

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

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

Sisältö — Innehåll:

P. Eskola:

Malmien synnystä.

U. Valtakari:

Suurreikäammuntojen aiheuttamasta maan tärähtelystä, sen mittaamisesta ja redusoimisesta.

R. Kurppa:

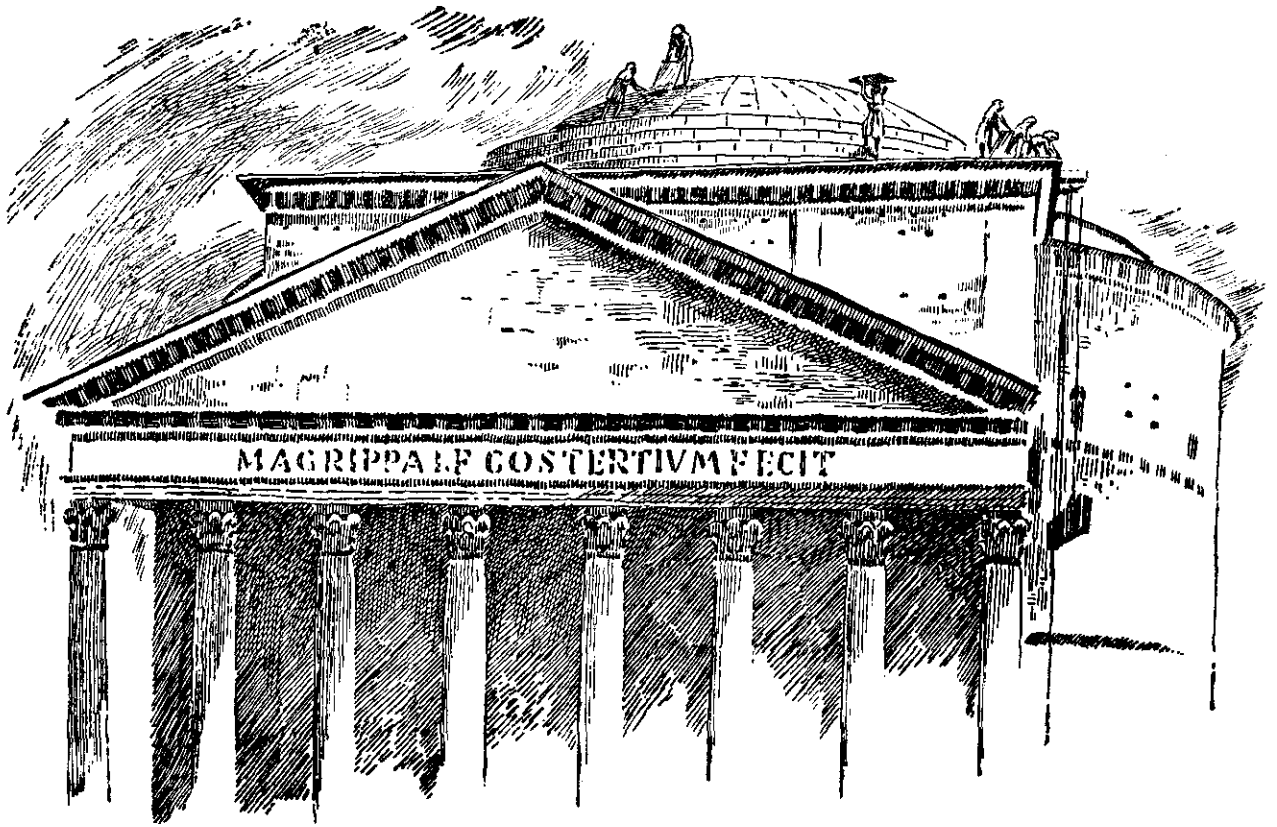
Tutkimuksia porauskustannusten alentamiseksi Outokummun kaivoksella.

R. Myyryläinen:

Tapaturmatorjunta Outokummun kaivoksessa.

E. Suoninen:

Siirroksista ja niitten vaikutuksesta metallikiteen mekaanisiin ominaisuuksiin.



Kuparikatto, joka kesti 1659 vuotta ja olisi kestänyt kauemminkin . . .

Historioitsijat tietävät kertoa, että Rooman suuri Pantheon — «kaikkien jumalien temppeli» — rakennettiin vuonna 27 e.Kr. Hyvät roomalaiset tekivät katon metallista, jonka he tiesivät kestävämmäksi, nimittäin kuparista.

1659 vuotta myöhemmin, tarkemmin sanoen v. 1632 antoi Paavi Urbanus VIII miestensä purkaa katon — tarvitsi näet rahaa maallisen valtansa lujittamiseksi. Tällöin siitä saatiin 200 tonnia kuparilevyjä ja 4 tonnia kuparinauloja.

Mutta Pantheon-temppelin kupariset kattolistat ovat paikoillaan vielä tänäkin päivänä, lähes 2000 vuoden jälkeen. Parempaa todistusta kuparin kestävyydestä ajan hammasta vastaan ei tarvittane.

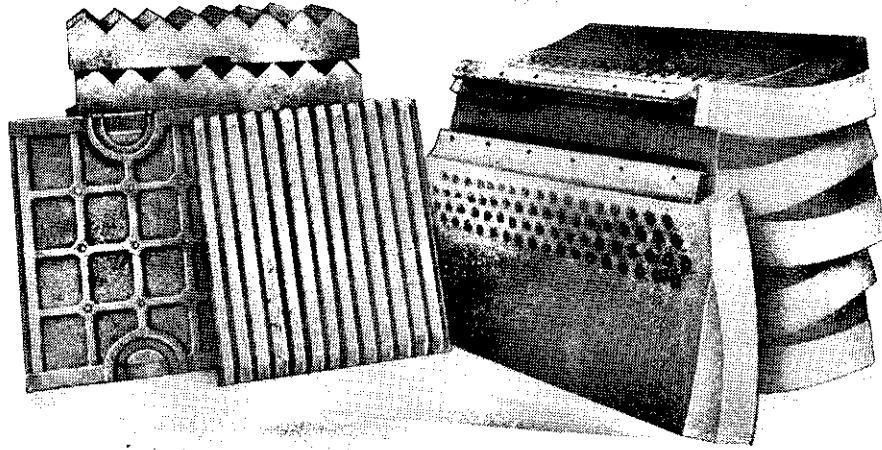
Rakentakaa katto joka kestää —

kuparista kattolevyä jälleen saatavana. Tiedustelkaa metalli- ja rakennusalan lükkeistä.

Kuparia ja
sen seoksia
kaikkiin eri
tarkoituksiin

Outokumpu Oy 

Myyntikonttori: Helsinki, Malminkatu 16 (Voimatalo). Puh. 10 510.



Kulumista kestävää

ja muita

Erikoisteräsvalua

kuten

KAIVUKONEIDEN OSIA
MALMIRAAPPOJA
KAUHOJA JA KAUHAN KYNSIÄ
MURSKAIMIEN LEUKOJA
VALSSEJA

KUULA- JA PUTKIMYLLYJEN VUORAUKSIA
KAIVOSVAUNUJEN PYÖRIÄ JA
PYÖRÄNRENKAITA
TULENKESTÄVIÄ ARINOITA
HEHKUTUS- JA SULATUSASTIOITA

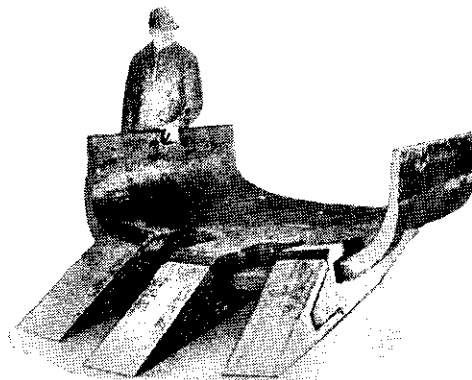
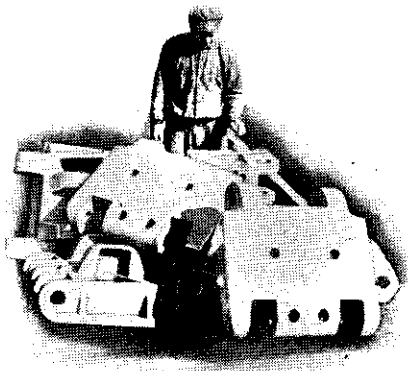
Rakenne- ja työkaluteräksiä

kaikkiin tarkoituksiin sekä valmiina tuotteina että tankoina.

Lokomo Oy

TAMPERE — KONEPAJA — TERÄSTEHDAS

Puhelin 5450



vuoriteollisuus-koneita

Mercantile



30 731

KONEOSASTO
Helsinki - Mannerheimintie 12

FÜR DIE KALKWERKE

verfertigen und liefern wir

komplette Anlagen und
Einzelmaschinen wie z.B.:

**Schlagbrecher,
Grossbackenbrecher,
Schleudermühlen,
Prallmühlen (HAZEMAG),
Kugelmühlen,
Resonanzschwingsiebe,
Speise- und Zuteiler-
vorrichtungen.**

