen aiheesta Aerofysikaalisista mittauksista. Jaoston jäsenmäärä oli 78.

Kaivosjaoston syyskokous pidettiin Vihannissa 25.11.55 missä tutustuttiin Outokumpu OY:n kaivostoimintaan Vihannissa. Seuraavana päivänä retkeily jatkui Raahe OY:n laitoksille Raahessa. Kokouksessa siviili-ins. Berglund Ruotsista esitelmöi aiheesta: Eräiden uusien koneiden esittely ja dipl.insinöörit Toimi Lukkarinen ja Kyösti Kitunen aiheesta: Jauhatus. Jaoston jäsenmäärä oli 94.

Metallurgijaoston syyskokous pidettiin 7 — 8.11. 55. Esitelmäpäivien yleisaiheeksi oli valittu röntgen diffraktio- menetelmät.

Seuraavat esitelmät pidettiin:

Dipl.ins. Lassi Hyvärinen: »Röntgen diffraktioanalyysi.»
» Bjarne Regnell: »Röntgendiffraktiolaitteet.»

» Lassi Hyvärinen: »Partikkelikoon määrääminen diffraktiokuvasta.»

Teekkari Olli Castrén: »Textuurimääräys.»

» Aulis Lucander: »Olotilapiirrosten laatiminen diffraktiokuvan perusteella.»

Jaoston jäsenluku oli toimintavuoden lopussa 133.

Yhdistyksen hallitukseen ovat kuuluneet dipl.ins. John Ryselin puheenjohtajana, fil.tri. Åke Bergström varapuheenjohtajana sekä jäseninä yli-ins. Ilmari Harki, dipl.ins. Fjalar Holmberg, dipl.ins. Caj Holm, prof. Aarne Laitakari, dipl.ins. Gunnar Smeds ja dipl.ins. Urho Valtakari.

Geologijaoston johtokunnan ovat muodostaneet fil.tri Erkki Aurola puheenjohtajana, fil.maist. Börje Öhman varapuheenjohtajana sekä fil.maist. Antti Mikkonen sihteerinä.

Kaivosjaoston johtokuntaan ovat kuuluneet prof. Kauko Järvinen puheenjohtajana, dipl.ins. Gunnar Laatio varapuheenjohtajana sekä sihteerinä dipl.ins. Per Westerlund.

Metallurgijaoston johtokunnan ovat muodostaneet prof. Matti Tikkanen puheenjohtajana, dipl.ins. Jorma Honkasalo varapuheenjohtajana sekä dipl.ins. Kyösti Torsti sihteerinä. Viimemainitun siirryttyä toiselle paikkakunnalle viime kesänä on sihteerinä toiminut dipl.ins. Väinö Hulmi.

Yhdistyksen sihteerinä on toiminut tri.ins. Paavo Asanti ja rahastonhoitajana dipl.ins. Kalervo Nieminen.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus—Bergshanteringen on vuoden aikana ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden toimittajina ovat olleet tekn.tri. Herman Stigzelius ja tri.ins. Paavo Asanti. Toimitussihteerinä on ansiokkaasti toiminut rouva Karin Stigzelius.

Vuorineuvos Eero Mäkisen mitali. Vuosikokouksessaan v. 1954 yhdistys päätti lyöttää mitalin kunnioittaakseen edesmenneen vuorineuvos Eero Mäkisen muistoa. Vuorimiesyhdistyksen hallitus on toteuttanut tämän mitalihankkeen kuluneen vuoden aikana siten, että muistomitalin lisäksi lyötettiin samanaiheinen ansiomitali, jotka molemmat ovat kuvanveistäjä Kalervo Kallion ansiokasta käsialaa. Mitalin jakamista koskevien sääntöjen mukaan ansiomitali voidaan myöntää henkilölle, joka erikoisen ansiokkaasti on edistänyt Suomen vuoriteollisuutta. Yhdistyksen hallitus on kuluneen vuoden aikana myöntänyt ansiomitalin vuorineuvos Emil Sarlin'ille sekä vuorineuvos Berndt Grönblom'ille.

Uusia varsinaisia jäseniä on vuoden aikana hyväksytty 44, kuolleita 2, eronneita 1. Varsinaisten jäsenten lukumäärä oli vuoden lopussa 366. Nuoria jäseniä on sen lisäksi 26.

Kuoleman kautta ovat keskuudestamme poistuneet toimitusjohtaja Kurt Grönberg sekä majuri Sven von Wright.

Vakuudeksi

Paavo Asanti

Kaivosjaoston toiminta 1955

Kaivosjaosto on kokoontunut vuoden aikana kaksi kertaa: yhdistyksen kevätkokouksen yhteydessä sekä jaoston syysretkeilyn aikana.