**Luftstrom-Mahlanlagen,
Vorwärme-Apparate,
Drehrohröfen und
Concentra-Mühlen**

für

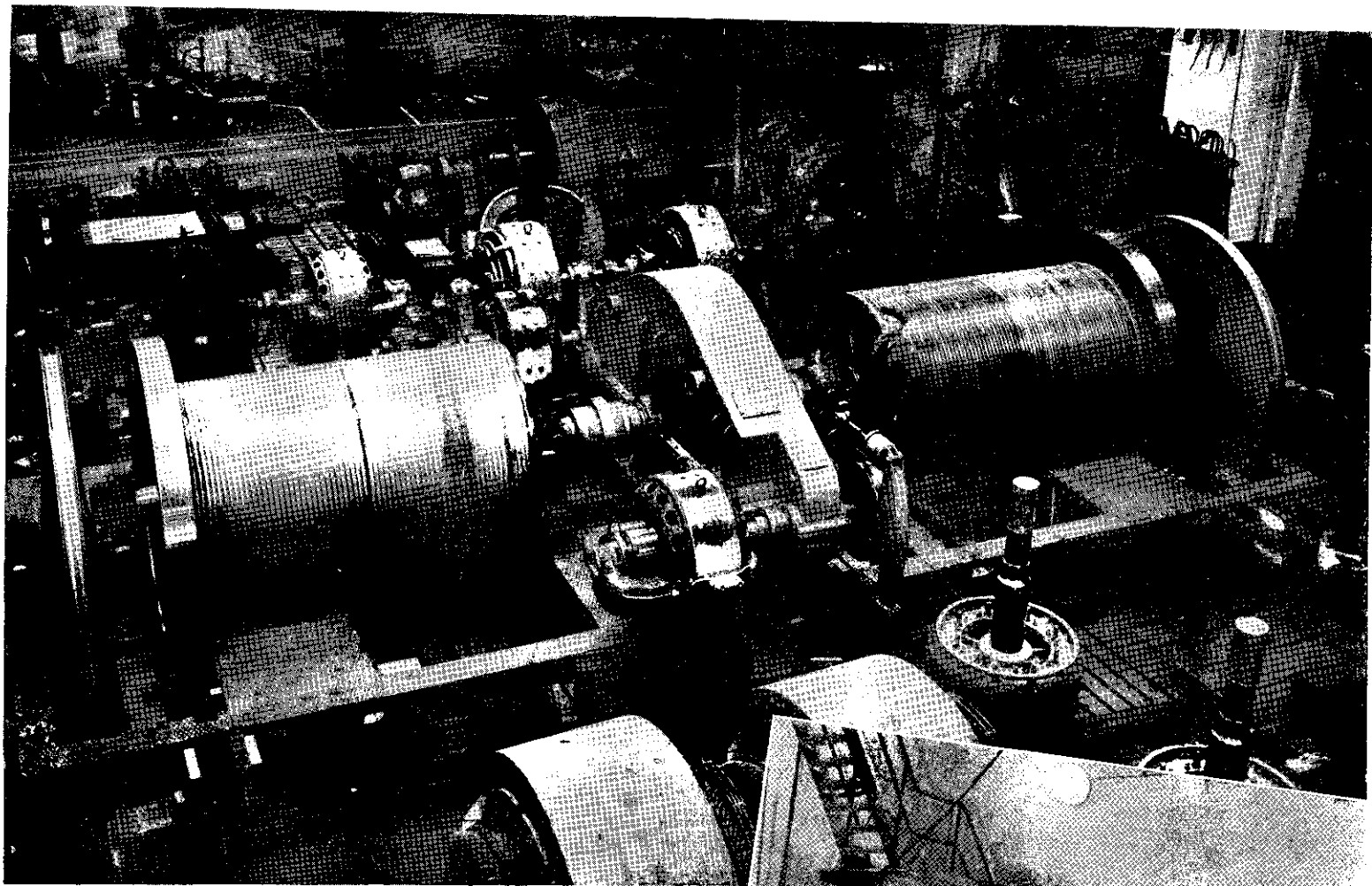
ZEMENTFABRIKATION



STAHLBAU RHEINHAUSEN

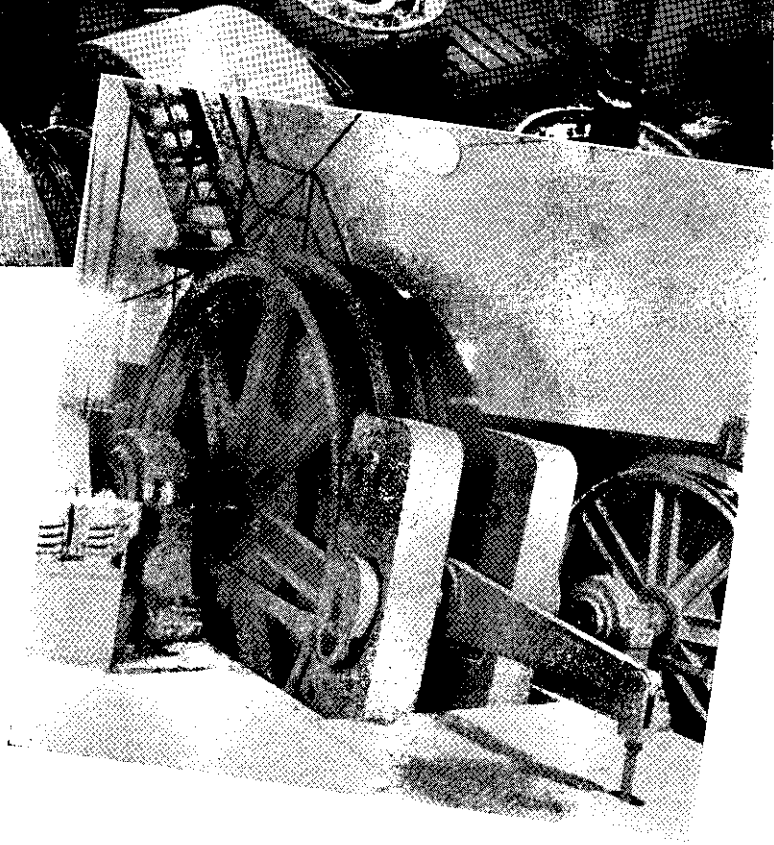


Alleinvertreter: O.Y. LILIUS & Co. A.B. Helsinki — Helsingfors Tel. 30582



50 tonnin kivennostovintturi toimitettu LKAB:lle, Kiruna ja (oik.) kaksi painonapeilla ohjattavaa Koepevintturia kahdella köydellä, Bodäs'in Kaivos, Sandviken.

Kaivos- vinttureita



Valmistettuaan n. 40 vuoden ajan sähkölaitteita kaivosvinttureihin on Asea vuodesta 1935 alkaen valmistanut niihin myös mekaaniset osat ja toimittaa nyttemmin täydellisiä kaivosvintturilaitteita, taittopyöriä, hissejä, kappoja ja pohjasta tyhjennettäviä mittataskuja y.m.

Uusimpia ovat painonappiohjattavat Koepevintturit useammalla köydellä. Näitä on Asea jo toimittanut useita kymmeniä. Suurin on LKAB:n, Kiruna tilaama neljällä köydellä varustettu Koepevintturi 20 tonnin kuormalle ja 11 m/sek. nostonopeudelle. Nostoteho on 1000 t/h ja nostokorkeus 460 m. Nämä, tiettävästi suurimmat nostokoneet nykyhet-

ellä maailmassa, toimivat täysin automaattisesti ja toimitetaan automaattisilla punnituslaitteilla varustetuin ka-poin ja mittataskuin.

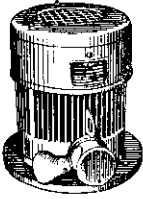
Asea toimittaa myös painonappiohjattavia kuilunsyvennysvinttureita 3 ja 5 tonnin kuormalle. Nämä ovat kooltaan pieniä ja helposti liikuteltavia ahtaissakin kuiluissa.

Yllä kuvatus mielenkiintoisen LKAB:lle, Kiruna toimitetun kivennostokoneen kuorma on 50 tonnia, hissinpaino 37 tonnia, vaununpaino 33 tonnia, vastapaino 82 tonnia, nostokorkeus 70 m ja nostonopeus 0.5 m/sek.

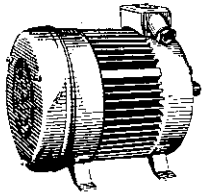
ASEA

Helsinki, Citykätävä, puh. 12501 — Turku, Kaskenkatu 2 B, puh. 16808

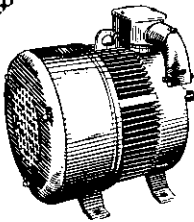
HZUR luotettavaa käyttövoimaa



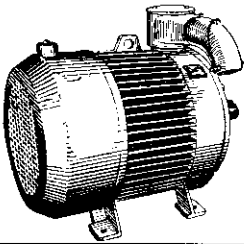
HZUR - 2173 V1 3,3 kW



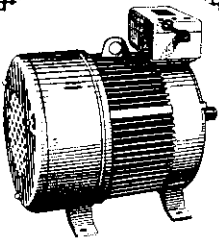
HZUR - 0972 B3 3,0 kW



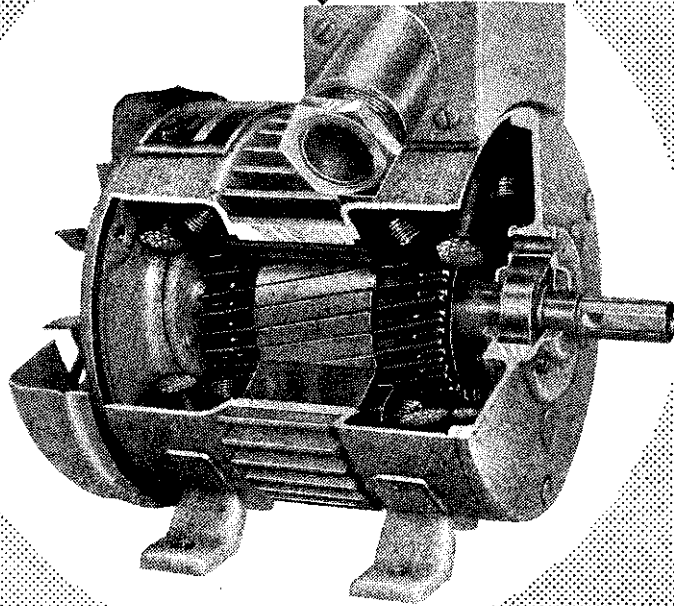
HZUR - 3132 B3 7,5 kW



HZUR - 662 B3 85 kW



HZUR/M 3172 B3 11 kW



HZUR - 0632 B3 0,25 kW

HZUR-oikosulkumoottorit ovat:

Rakenteeltaan täysin suljettuja, joten ne sopivat käytettäväksi yhtä hyvin sekä kuivissa että myöskin tomuisissa, kosteissa ja märissä huoneissa sekä ulkoilmassa. Hyvin eristettyjä. Käytämme vain ensiluokkaisia eristysaineita ja eristystä tehostavaa käämityksen rakennetta. Varustetut kuulalaaakereilla. Suuremmissa koneissa on rasvapuristin ja voiteluventtiili, joten voitelu voidaan suorittaa koneen käydessä.