Kevätkokous pidettiin Teknillisellä korkeakoululla 17.4. ja läsnä oli 62 jäsentä. Kokouksen puheenjohtajana toimi jaoston puheenjohtaja prof. Kauko Järvinen sekä sihteerinä dipl.ins. Pentti Pesola. Kokouksessa valittiin toimintavuoden varapuheenjohtajaksi dipl.ins. Gunnar

Laatio sekä sihteeriksi dipl.ins. Per Westerlund. Jaosto päätti suunnata syysretkeilynsä Vihantiin ja suunniteltaessa retkeilyn ohjelmaa ehdotettiin jonkun räjähdysaineasantuntijan pyytämistä esitelmöimään syksyllä. Kevätkokouksen ohjelmassa olivat seuraavat esitykset:

- Dipl.ins. Heikki Aulanko: »Pystyrintalouhinta Outo-kummussa.»
- Dipl.ins. Gunnar Laatio: »Vihanti tänään.»
- Dipl.ins. Pentti Mattila: »Vihannin tornimurskaamossa esiintyneistä värinöistä ja niiden vaimentamisesta.»

Jaoston syysretkeilyn ohjelmassa oli 25.11. 1955 tutustuminen Vihantiin sekä seuraavana päivänä matka Raaheen, jossa nähtiin Raahe Oy:n laitokset. Paikallisten oppaiden avulla saatiin molemmista laitoksista ja niiden toiminnasta selvä kuva.

Kokouksessa Vihannin kansakoululla 25.11., jossa läsnä oli 58 jäsentä, kuultiin seuraavat esitykset:

- Civ.ing. Berglund (Ruotsista): »Eräiden uusien koneiden esittely.»
- Dipl.ins. Toimi Lukkarinen ja dipl.ins. Kyösti Kitunen: »Jauhatus.»

Jaoston jäsenmäärä oli 31.12.1955 94 jäsentä, joten lisäys vuoden aikana oli 6 jäsentä.

Outokumpu, 10.2.1956

Sihteerin
Per Westerlund

- Dipl.ins. Lassi Hyvärinen: »Röntgendiffraktioanalyysi».
- » Bjarne Regnell: »Röntgendiffraktiolaitteet»
- » Lassi Hyvärinen: »Partikkelikoon määrääminen diffraktiokuvasta».
- Teekkari Olli Castren: »Textuurimääräys»
- » Aulis Lucander: »Olotilapiirrosten laatiminen diffraktiokuvan perusteella».

Teknillisen fysiikan laboratorioon oli järjestetty röntgendiffraktiolaitteiden esittely. Samalla tutustuttiin prof. Tikkasen johdolla Metallurgian laboratorioon.

Ensimmäisenä kokouspäivänä oli iltapäiväksi järjestetty Insinööritalolle keskustelutilaisuus, jossa vaihdettiin mielipiteitä jaostomme toiminnasta ja insinöörien jatkokoulutuksesta. Yhdessäoloa jatkettiin illallispöydässä ja illan kuluessa kuultiin vielä prof. Tikkasen kertomia vaikutelmia Venäjän matkalta.

Johtokunta on vuoden kuluessa kokoontunut täysilukuisena kerran, minkä lisäksi yhteyttä on pidetty puhe- ja illan kuluessa kuultiin vielä prof. Tikkasen kertomia vaikutelmia Venäjän matkalta.

Jäsenmäärä 133.

Helsingissä 6.2.1956.

M.H. Tikkanen
Jaoston puheenjohtaja

Väinö Hulmi
Sihteerin

Metallurgijaoston toiminta 1955

Vuosikokous.

Jaoston vuosikokous pidettiin Teknillisellä korkeakoululla 17.4.1955. Läsnä oli 61 jaoston jäsentä. kokouksen avasi jaoston puheenjohtaja prof. Heikki Miekko-oja. Kokouksessaan erovuorossa olevan johtokunnan

- puh.joht. prof. Heikki Miekko-oja
- varapuh.joht. tekn. tri Pekka Rautala
- sihteerin dipl.ins. Antti Autio

tilalle valittiin uusi johtokunta, joka sai seuraavan kokoonpanon:

- puh.joht. prof. M.H. Tikkanen
- varapuh.joht. dipl.ins. Jorma Honkasalo
- sihteerin dipl.ins. Kyösti Torsti

Valinnan jälkeen prof. Tikkanen toimi kokouksen puheenjohtajana.

Virallisten asiain päätyttyä kuultiin seuraavat esitelmät ja tiedoitukset:

- Dipl.ins. Juho Tuomikoski: »Adusoiitu valu Euroopassa ja Amerikassa».
- Fil.maist. K.M. Merivuori: »ARI-kvantometri ja sen käyttö teräksen valmistustarkkailussa».
- Dipl.ins. E. Tamminen: »Eräitten valumallilakkojen soveltuvuus hiilihappokovetusmenetelmään».
- Dipl.ins. Väinö Alho: »MgO:n erilaisista modifikaatioista».

Esitelmien ja tiedoitusten johdosta syntyneessä keskustelussa käytettiin lukuisia puheenvuoroja.

Kesäretki.

Metallurgijaoston jäsenet osallistuivat runsaslukuisesti yhdistyksen järjestämään kesäretkeen 20—21. 8. 1955. Tällöin tutustuttiin Paraisilla Paraisten Kalkkivuori Oy:n louhokseen sekä sementti- ja kalkkitehtaaseen. Paraisilta retki jatkui Airistolle ja sieltä Turkuun, missä tutustuttiin Oy Vuoksenniska Ab:n Rautatehtaaseen. Lisäksi käytiin vielä Turun Linnassa ja Käsiteollisuusmuseossa.

Syyskokous.

Syyskokous pidettiin Teknillisellä korkeakoululla 7—8.—11. 1955. Läsnä oli 41 osanottajaa. Ohjelman suunnittelussa tri Pekka Rautala avusti johtokuntaa. Jaoston puheenjohtajan prof. Tikkasen avaussanojen jälkeen kuultiin seuraavat röntgendiffraktiomenetelmiä käsittelevät esitelmät:

Geologijaoston toiminta 1955

Geologijaosto on vuoden aikana pitänyt kaksi kokousta sekä järjestänyt lisäksi oman ohjelman yhdistyksen kesäpäivien yhteydessä.

Vuosikokous.

Kevätkokouksen yhteydessä pidetyssä jaoston vuosikokouksessa oli läsnä 39 jäsentä. Puheenjohtajana toimi edelleen fil.tri Erkki Aurola. Uudeksi varapuheenjohtajaksi valittiin fil.maist. Börje Öhman ja sihteeriksi edelleen fil.maist. Antti Mikkonen.

Kokouksen ohjelmassa olivat seuraavat esitelmät:

- Fil.maist. Heikki Paarma: Geologinen karttoitus pystyreian avulla.
- Tekn.tri Herman Stigzelius: Eräitä ajatuksia rapautumisesta ja moreenin muodostumisesta.

Molempien esitelmien johdosta syntyi vilkas keskustelu.

Kesäpäivät.

Kevätkokouksen päätöksen mukaisesti piti jaosto kesäkokouksensa Paraisilla yhdistyksen kesäpäivien yhteydessä. Yhdistyksen yleiskokous oli 20. 8, jolloin tutustuttiin myös Paraisen Kalkkivuori Oy:n tuotantolaitoksiin. Jaostolla oli oma ohjelma 21.8—22.8. Läsnä oli 27 jaoston jäsentä.

21.8. jaosto tutustui prof. Metzgerin opastuksella yhtiön louhoksiin ja lähiympäristön geologiaan.

22.8. tehtiin moottorivenematka saaristoon, jolloin käytiin mm. Atun vanhalla sinkki-lyijy-esiintymällä. Saariston geologiaa esitteli fil.tri Nils Edelman.

Syyskokous.

Syyskokous pidettiin Teknillisessä korkeakoulussa 28. 11. Läsnä oli 50 yhdistyksen jäsentä. Jaosto oli kutsunut esitelmöitsijäksi vuori-ins. Hans Lundberg'in Ruotsista. Ins. Lundberg esitelmöi aiheesta: Aerogeofysikaalisista mittauksista.

Jaoston jäsenmäärä on nyt 78. Johtokunta on kokoontunut kolme kertaa.

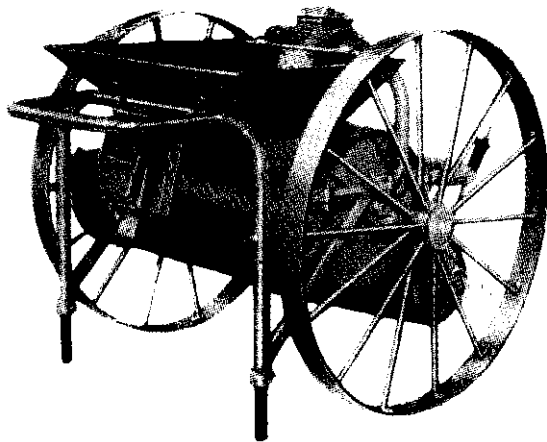
Sihteerin

Antti Mikkonen

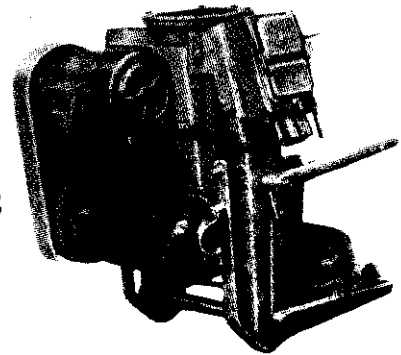
Ilmoittakaa mahdolliset osoitteenmuutokset toimitukselle
Bulevardi 26 A 10, Helsinki, puh. 35 546.

Meddela eventuella adressförändningar till redaktionen
Bulevarden 26 A 10, Helsingfors, tel. 35 546.

BOYER Heittokuormaaja
Slunglastare
SAINT-QUENTIN (AISNE)



FD 60



FD 25

TEHO — EFFEKT
30 — 560 Tn/t

PÄÄEDUSTAJA SUOMESSA **OY SOFFCO AB** GENERALREPRESENTANT I FINLAND

— HELSINKI —



MASCHINEN — EXPORT

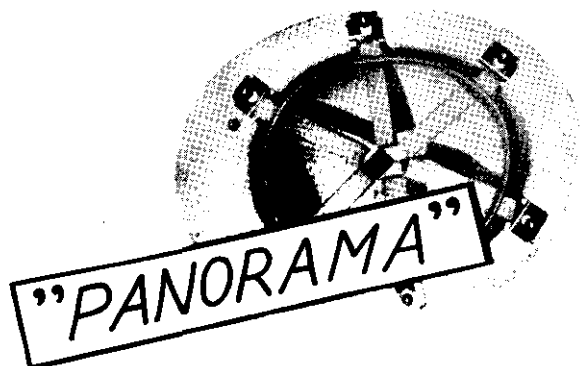
vuoriteollisuuskoneita

Yksinmyyjä Suomessa:

Oy Finnish Impex Ab

Helsinki, Hallituskatu 17, puh. 22626

FEDERAL SPECIFICATIONIN
MÄÄRÄYKSET TÄYTTÄVIÄ



lasifiiberi-

KAIVOSKYPÄRIÄ

»snap-in» aseteltavalla nahka-hikinauhalla,
nylon-kannätinhienoilla ja lampunpitimellä.