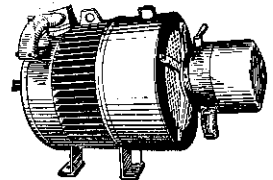
Varustetut liitäntäkotelolla, joka sallii liittämisen kaikilla tavallisesti käytetyillä johdinlaaduilla ja johtimien tuonnin eri suunnilta.

Saatavissa luettelukoneina ja useina erilaisina yhdistelminä kaikille tavallisesti käytetyille kierrosluvuille muuttaman sadan watin tehoisista — usean sadan kilowatin tehoisiin saakka sekä erikoiskoneina eri tarkoituksiin esim. maatalousmoottoreina sekä hissi- ja nosturimoottoreina.

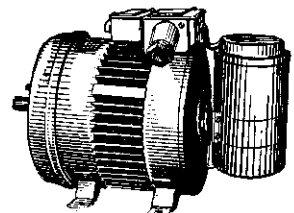
Valmistamme myös liukurengasmoottoreita lajia HZBR ja yksivaihemoottoreita lajia HZUR/YA, jotka mekaanisella rakenteeltaan vastaavat yllämainittuja.

Autamme Teitä mielellämme oikean moottorin valinnassa eri tarkoituksiin.

Pyytäkää tarjouksia.



HZBR 643 B 3 30 kW



HZUR/YA 0832 B 3
0,37 kW

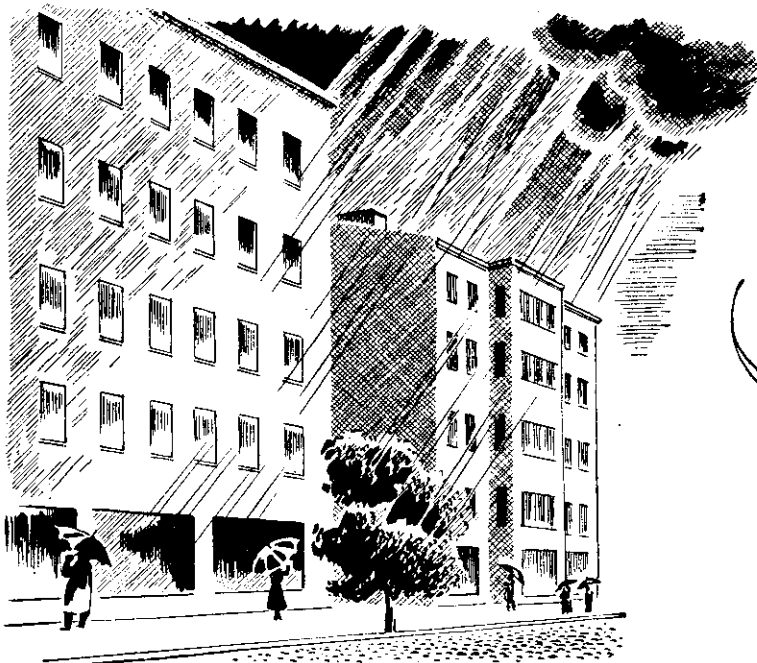
oy **Strömberg** Ab

Pitäjänmäki - Helsinki - Turku - Vaasa



LYIJYVALKOISTA

käytettiin jo vanhassa Egyptissä. LYIJYVALKOISTA käytetään jatkuvasti kaikessa ulkomaalauksessa, sillä se antaa varman ja pysyvän suojan.



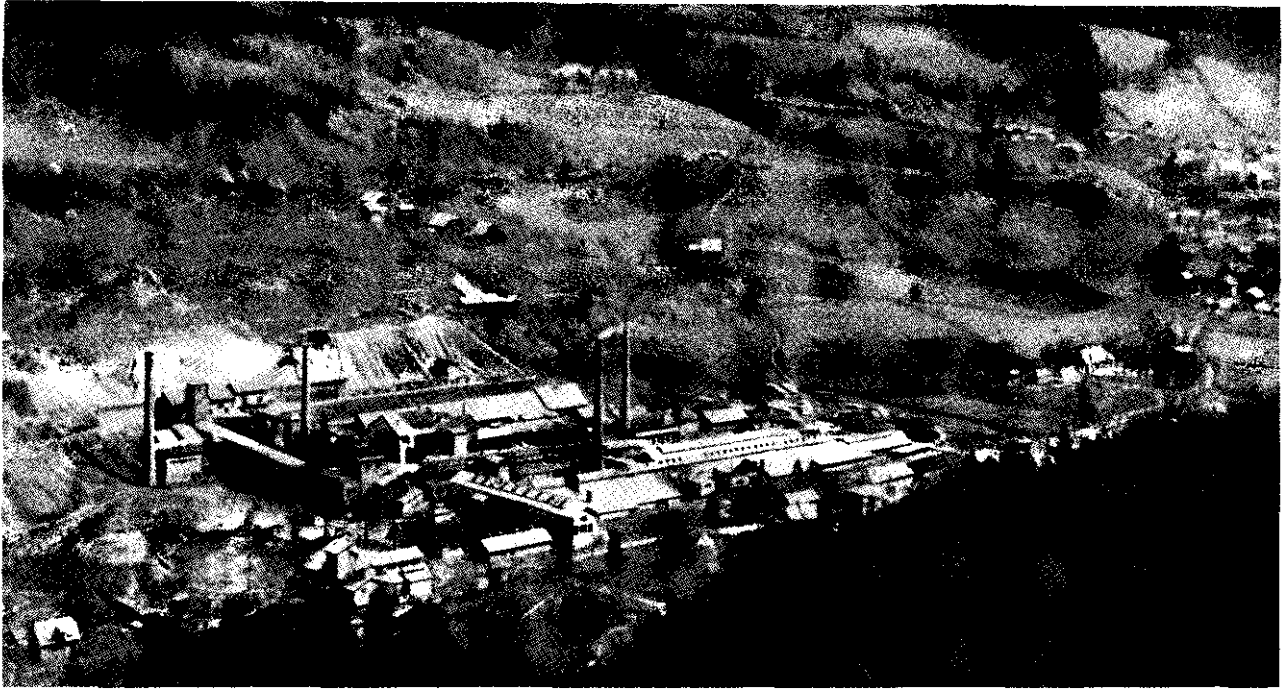
Lyijy- valkoinen

ajan-
mittaan
edullisin

LYIJYVALKOISTEHDAS

GRÖNBERG JA KUMPP.