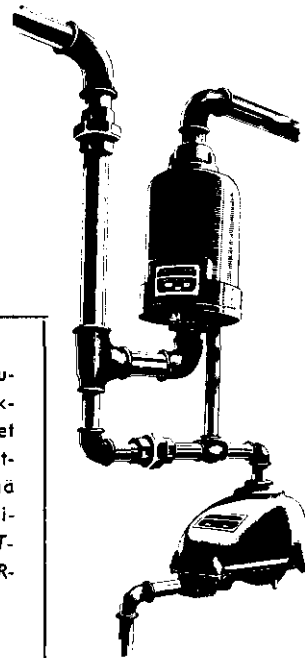
KEVYITÄ JA KESTÄVIÄ

Värit toivomusten mukaan: musta, valkoinen,
punainen, keltainen, vihreä, harmaa.

Tehokkain
vedenerottaja on

”VICTOR”

Poistamalla veden, kosteuden, kuona- ja ruostehiukkaset ym. epäpuhtaudet paineilmaverkostosta, jotka ovat suurimpana syynä paineilmakoneiden kulumiselle, **ALENNATTE HUOMATTAVASTI VARAOSA- JA KORJAUSKUSTANNUKSIA.**



Oy BERMIC Ab

HELSINKI

Puh. 56952, 55281

Käyttäjät sanovat

RAJU-

raivauspanoksesta:



»Räjähdysaine on heti käyttövalmis»

»Päällysteen ansiosta voi RAJU-raivauspanosta käyttää kosteissa ja vedenalaisissa räjäytyskohteissa»

»Räjätettäessä routaa, kantoja, moreenimaata sekä ammuttaessa pulttereita miinaamalla ja rei'istä osoittivat tulokset, ettei RAJU-raivauspanoksen teho yhdenkään kokeen mukaan jäänyt kloraatin tehoa huonommaksi»

»Panostajien mielihope kallistuu RAJU-raivauspanoksen puolelle...»

Käyttäkää Tekin jäätyneen maan, kivien ja kantojen räjäytykseen

RAJU - raivauspanoksia

— varmuusräjähdysainetta muovipussissa!

RAJU-raivauspanos on huokea:

N:o	Paino	Muovipussin mitat litteinä	Ohjehinta
1 a	200 g	5 × 32 cm	30:—
1 b	200 g	9 × 20 cm	30:—
2	500 g	10 × 23 cm	58:—
3	1 kg	13 × 30 cm	110:—



RIKKIHAPPO-
JA SUPERFOSFAATTITEHTAAT OY

Valitsemme aina

KOMETA

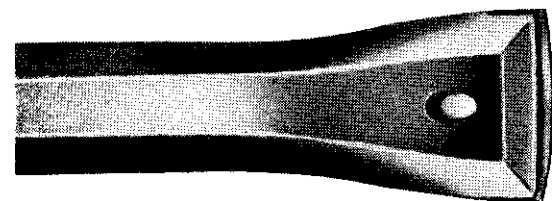
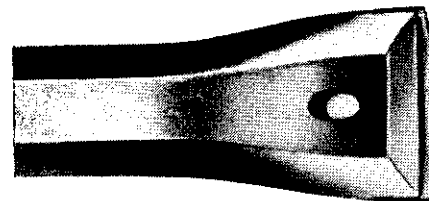
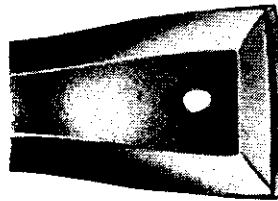
KOVAMETALLI-KALLIOPORIA

SILLÄ

LAATU

TAKAA

TULOKSEN



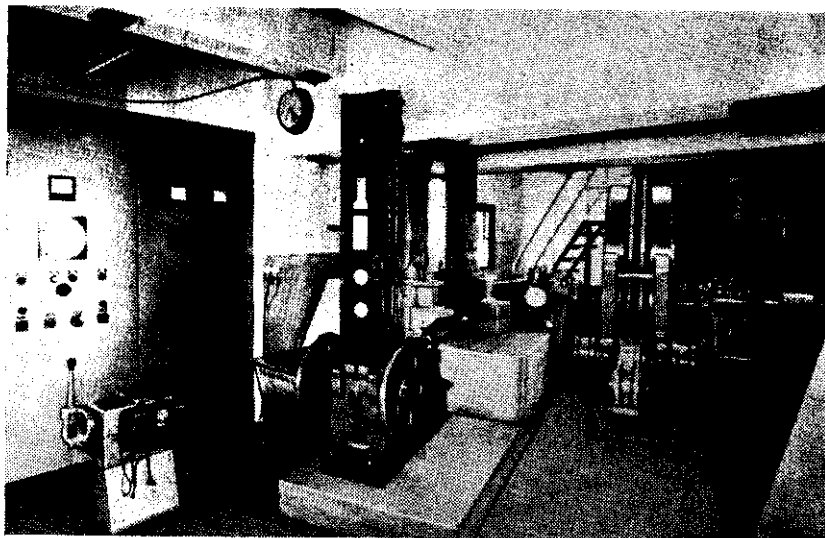
VARASTOSSA

Oy GRÖNBLOM Ab

HELSINKI - TURKU - TAMPERE - OULU - LAHTI

Nosturin arvot:

nostokorkeus 334 m
hyötykuorma 2000 kg
ajonopeus 5,5 m/sek
moottoriteho 315 kw



AEG:n

sähkökäyttöjä kaivosteollisuudelle

Outokumpu Oy:n Vihannin kaivokselle olemme toimittaneet AEG:itä mm. ylläolevan kuvan mukaisen nosturin sähkövarusteet.

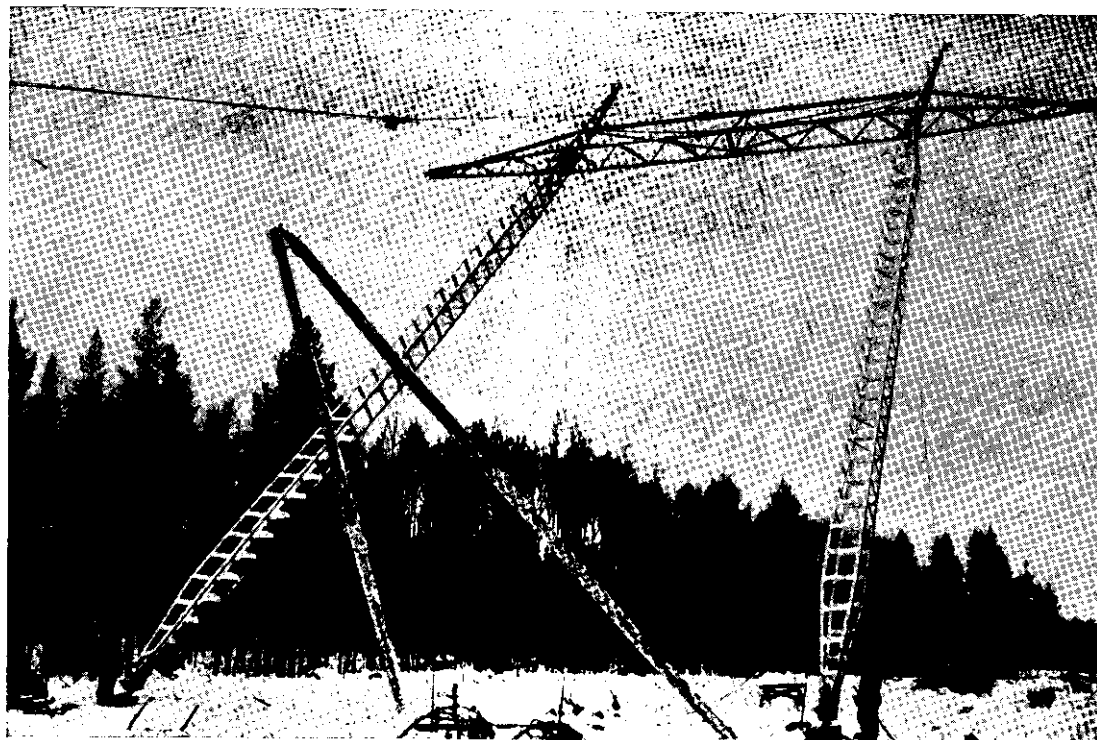
AEG

LÄNSI-SAKSA

PÄÄEDUSTAJA SUOMESSA:

SÄHKÖLIKKEIDEN OY

HELSINKI PORMESTARINRINNE 8 PUH. 11 501



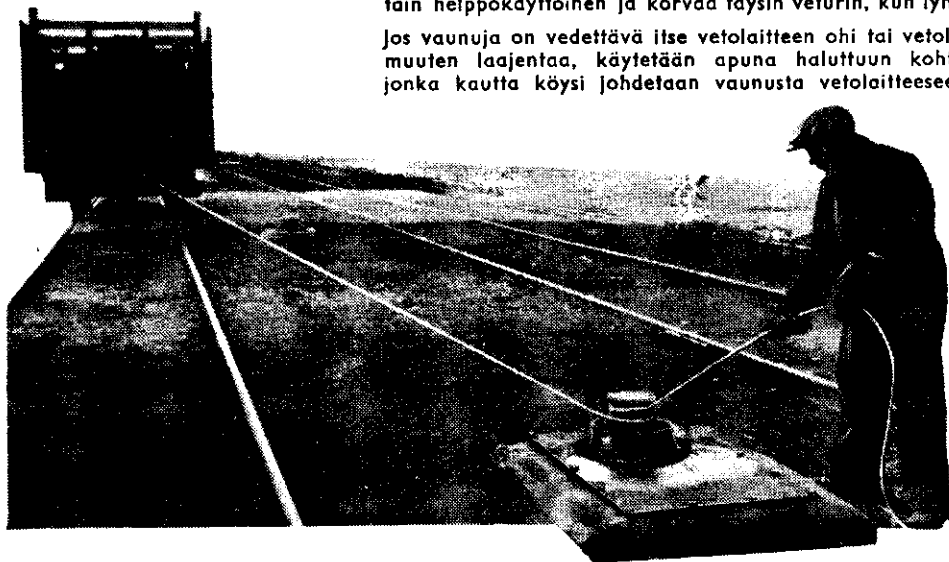
400 kilovoltin voimajohdon pylvään pystytys