TIKKURILA



Radenthein-tehtaat

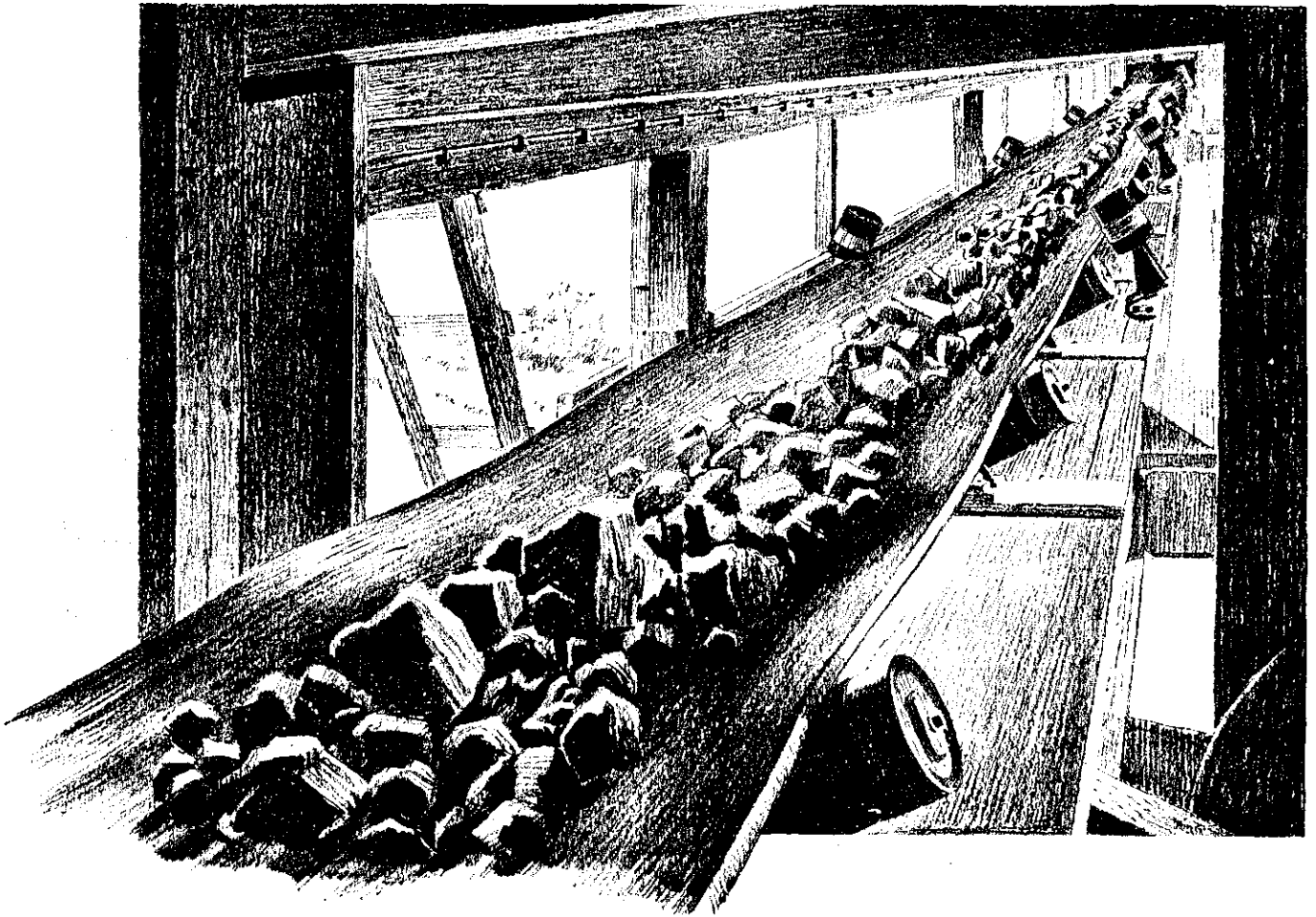
ÖSTERREICHISCH-AMERIKANISCHE MAGNESIT- AKTIENGESELLSCHAFT RADENTHEIN

RADEX

Enemmän kuin neljäkymmentä vuotta on Obermillstätter-alpeilla jo louhittu magnesiittia 1600—1800 m korkeudessa merenpinnan yläpuolella. Radenthein-tehtaan laitteistot tämän tuotteen jalostamiseksi, joka kuuluu ltävällän arvokaimpiin luonnonrikkauksiin, ovat pienestä uunilaitteesta kehittyneet meidän päiviemme suurteollisuuslaitokseksi, joka on käyttänyt hyväkseen kaikkia nykyaikaisen tekniikan viimeisimpiä saavutuksia ja kokemuksia. Magnesiitti, joka muutamia vuosikymmeniä sitten oli vielä melkein tuntematon metallurgiselle teollisuudelle, on nyt elintärkeiden metallien tuotannolle korvaamaton tulenkestävänä rakennusmateriaalina. Tämän valtavan kehityksen uranuurtajatyö suoritettiin Radentheinissa; lämpötilan vaihteluita kestävästä magnesiittierikoistiileistä ja arvokkaat kromimagnesiittiileit ovat lähteneet täältä ja tulleet tunnetuiksi ja arvossapidetyiksi kaikkialla maailmassa nimellä »RADEX». Radenthein on jälleen astunut uuden suuren askeleen teknillisen kehityksen tiellä: suurtehdas kemiallisesti sidottujen tiilien valmistusta varten merkitsee tärkeätä lisää tämän Euroopassa vielä vähän tunnetun materiaalin tuotannossa — materiaalin, joka jo vuosia sitten suoritti voittokulkunsa kautta Amerikan, missä tulenkestävän materiaalin käyttäjät nyttemmin tuskin voisivat ajatellakaan tulevansa toimeen ilman sitä. Radenthein on jälleen sen teknillisen kehitystyön johdossa, jonka aikana pienestä Kärntenin vuoristokylästä on tullut maailmankuulun teollisuuden tyysija.

Edustaja Suomessa:

Luovring
HELSINKI



KULJETUSHIHNA – JÄRKEVÄ SIIRTOTAPA

Kuljetushihnojen käytön jatkuva leviäminen on johtunut nykyaikajan vaatimuksista. Sen edut muihin kuljetustapoihin nähden ovat:

1. PIENI VOIMANTARVE
2. ERITTÄIN SUURI KULJETUSKYKY
3. PIENET KÄYTTÖKUSTANNUKSET
4. LUOTETTAVA

HUOM! Kunitamme myös vetoteloja. Tehtamme hoitaa toimittamiensa hihnojen huollon.

Neuvotelkaa kanssamme siirtopulmistanne !

Näistä löydätte ratkaisun:

MAMMUTTI (42 unssin kangas) erikoisesti vuoriteollisuuden käyttöön ja muihin raskaimpiin kuljetuksiin.

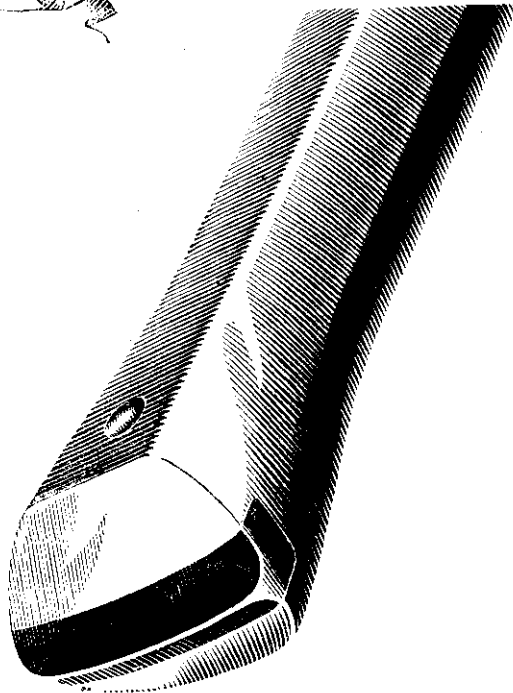
KARHU (32 unssin kangas) tavallisimpiin keskiraskaisiin kuljetuksiin.

ILVES (28 unssin kangas) kevyehköihin kuljetuksiin



NOKIA

Suomen Gummitehdas Osakeyhtiö



KOMETA KOVAMETALLI- VUORIPORAT

Kotimainen laatuvalmiste

Oy Kovametalli Ab:n valmistusohjelma käsittää nyt myöskin KOMETA kovametallivuoriporat.

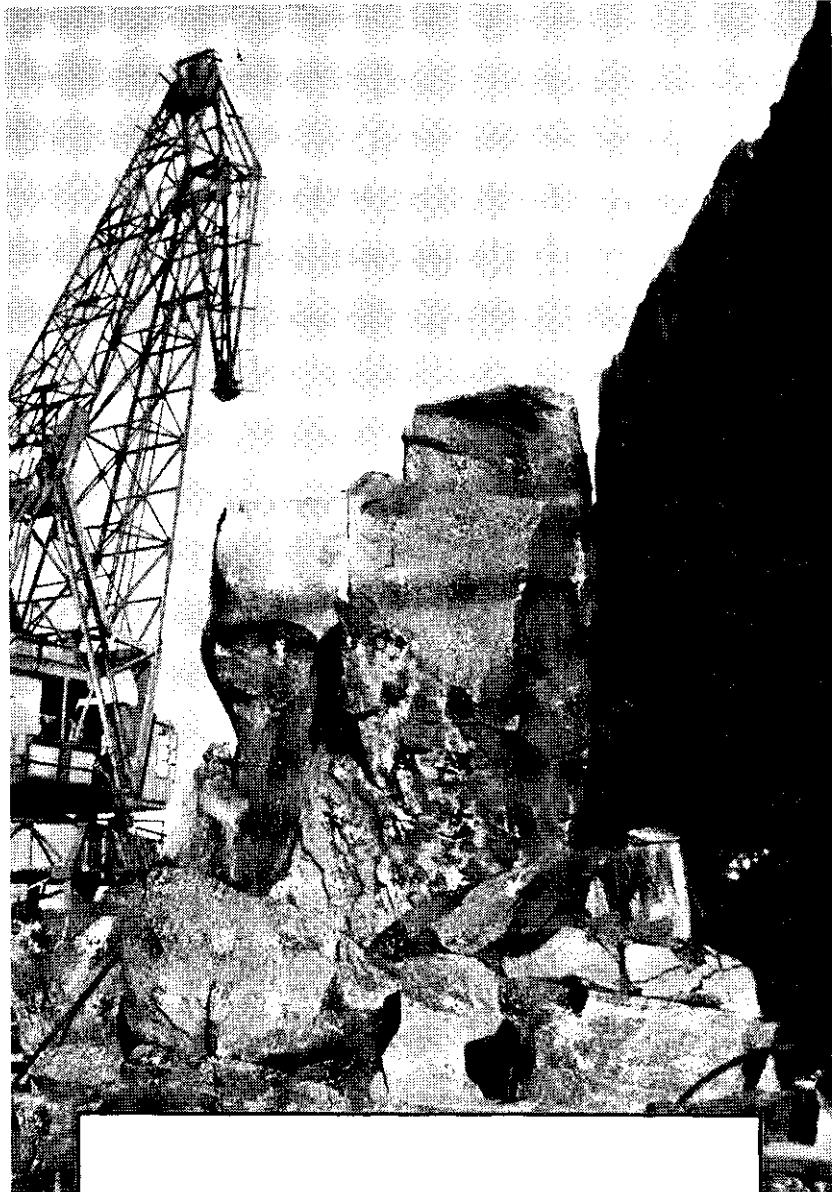
KOMETA kovametalli on maailmankuulua SECO kovametallia valmistavan Fa-gersta Bruks Ab:n kanssa suoritetun yhteistyön tulos.

Oy KOVAMETALLI AB

Pääedustaja:

Oy GRÖNBLOM Ab

HELSINKI — TURKU — TAMPERE — OULU — LAHTI



Luotettavia RÄJÄHDYSAINEITA

toimittaa Teille Räjähdyssainekonttori



**Suomen Forsiitti-
Dynamiitti O.Y.:n**

dynamiittia
ojitusdynamiittia
triniittia
terniittia
kantopommeja
tulilankaa
forsiittipommeja



**Rikkihappo- ja super-
fosfaattitehtaat Oy.:n**

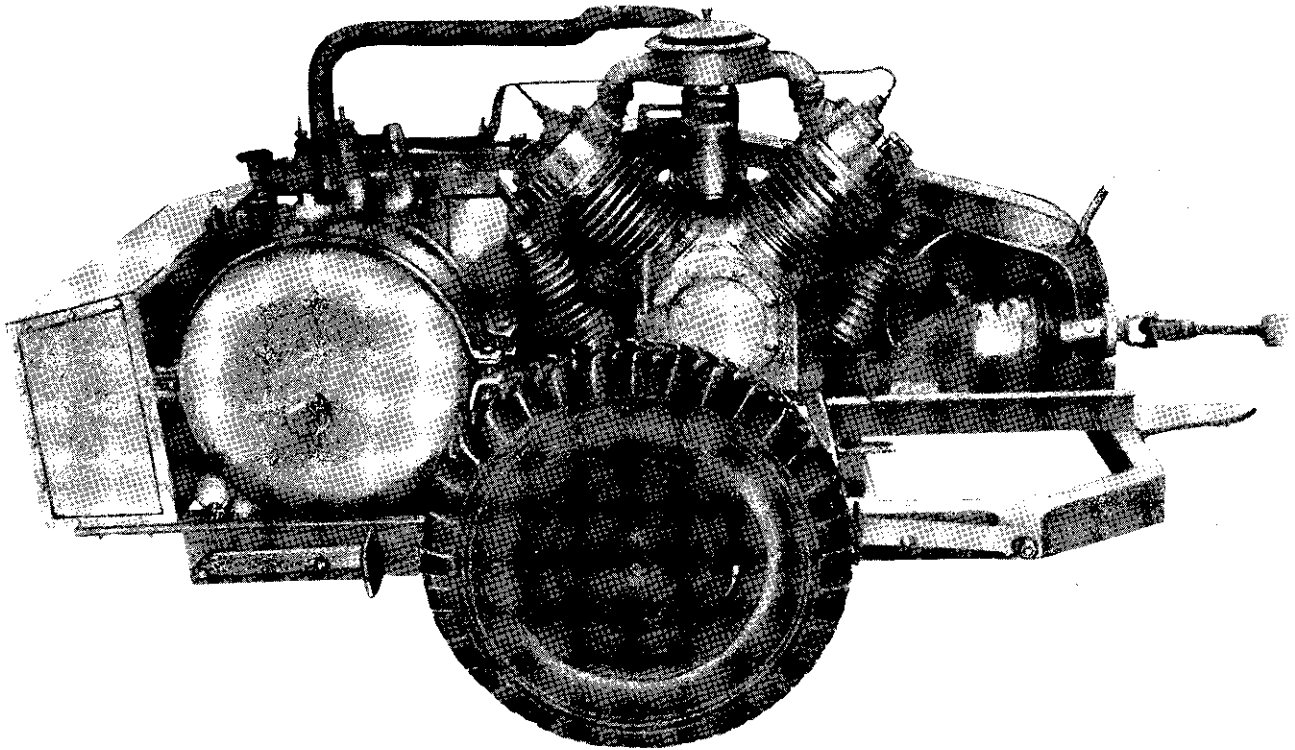
dynamiittia
aniittia
raivauspommeja
tulilankanalleja

Räjähdyssaine
KONTTORI

Helsinki, Runeberginkatu 8 F. Puh. 41602

KOTIMAINEN TRAKTORI- ja SÄHKÖ-
KÄYTTÖINEN

KOMPRESSORI KW-28

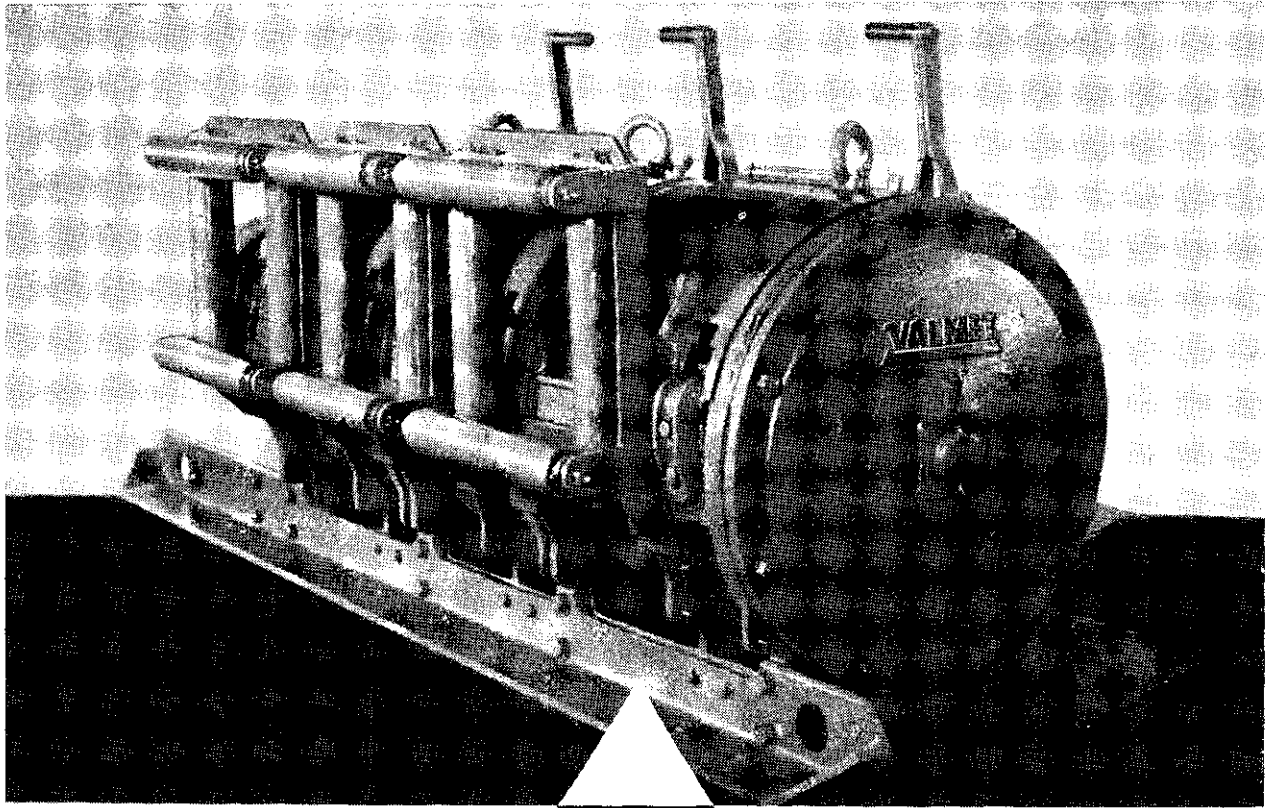


Käyttöakselin kierrosluku 540
Iskutilavuus 2100 l/min
Säiliö 250 l, 7 iky
Pyörät 6.00 × 16

Automaattinen paineensäätö
Säiliön päällä kiristyskiskot
sähkömoottoria varten (n-1400)

L. A. LEVANTO OY

Helsinki, Meritullinkatu 3 Puhelin 11 002

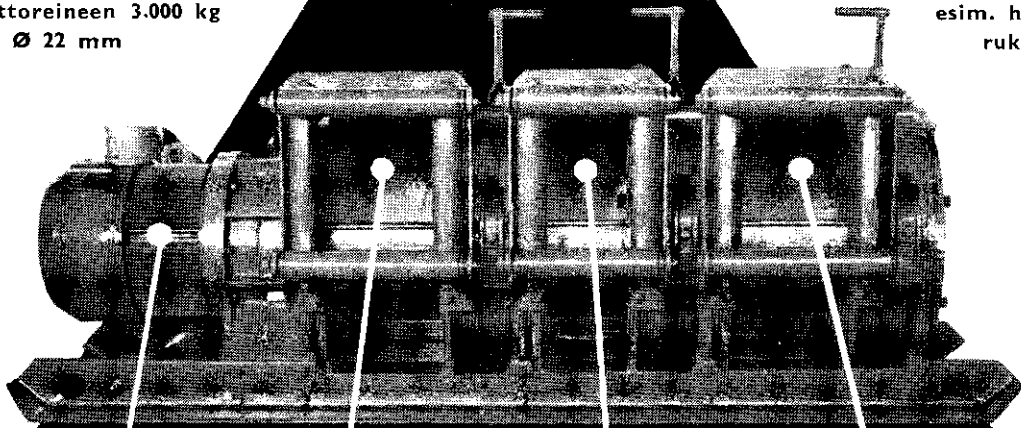


Raappa- vinttureita

Painoilman moottoria 2.600 kg
 „ moottoreineen 3.000 kg
 Teräsköysi Ø 22 mm

kaivos- teollisuudelle*)

*) soveltuvat myös
 esim. hiili- ja pu-
 rukentille



50 hv
 1.460 r/min

Vetonopeus keskim.
 98,5 m/min
 Vetovoima 1.800 kg
 Köysipituus n. 120 m

Vetonopeus keskim.
 71,5 m/min
 Vetovoima 2.500 kg
 Köysipituus 110-120 m

Vetonopeus keskim.
 98,5 m/min
 Vetovoima 1.800 kg
 Köysipituus n. 120 m

VALMET

VALMET Oy, Rautpohjan Tehdas, Jyväskylä. Puh. 1900.
 Pääkonttori: Kanavakatu 2, Helsinki. Puh. 11 441

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

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

Toimitusvaliokunta: vuorineuvos Eero Mäkinen (puheenjohtaja), dipl. ins. Fjalar Holmberg, professori Risto Hukki, professori Kauko Järvinen, fil. maist. Aarno Kahma, dipl. ins. Olli Simola ja ins. Eskil Strandström.

Toimitus: teollisuusneuvos Herman Stigzelius, päätoimittaja, puh. 28 714, 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 16000:—, muut lehdet 13000:—, puolisivu 8000:—, neljännessivu 4500:—.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 1

1953

11. VUOSIKERTA

VUORIMIESYHDISTYS r.y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f.

1943 — 1953

Tammikuun 12 päivänä 1943 kokoontui 29 vuoriteollisuuden alalla toimivaa henkilöä Hotelli Kämpin juhlahuoneistoon. Vallitsevista sotaolosuhteista huolimatta ja luottaen valoisampaan tulevaisuuteen päätettiin tällöin toteuttaa eräs jo useita vuosia suunnitteilla ollut ajatus perustamalla Vuorimiesyhdistys r.y. — Bergsmannaföreningen r.f. niminen yhdistys, jonka tehtävänä tuli olla vuoriteollisuuden edistäminen maassamme, jäsentensä keskinäinen lähentäminen ja heidän yhteisten etujensa valvominen. Yhdistyksen tultua virallisesti rekisteröidyksi pidettiin 15 päivänä toukokuuta sen ensimmäinen vuosikokous ja samana kesänä järjestettiin erittäin onnistunut ja muistorikas retkeily Porin metallitehtaalle ja Tampereen alueella sijaitseville teollisuuslaitoksille. Jo ensimmäisen toimintavuoden aikana ilmestyi myös yhdistyksen oman äänenkannattajan Vuoriteollisuus — Bergshanteringen'in 2 ensimmäistä numeroa, jotka silloin sotilasviranomaisten luvalla saatiin julkaista vain luottamuksellisina.