IMATRAN VOIMA OSAKEYHTIÖ

VETOLAITE VUORITEOLLISUUDELLE

Vuoriteollisuudessa esiintyviin rautatievaunujen siirtoihin on KONE Oy:n valmistama vetolaite hyvä ratkaisu tehokkuudessaan ja käytännöllisyydessään. Se on erityyppin helppokäyttöinen ja korvaa täysin veturin, kun lyhyistä matkoista on kysymys.

Jos vaunuja on vedettävä itse vetolaitteen ohi tai vetolaitteen työkenttää halutaan muuten laajentaa, käytetään apuna haluttuun kohtaan sijoitettua taittoteleaa, jonka kautta köysi johdetaan vaunusta vetolaitteeseen.



Teknillisiä tietoja:

Vetokyky 750/1500 kg vastaten 75/150 tonnin bruttokuormaa

Vetonopeus 30/15 m/min

Vetoköysi kiertymätöntä nosturikäyttöä

Annamme mielellämme lisätietoja



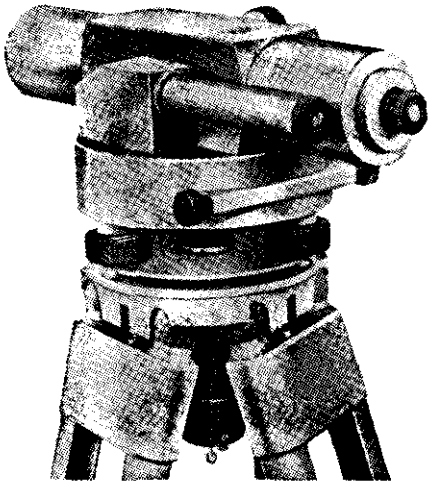
Haapaniemenk. 6, Helsinki
Puh. 70 511

Valssattua kanki- ja muototerästä
Erikoisteräksiä
Kylmänävedettyä, hiottua ja sorvattua pyöröterästä
Harkkorautaa
Teräsvalua
Hitsattuja putkia
Vuorivanua

Valsat stång- och profilstål
Specialstål
Kalldraget, slipat och svarvat rundstål
Tackjärn
Stålgjute
Svetsade rör
Vulkanvadd

VUOKSENNISKA

HELSINKI — HELSINGFORS
Eteläranta 10 Södra kajen
Puh. 61266 Tel.



Suuret vaatimukset täyttävä vaakituskoje

ZEISS Ni 2

Itsetasautuva,

helppokäyttöinen ja tarkka Ni 2 vaakituskoje on omiaan

- huone- ja pohjarakennusten vaakitus töihin esim. voimalaitos-, silta-, tie- ja rautatietyömailla,
- II ja III lk:n tarkkuusvaakituksiin yleisissä kartoitustöissä ja kaupunkimittauksessa,
- kartoituksen lukemalla pisteitten asema ja korkeus pikamittauksena.

Saatavana 400^s tai 360° vaakukehineen tai ilman.

Pyytäkää esittelyä!

OY **WULFF** AB

Teknillisten kojeiden erikoisosasto
Helsinki, P. Esplanaadik. 43, puh. 12 171



TOIMITAMME VUORITEOLLISUUDELLE

KUULAMYLLYJÄ

TANKOMYLLYJÄ

HARALUOKITTELIJOITA

SEKÄ MUITA ALAAN KUULUVIA
KONEITA JA LAITTEITA

KÄÄNTYKÄÄ PUOLEEMME SUUNNITELLESSANNE LAITOKSENNE UUSIMISTA TAI LAAJENTAMISTA.

WÄRTSILÄ-YHTYMÄ O/Y

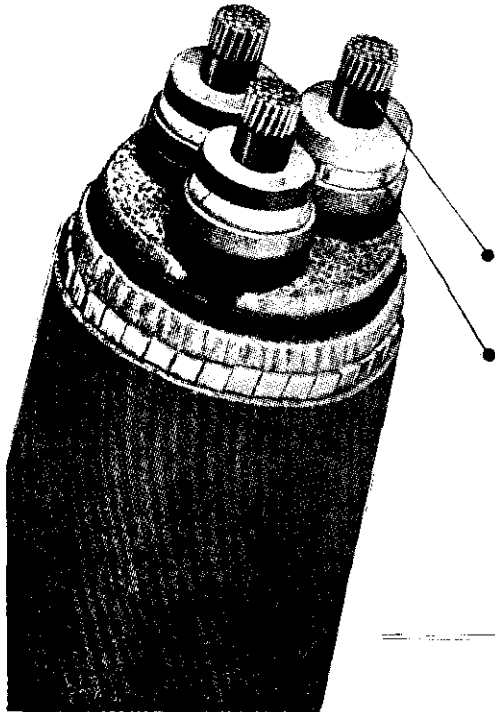
KONE JA SILTA

HELSINKI

PAPERILYIJYKAAPELEITA

sekä suur- että pienjännitteelle

UUSIA »VAKIOVARUSTEITA» SUURJÄNNITE-
KAAPELEISSA 20 kV:sta ALKAEN:



johtimen pinta tasoitettu puolijohtavalla nokipaperilla sähköisen rasituksen pienentämiseksi

eristeen päällä säteily suoja, joka varmistaa sähkökentän homogeenisuuden kaikissa käyttöolosuhteissa.