Kun yhdistyksen jäsenmäärä jo vuonna 1943 oli kohonnut 118 henkilöön, voitiin todeta, että uusi yhdistys oli saanut erittäin lupaavan alkuunlähdon. Samalla olivat yhdistyksen tulevat toimintamuodot pääpiirteissään hahmottuneet.

Vuosikokouksissa pidettiin esitelmä- ja keskustelutilaisuuksia, jolloin esiteltiin saavutettuja kokemuksia vuoriteollisuuden eri aloilla ja pohdittiin yhteisiä asioita sekä ajankohtaisia kysymyksiä vuoriteollisuuden edistämiseksi. Siten tämä vuosittain kokoontuva vuorimiesten »parlamentti» vuonna 1948 otti käsiteltäväkseen Otanmäen kysymyksen, malminetsinnän edistämisen vuosina

1949, 1950 ja 1952 ollessa keskustelujen pääteemana. Yhdistys on viimeksimainittujen keskustelujen tuloksena tuonut julki käsityksensä uusien malmivarojen löytämisen välttämättömyydestä vuoriteollisuuden ja siten maamme koko talouselämän vakauttamiseksi. Vuosikokouksien yhteydessä on pidetty myös perinteelliseksi muodostunut vuosijuhla illallistanssiaisineen, joka on saavuttanut vuorimiesten ja heidän rouviensa suosion.

Kesäisin on vuosittain järjestetty retkeily johonkin alan tuotantolaitokseen. Retkeilyihin on aina ollut hyvin runsas osanotto ja kulloinkin isäntänä toimiva yhtiö on aina avomielisesti esitellyt laitoksiaan. Yhdistyksen jäsenet ovat siten paikan päällä voineet tutustua ammattitovereittensa työpaikkoihin ja probleemoihin, mikä on ollut omiaan laajentamaan heidän näkemyksiään ja luomaan uusia edellytyksiä rakentavalle yhteistoiminnalle.

Vuoriteollisuus—Bergshanteringen'illa, jonka 20 numero nyt ilmestyy, on epäilemättä ollut oma merkityksensä yhdyssiteenä jäsenten kesken.

Kun vielä ottaa huomioon, että kokouksissa ja retkeilyillä aina on vallinnut välitön ystävyyden henki, on todettava, että yhdistys sen 10-vuotisen toimintansa aikana on hyvin täyttänyt siihen asetetut toiveet. Kun jäsenmäärä vuoden 1950 lopussa kumminkin oli kasvanut niinkin suureksi kuin 293 henkilöksi, katsottiin vuoden 1951 maaliskuussa pidetyssä vuosikokouksessa tarpeelliseksi perustaa yhdistykseen alaosastoja, jotta kunkin erikoisalan ammattikysymykset tulisivat riittävän tehokkaasti käsitellyiksi. Siten perustetuista Kaivosjaosto, Metallurginen jaosto ja Geologinen jaosto nimisistä alaosastoista on erikoisesti ensinmainittu osoit-

MALMIEN SYNNYSTÄ

Prof. PENTTI ESKOLA

Monen arvometallin alueellisessa jakaantumisessa on mainittavissa selittämätöntä oikullisuutta. Niinpä tinaa on mainittavissa määrin tavattu vain muutamilta harvoilta alueilta, aikaisimmin Cornwallista ja Erzgebirgestä, myöhemmin Malaijista ja Sunda-saarilta, Nigeriasta ja Boliviasta. Wolframin kotiseutu on Kaakkois-Aasian manner, Burma ja Kiina, kun taas wolframin sukulaismetallia molybdeniä esiintyy runsaanlaisesti tuskin muualla kuin muutamissa paikoin Pohjois-Amerikassa ja Norjassa. Kromi on Balkanin maille, Turkille, Uralille, Etelä-Afrikalle ja Itä-Kanadalle ominainen metalli. Platinaa on runsaimmin konsentroitunut Uraliin ja Etelä-Afrikkaan, ja uraani on erityisesti suosittu Pohjois-Amerikan mannerta.

Samaten myös graniittipegmatiittien hivenalkuaineet näyttävät kerääntyneen tiettyihin alueihin ja puuttuvan kokonaan toisilta alueilta. Niinpä Lounais-Suomen graniittipegmatiiteissa on monin paikoin niobi- ja tantalimineraaleja, kun taas Tukholman saaristo on kuuluu lantanidien kotiseutu, kuten paikannimistä johdetut alkuaineiden nimet holmium, ytterbium ym. sekä myös gadolinium (kemisti Gadolinista, joka Berzeliuksen laboratoriossa tutki Tukholman saariston mineraaleja). Ehkä kaikkein merkillisin on harvinaisten alkalimetallien caesiumin ja rubidiumin kerääntyminen Varuträskin pegmatiittiin. Ainoa tunnettu caesiummineraali pollusiitti oli ennen niin harvinainen, että kun siitä kokoelmimme näytteeksi ostettiin Footen mineraalikaupasta pikkusormenpään kokoinen pala 10 dollarilla, niin Foote jonkun ajan päästä pyysi ostaa palan takaisin. Nyt on Varuträskistä saatu pollusiittia vaunulastittain! Eräjärvestä on tullut Varuträskin kilpailija alkalimetallien tuottajana, mutta täältä ei vielä liene löydetty varsinaista caesiummineraalia.

Näyttäisi siltä kuin olisi alkuaineiden epätasainen jakaantuminen maapallolle alkuperäinen piirre. Mutta tämä ei tunnu uskottavalta, miten hyvänsä maapallon alkutila kuvitellaankin, joko yhteen kertyneeksi pölypalloksi tai kaasupalloksi tai tiivisaineisen valkoisen kääpiötähden sirpaleiksi. Joka tapauksessa näyttävät alkuaineet kerran olleen homogeenisena seoksena. Myös kivilajeissa on alueellista erilaisuutta, on laajoja alkali-kivialueita, joissa natriumrikkaat kivet ovat vallalla, ja vielä laajempia kalsiumrikkaita anortosiittialueita, mutta ei tuota enää mitään ajatusvaikeutta käsittää nämä homogeenisesta alkutilasta lähteneen differentiaation tuotteiksi. Samoin on ilmeisesti myös malmit käsitettävä

tautunut tarpeen vaatimaksi. Sen järjestämät esitelmä- ja keskustelutilaisuudet sekä tutustumiskäynnit eri kaivoksissa ovat olleet erittäin antoisat ja osanotto on ollut ilahduttavan suuri, varsinkin kun otetaan huomioon jäsenten toimipaikkojen hajanainen sijainti ympäri Suomea. Alajaostojen perustaminen oli ilmeisesti oikeaan osunut toimenpide, joka on tuonut yhdistyksen toimintaa uutta virkeyttä ja tehokkuutta.

Yhdistyksen jäsenmäärä on nyt 330.

differentioituneiksi, tavalla tai toisella erilaistuneiksi tasalaatuisesta aineesta, jossa arvometallien prosenttimäärä on enimmäkseen ollut tavattoman pieni.

Sillä arvometallit ovat, rautaa, alumiinia ja magnesiumia lukuunottamatta, kaikki hivenalkuaineita. Tärkeimpiä niistä on maankuoren magmakivissä keskimäärin seuraavat määrät: kromia 0.02 %, mangaania 0.10, kobolttia 0.002, nikkeliä 0.008, kuparia 0.007, sinkkiä 0.013, hopeaa 0.00001, tinaa 0.004, kultaa 0.0000005, platinaa 0.0000005, lyijyä 0.0016 %.

Jotkut arvometallit ovat Rankaman-Sahaman sanonnan mukaan oksifiilejä eli happeen yhtyviä kuten titaani, vanadiini, kromi, mangaani, volframi, tina, esiintyen etupäässä oksideina ja silikaatteina, toiset taas ovat sulfofiilejä muodostaen mieluummin sulfideja elleivät ole pelkkinä, kuten koboltti, nikkeli, kupari, sinkki, lyijy, hopea, elohopea, kulta ja platinametallit. Rauta on tässä suhteessa varsin välinpitämätön esiintyen yhtä hyvin oksidi- kuin sulfidimalmeina ja kaikkein runsaimmin silikaateissa. Yleensä on arvometalleja yleisissä kivissä verrattomasti suuremmissa määrin, joskin monin verroin pienemmin prosenttimäärin kuin malmeissa. Metallit ovat kivissä piiloutuneina yleisten silikaattien kidehiloihin, mikä on mahdollista aina, milloin niiden ionit ovat kylliksi saman kokoisia, niin että arvometalli voi korvata jotakin kivilikaattien pääkationia, siis alumiinia, rautaa, kalsiumia, natriumia, kaliumia tai magnesiumia. Eri metallien konsentraatiot eri kivissä ovat hyvin erilaisia, ja malmiesiintymät yleensä liittyvät samoihin kiviin, joihin niitä on runsaimmin piiloutuneinakin. Niinpä kuuluvat platina, kromi ja nikkeli ultraemäksisiin ja emäksisiin kiviin, ja näiden kivien oliviini sisältää jopa 0.4 % nikkeliä myös silloin kun niiden yhteydessä ei ole nikkelimalmeja. Nikkelipitoisten kiisujen synnyn edellytyksenä näyttää olevan, että nikkelimäärä kiven magmassa on ylittänyt sen määrän, mikä korkeintaan voi olla nikkeliä isomorfisena seoksena silikaatissa, mutta tämä tietenkin riippuu myös kivessä olevasta rikkimäärästä, johon voi sitoutua paljon enemmän nikkeliä kuin silikaatteihin. Kromia niinkään menee silikaatteihin, esim. oliviiniin, korkeintaan n. 0.1 %. Kun sitä on runsaammin, niin se muodostaa kromiittia, useimmiten pikku rakeina lisäaineksena, mutta se voi erottua kromimalmeiksi.