SUOMEN KAAPELITEHDAS OY KEYHTIÖ

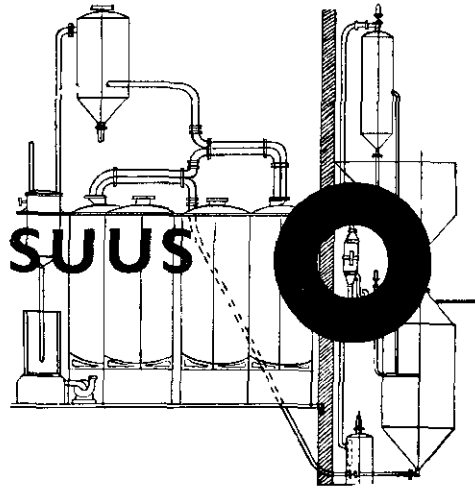
Helsinki — Pursimiehenkatu 29 — 31

Puh. 11 721

KEMIALLINEN TEOLLISUUS

tarvitsee pettämättömiä tiivisteitä

jotka korkeissakin paineissa ja lämpötiloissa kestävät kaikenlaisten happojen ja emäksien syövyttävää vaikutusta.



”SINETTO” JA ”MINETTO”

asbestitiivisteet täyttävät kaikki tässä suhteessa asetettavat vaatimukset. Ne kestävät mm.: mustaa lipeää, rikkihappoa, suolahappoa, maitohappoa, typpihappoa jne.

Kaikissa tiivisteasioissa Teidän kannattaa kääntyä puoleemme. Asiantuntijamme ovat käytettävissä aina, kun on kysymys tehokkaimmasta ja taloudellisimmasta ratkaisusta tiivistepuolmiinne.

Oikea tiiviste oikeaan paikkaan



Suomen
Mineraali Oy

Helsinki — Bulevardi 28 — Puh. vaihde 11 791

MURSKAAVAA VOIMAA MUOVIPUSSEISSA



UUTUUS!

Räjähdyksainetta kätevässä muovipusseissa — kas siinä uudet

RAIVAUSPANOKSET, joita Räjähdyksainekonttorin jäsenetehtaat valmistavat. Tämän pakkauksen edut panoksen käsittelyssä ja käytössä on suorite- tuissa kokeissa kiistattomasti osoitettu.

- muovipakkaus voittaa tiiviydessä ja veden- pitävyydessä aikaisemmin käytetyt parafi- noidut paperi- ja pahvikuoret
- se on huokea
- panos kestää käyttökelpoisena pitkäaikais- takin varastointia
- räjähdysaine on pakattu löysästi, joten pa- nasta voidaan muovilla ja taivuttaa sopi- van muotoiseksi. Nalli voidaan kiinnittää panokseen sen ulkopuolelle poimuun tar- vitsematta puhkaista muovipussiin reikää
- erinomainen raivauspanos kantojen ja kivi- en nostoon sekä kovan ja jäätyneen maan ammuntaan
- panoksia valmistetaan kolmea eri suuruutta 200, 500 ja 1000 g. Suurin panos sopii myös varastopakkaus- seksi pienemmissä räjäytystöissä.

Räjähdyksaine
KONTTORI

Runeberginkatu 8, Helsinki
Puh. 44 16 02

Oy Otia Ab

Rakennustoimisto • Byggnadsbyrå

Helsinki — Helsingfors
Puhelin 61 751 Telefon
Kluuvikatu 3 Glogatan

Erikoisala:
Specialitet:

Teollisuusrakennukset
Industribyggnader

Ilmoittajaluettelo: Annonsförteckning:

ASEA
BERMIC
EKSTRÖMIN KONELIIKE
FINNISH IMPEX
GRÖNBLOM
HELLEFORS
IMATRAN VOIMA
KARHULA
KESKUSVALIMO
KNORRING
KONE
LILIUS & CO
LOKOMO
MERCANTILE
OTIA
OUTOKUMPU
PARGAS KALKBERGS AB
PREMIO
RIKKIHAPPO JA
SUPERFOSFAATTI TEHTAAT
RÄJÄHDYSAINEKONTTORI
SOFFCO
SUOMEN BOFORS
SUOMEN KAAPELITEHDAS
SUOMEN MINERAALI
SÄHKÖLIIKKEIDEN OY
JULIUS TALLBERG
TAMPELLA
VUOKSENNISKA
WULFF
WÄRTSILÄ-YHTYMÄ

Maksakaa vesijohdot vain kerran!