Olisi tärkeää tietää, onko malmiesiintymien kivien silikaateissa enemmän arvometalleja kuin malmittomien alueiden samoissa kivissä ja mineraaleissa, mutta tätä seikkaa tuskin on tarpeeksi tutkittu. Kromin ja nikkelin esiintymisestä voi mainita esimerkiksi Outokummun, jonka malmi ei ole kromi- eikä nikkelimalmi, mutta missä malmin viereinen serpentiini sisältää sekä kromia että nikkeliä. Olen tehnyt siitä kaksi kromimääräystä tuloksiksi 0.28 ja 0.33 % kromioksidia, mistä laskin, että Outokummun 3.5 km pitkässä kaivoskentässä 400 m syvyyteen sakka on 6.9 miljoonaa tonnia kromimetallia, ja tämän määrän saa Karjalan serpentiinijaksoissa vaikka miten moninkertaiseksi. Myös nikkeliä on serpentiinissä kaivoskentän sisällä paljon enemmän kuin kuparia, jonka

kokonaismäärä hyvässä lykyssä on ehkä 1 milj. tonnia. Lisäksi on siinä pieni, mutta arvossa kromin ja nikkelin veroinen platinamäärä. Saattaisi kysyä, tuleeko Outokummusta kromi- ym. kaivos sitten kun sen kupari loppuu. Varmaan minua sanottaisiin pätkähulluksi, jos semmoista ennustaisin, mutta konstit ovat monet, kun ne vain keksitään! Kaivostyön tulevaisuuden perspektiivinä on, että yhä köyhemmät malmit tulevat käytäntöön samalla kun opitaan yhä syvemmältä löytämään näkymättömiä malmioita.

Tina erottuu tinamalmiksi graniiteista, mutta vähän yli 50 g tonnia kohti jää graniitin silikaatteihin ja oksideihin piiloutuneeksi. Lyijy taas erkanee lyijyhohteena, mutta n. 30 g tonnia kohti jää piiloutuneena grannitin maasälpään. Sillä on olemassa lyijymaasälpä, $PbAl_2Si_2O_8$, joka on isomorfinen kalimaasälvän kanssa samoin kuin bariummaasälpä.

Jo 1800-luvun puolivälin paikkeilla selvitti edistytvä analyysitaito sen jo mainitsemani tosiasian, että arvometalleja on pienissä määrin miltei kivessä kuin kivessä, ja malmien synnystä syntyi ns. lateraalisekreetioteoriat, jonka mukaan malmiot, lähinnä malmijuonet, ovat syntyneet siten, että tihkuvat pohjavesiliuokset ovat uuttaneet metalliaineita ja kiteyttäneet niitä rakoihin ja onteloihin. Tämä teoria liittyy Forchhammerin ja Sandbergerin nimiin, ja suurimman menestyksen sille hankki Sandberger 1870-luvulla.

Muttoa ennen pitkää alettiin oivaltaa, että malmien synty liittyy itse kivien erilaistumiseen. Huomattavimpia malmien tutkijoita 1800-luvun loppupuolella olivat varsinkin saksalaiset von Groddeck ja Stelzner.

Vuosisatamme alusta lähtien vallitseva käsitys on ollut se, että useimmat malmit ovat syntyneet silikaattisulista eli magmoista kiteytymällä tai sulina erottumalla joko suorastaan sulasta magmasta tai kivimineraalien kiteytymisen jälkeen jääneistä ns. hydrotermisistä vesiliuoksista. Teorian kehittämistä kuuluu suurin ansio norjalaiselle J. H. L. Vogtille. Uudenaikaisimmin, hiukan eri muodoissa, tällaisia malmiteorioja ovat esitelleet P. Niggli ja Schneiderhöhn Euroopassa ja Lindgren ym. Amerikassa.

Erotetaan suoraan magmasulasta erkaantuneet malmit ja näistä varhaismagmaattiset platina-, kromi-, titaanirautamalmit sekä nikkelimalmit ja myöhäismagmaattiset fosforipitoiset Kiirunantyyppiset rautamalmit sekä tina- ja wolframimalmit ym.

Sitten seuraavat jälkimagmaattiset malmit, joihin kuuluvat, eri tavoin määriteltynä, metasomaattiset eli syrjäytymälmit, kontaktimalmit, impregnaatiomalmit ja juonimalmit. Sulamagmaattisista lähtien rajatapauksena erottavat Niggli ja Schneiderhöhn pegmatiittispneumato-lyyttiset malmit, joiden syntylämpötilan pitäisi olla yläpuolella veden kriittillisen pisteen, joskin lähellä sitä. Kuten Lindgren oikein huomauttaa, tämä käsite on enemmän hämmentävä kuin selventävä.

Näissä jälkimagmaattisissa malmeissa siis lähdetään korkeimmista, pneumotektisiksi nimitetyistä malmeista ja tullaan yhä alempiin. Schneiderhöhnillä ja Lindgrenillä on eri asteilla omat eri nimityksensä, joihin ei tässä ole syytä puuttua, ja edetään yhä kauemmaksi emämagmakivestä. Malmiliuokset kiteytyvät kallion rakoihin ja onteloihin — saadaan malmijuonia eri metalleineen, kunnes kaikkein alhaisimpiin lämpötiloihin kuuluvia ovat semmoiset kuin antimoni- ja elohopeajuonet. Lämpötila on tällöin saattanut laskea jopa alle 100°.

Sitten tulevat tässä järjestelmässä maan pinnalle syntyneet sedimenttiset malmit. Nekin saattavat olla

magmoista peräisin, ja siis endogeenisten ilmiöiden tuotteita, varsinkin laavoista erkaantuneista kaasuista ja liuoksista kiteytyneitä. Lopuksi tulevat maanpinnalla tapahtuneissa ilmiöissä rapautumistuotteista, pohjavesi- ja maavesi-alkunsa saaneet tai merivedestä saastuneet malmit ja vihoviimeisinä veden vierittelyssä rikastuneet malmit, kuten jokihiekkan kulta, platina, monatsiitti tai kassiteriitti ym. sellaiset, joiden saksankielinen nimi on Seife, engl. placer, ruotsin vaskmalm. Suomeksi niille on hyvä ja omaperäinen kullanhuuhtojain sanasta saatu nimi upamalmit.

Sedimenttiset malmit ovat monen metallin kohdalla taloudellisesti erittäin tärkeitä. Niinpä rautamalmien joukossa maailman suurimmat varastot Brasiliassa, Yhdysvalloissa, Lotringissa, Neuvostoliitossa ym. kuuluvat erilaisiin sedimenttimalmeihin. Samoin Neuvostoliiton, Intian ym. maiden mangaanimalmien laita. Alumiinimetallin raaka-aineena näyttää silikaattikivien lämpimän maan rapautumisen tulos, alumiinihydroksideista muodostunut boksiitti pääosaa ja sitä saadaan monesta maasta, kuten Euroopassa Neuvostoliitosta, Unkarista, Jugoslaviasta, Kreikasta, Italiasta ja Ranskasta. Tässä on kumminkin syytä mainita, että viime aikoina on yhä useampia yrityksiä tehty alumiinin valmistamiseksi kiteisten kivien alumiinirikkaista silikaateista, kuten Kuolan Hiipinän fosfaatin rikastuksen yhteydessä saadusta nefeliinistä. Ruotsissa valmistettiin sodan aikana alumiinia Bolidenin alumiinisilikaattimineraalista andalusitista, ja meillä on ajateltu siihen tarkoitukseen eräiden karjalaisten kvartsiittien kyaniittia, mikä tuskin lienee tarkoitukseen kiitollinen raaka-aine. Sen sijaan ansaitsee meidän kannaltamme pikemmin huomiota Lapinlahden bytowniittikivi, joka on sekä alumiinirikkaampi että helppoliukoisempi kuin Norjassa samaan tarkoitukseen kokeiltu labradorikivi. Bytowniittikiven käyttöön sopisi samalla liittää muuta kemiallista teollisuutta samoin kuin lienee tapahtunut Hiipinässä nefeliinin käsittelyn yhteydessä.

Viime vuosikymmeninä on yhä useampia ennen magmaattisina tai jälkimagmaattisina pidettyjä malmeja alettu selittää sedimenttisiksi. Muistissani on, että noin 1930:stä alkaen panin tämän tendenssin merkille Saksan malmigeologien piirissä. Tämä käänne lienee osaksi johtunut siitä, että ruvettiin tarkemmin geologisesti ja kemiallisesti tutkimaan selviä sedimenttimalmeja. Merkittävä saavutus oli esim. järvi- ja suomalmien synnyn selvittäminen pohjavedestä ja rautabakteerien osuus siinä. Vielä tärkeämpi oli mätäliejujen synnyn selvitys. Umpisyvänteissä, kuten nykyisen Mustanmeren ja myös järviäntaiden vesissä vallitsevat pelkistävät olosuhteet mätänevästä eläin- ja kasvijätteistä johtuen, ja eloperäisen rikkivety saostaa sulfideina rautaa ja, jos vedessä on, vielä kernaammin kuparia. Mätäliejusedimenttien syntyä voi seurata nykypäivistä yli 2 miljardia vuotta taaksepäin bituministen liuskeiden ja alunaliuskeiden kautta peruskallion mustiin liuskeisiin ja grafiittigneiseihin. Meillä ne ovat malmigeologien harminkappaleita, koska ne sotkevat sähköisiä viitteitä eivätkä ole malmeja, mutta muistettakoon, että niistä polveutuu maaöljy ja että Mansfeldin kupariliuske, Saksan suurin kuparimalmiesiintymä on mätäliejusedimenttiä samoin kuin Dalslandin Stora Strandin synnyttään samanlainen, mutta iältään prekambrialainen kupariliuske. Ja vähän kuparia ym. mätäliejusedimenteissä on aina.