Tavallisen putken kestoikä rajoittuu ruostumisesta johtuvan tukkeutumisen ja seinämien haurastumisen vuoksi pariin vuosikymmeneen. Sen jälkeen täytyy putkistoa jatkuvasti paikkaila ja lopulta uusia kokonaan.

Te vältytte näiltä lisäkustannuksilta kun vedätte **kupariset** vesijohdot — niin karjasuojiiin kuin asuinrakennukseenkin! Kapillaarijuotsmenetelmä tekee asennustyön nopeaksi ja takaa varmat liitokset.

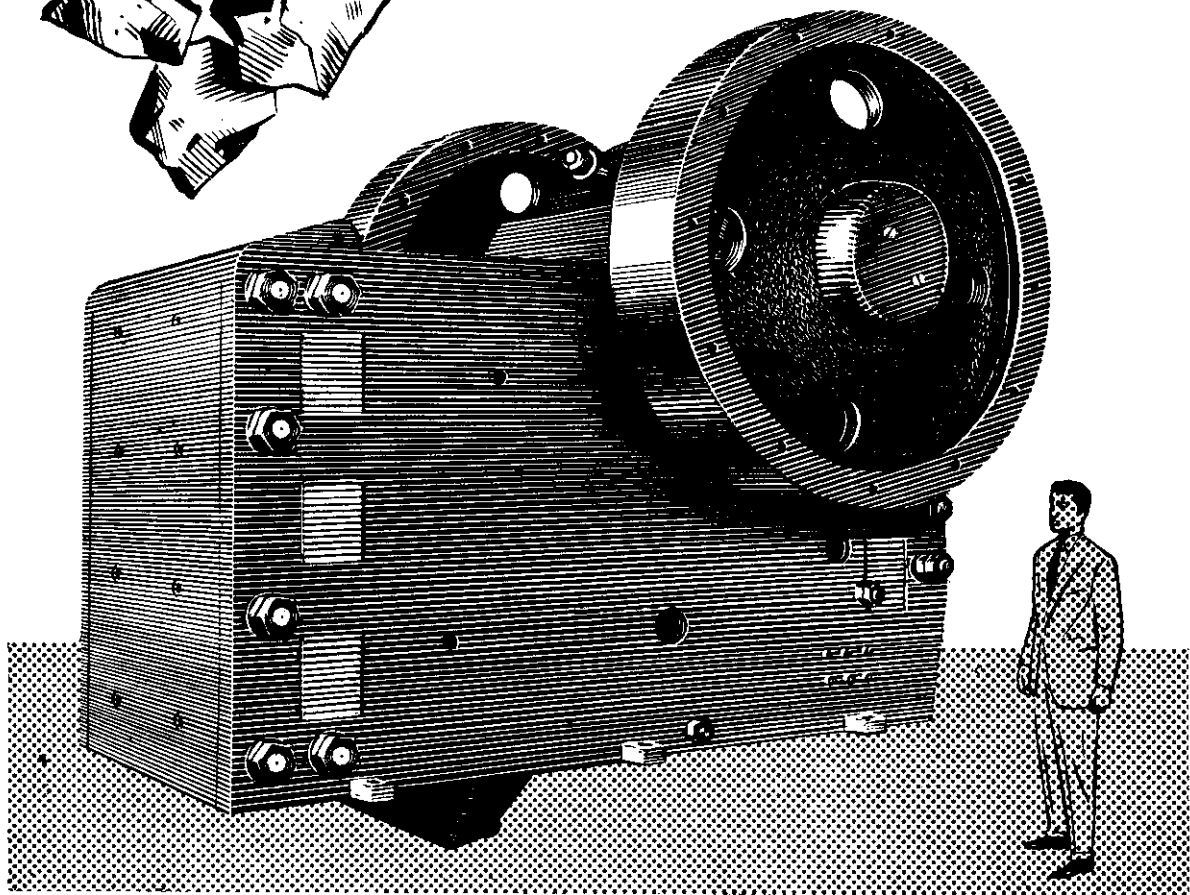
Ottakaa kustannusarvio, tulette hämmästyämään nähdessänne kuinka pienin lisäkustannuksin saatte kupariputkiston — joka kestää käytännöllisesti katsoen ikuisesti.

***Kupari lisää
rakennustenne
arvoa***



Outokumpu Oy

LOHKAREMURSKAIMET



Lohkaremurskain, joka yleensä on tarkoitettu asennettavaksi maan alle, on rakennettu sitä silmällä pitäen, että osat on kuljetettava alas kuilujen läpi.

MUITA KONEITA KAIVOKSILLE JA RAUTATEHTAILLE, mm.

- Leukamurskaimia
- Symons-kartiomurskaimia 22" IC
- Syöttökoneistoja
- Täryseuloja
- Kuulamyllyjä
- Tankomyllyjä
- Laahauskauhoja
- Romunvyyhtimiä
- Nostopöytiä
- Jäähdytysarinoita, automaattisia
- Valssaamoja
- Saksia

Suuruus	AR 120	AR 150	AR 180
Kidan suu mm	1200×900	1500×1200	1800×1400
Poistoaukko mm	300	300	400
Paino noin kg	36000	80000	140000
Tarvittava moottori hv	75	120	150



A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ

KARHULA

KONEPAJATEOLLISUUS

Yhteistyössä Morgårdshammars Mek. Verkstads Ab:n kanssa