Mätäliejuista syntyneitä ja monenlaisia muita sedimenttisiä malmeja on tietenkin myös metamorfoituina, ja silloin saattaa niiden alkuperä olla vaikea selvittää.

Selväkiteisiä malmeja ennen pidettiin yleensä magmasyntyisinä, mutta nyt on monen suhteen käsitys muutunut, ja ehkäpä on silloin oltu taipuvaisia menemään vastakkaiseen äärimmäisyyteen, kun kerran sedimentti-syntä pääsi muotiin.

Bodenmais Baijerissa on kiisumalmi, joka kuvausten mukaan on mineraaliseurueeltaan ja asultaan hyvin Orijärven malmin kaltainen. Se on selitetty varmasti sedimenttiseksi. Tosin Schneiderhöhn ei tätä usko, mutta hänkin uskoo, että Eifelin lähellä oleva Mechernich, Saksan suurin lyijymalmiesiintymä, on sedimenttinen, jopa, jos olen oikein häntä ymmärtänyt, upasedimentti triashiekkakivessä, joskin ehkä moneenkin kertaan uudesti kiteytynyt. Olen nähnyt tämän malmin, ja olin mielessäni vakuuttunut sen magmasyntyisyydestä, varsinkin kun Eifelin vulkanismi hyvin voi olla malmin-tuojana, ja Hans Cloos, jonka seurassa matkan tein kesällä 1944, oli kanssani samaa mieltä. Toinen kiistanalainen esiintymä, jonka suhteen Schneiderhöhn on epäilevällä kannalla, on Rammelsberg Harzissa. Olen tämänkin paikan nähnyt, ja olin silloin valmis vannomaan senkin jälkimagmaattiseksi. Se on hyvin monimetallinen — sinkki-, kupari-, lyijy- ym., karkeakiteisimmiltä osiltaan sekin melkein kuin Orijärvi. Kumminkin ovat jotkut malmigeologit osoittaneet varsin todennäköiseksi, että Rammelsbergin malmi on alkuaan ollut sedimentti, melkein kuin Mansfeldin kupariliuske, mutta sen ohessa täytyy heidän olettaa, että malmi on liikkunut, osittain jopa siirtynyt vallan uuteen paikkaan maankuoren liikkunnoissa.

Ruotsissa sedimenttisyntyselitys tuli vähän odottamattomalta taholta, kun Magnusson 1920-luvulla sanoi, että Bergslagin karsirautamalmit eivät olekaan kanta-graniittien magmasta kalkkikiveen tulleita, vaan ovat syntyneet leptiitteihin joko sedimentteinä tai pinnallismetasomaattisina ennenkuin karsikivi, jonka Magnusson kaikkein useimmissa tapauksissa selittää reaktiokarreksi eli jähmeässä muodossa toisiinsa rajoittuvien erilaisten kivilajien rajapinnassa tapahtuneiden reaktioiden tuloksiksi, kuten meillä esim. Lappeenrannan, Lohjan tai Paraisten kalkkikiven rajoilla yleiset ns. kontaktisaumat.

Magnusson kumminkin uskoi Oslon tai Banatin ja jotkut Ruotsinkin karsimalmit ja karret magmaattismetasomaattisiksi, samoin monta muuta malmilajia, mutta kun sitten 1930-luvulla Backlund toi transformivillityksen Ruotsiin ja selitti rapakiven ja muut hyvät magmakivet muuttuneiksi sedimenteiksi, ei hän säästänyt myöskään malmeja. Kun minun on vaikea seurata Backlundin ajatuksenjuoksua ja ehkä pyrkisin selostamaan hänen oppejaan väärin, käännän suoraan, joskin lyhentäen, mitä hän kirjoitti 1941: Hän kuvaa eloisesti eksogeenista differentiaatiota, rapautumisen ja kulutuksen yhteydessä tapahtuvaa alkuaineiden, myös arvometallien lajittumista ja eliömaailman osuutta siinä. Bakteerit rikastavat rautaa soissa ja järvissä ja toiset rikkiä miljoonin tonnein. On niitä, joiden ainoana elämäntyönä on rikastaa vanadiinia yli satakertaisesti, ja samoin käy, vaikka tarkat tiedot puuttuvat, kromin, kuparin, nikkelin, molybdenin, wolframin jne. Hiili rikastuu kasvien työstä, ja eri alkuaineiden (lyijyn, kuparin, bariumin, mangaanin ym.) laimeista liuoksista näitä pidätty limaisiin eritteisiin; geologisten aikojen kuluessa näistä voi kertyä huomattavat määrät. Sitten seuraa kuvaus siitä, miten eri metallirikasteet pinnalta taas joutuvat vuorenpöimutuksessa syvälle ja korkeisiin lämpötiloihin, missä ne erilaistuvat edelleen ja kiteytyvät »pneumatolyttisinä» ja »hydrotermisinä» mal-

meina. Tästä endogeenisestä malmien erottumisesta Backlund sanoo: »Yksi asia on kumminkin todettava: Ilman maanpinnalla tapahtunutta esirikastusta — — — lukuisten alkuaineiden kuumarikastus arvokkaiksi metalliraaka-aineiksi taloudellisesti merkittävin määrin tuskin veisi mainittaviin tuloksiin».

Helge Backlundin näkemyksen mukaan Maan koko päällimmäinen kalliokuori sial graniitteineen ja malmeineen olisi miltei kokonaan ulkoisten prosessien tulos, ja hän on kivien ja malmien sedimenttisiksi julistamisessa yhtä johdonmukainen kuin toinen etevä ruotsalainen geologi Harald Johansson oli johdonmukainen selittämään kivet ja malmit magmaattisiksi. Niinpä Backlund sovitte sedimenttiteoriaansa myös Hiipinän apatiittiin ja selitteli tätä retkeilykumppaneilleen, kun 1937 Moskovan geologikongressin retkeilyllä kävimme Hiipinässä. Sain silloin piloillani, että Backlundin mukaan siis apatiittilaatta alkalisine mineraaleineen ja erikoisine hivenalkuaineineen olisi migmaattitunutta guanoa, jolloin tämä heristi sormeaan, mutta oli ilmeisesti tähän tulkitaan tyytyväinen.

Backlundin todistelu tuntuu kevyeltä. Yleensä hän esittää sen laatuasia ylimalkaisia väitteitä, joita on mahdoton todistaa vääriksi tai oikeiksi. Mutta hän on saanut paljon kannattajia. Näihin kuuluu myös ruotsalainen Sture Landergren, joka kumminkin perustaa johtopäätelmänsä geokemiallisiin tosiasioihin ja analyyseihin ja on malmien ja kivien hivenalkuaineista tehnyt suuren joukon spektrianalyysijä. Landergren on seikkaperäisimmin tutkinut Ruotsin rautamalmeja. Tyydyn tässä sanomaan jonkun sanan vain niistä rautamalmeista, joiden magmaattisesta luonteesta ei aikaisemmin ole ilmennyt epäilyksiä, nimittäin titaanirautamalmeista ja Kiirunan tyyppisistä fosforirikkaista malmeista sekä ns. primäärikarsimalmeista.

Landergrenin tulos näistä kuten kaikista muistakin peruskallion rautamalmeista on se, että niissä primääriinen raudan rikastuminen on tapahtunut maanpinnalla, eksogeenisesti. Syvemmälle maankuoreen jouduttuaan ne ovat käyneet läpi endogeenisen muuttumisen, joka voi olla metamorfoosi ilman aineen muutosta, metasomatoosi, vallan uusi mineraaliseurue eli rautamalmin uudestisyntyminen (palingeneesi) ja vihdoin rautamalmin synty emäksisen magmakiven synnyn yhteydessä. Viimemainittua tapausta edustaa titaanirautamalmi. Korkeamman hapettumisasteen ja koostumuksen yhteensopimattomuuden malmin ja sen emäkiven välillä katsotaan todistavan, että tähänkin olisi tullut lisäksi maanpinnalla raudasta rikastunutta ainetta. Tällaiseksi Landergren olettaa kuumen ilmanalan punaisen rautarikkaan rapautumismaan lateriitin, koska tässä tunnetusti on titaanimäärä runsas.

Tämä todistelu on ilmeisesti riittämätön. Ilmeniittimagneettia, mikä on tässä malmimineraalina, on myös sen sivukivissä, gabroissa tai oliviinidiabaaseissa lisäaineksena, eikä tämän malmin tarvitse tulla pysymättömäksi, jos se tavalla tai toisella kivistä erotetaan malmioiksi. Eikä peruskalliosta ole milloinkaan tavattu kiviä, joiden voisi olettaa olleen alkuaan lateriittia.

Primääriset karsirautamalmit ovat otaksuttavasti syntyneet paljon alhaisemmissa lämpötiloissa kuin titaanirautamalmit ja ne ovat varsin vapaita niin hyvin titaanista kuin fosforistakin, mutta syntytapaan nähden eräät niistä eivät mitään muuta merkkiä osoita kuin magmakivestä lähtevän metasomatoosin. Mutta tässä ehkä on vannomatta paras; Magnussonkin sanoo, että primäärikarren tapaukset hänen kokemuspiirissään ovat

käyneet sitä harvinaisemmiksi, mitä tarkemmin hän on niitä tutkinut.

Kiirunan ym. fosforirikkaat rautamalmit on Per Geijer jo 1910 selittänyt niin, että ne ovat erottuneet puolihappamasta magmasta, johon on liennut paljon haihtuvia aineita, pneumotektisenä jäännösmagmana. Landergrenin mukaan taas tässäkin geokemialliset seikat todistavat, että alkuaan maan pinnalla raudasta, vanaadiinista, fosforista ja haihtuvista aineista rikastunut tavara, todennäköisesti kemiallinen merisedimentti, oli joutunut endogeeniseen vaiheeseen, jossa samalla oli käynnissä kiven muodostus ja tapahtui metamorfista differentioitumista, syntyi rinnakkain suuria rautamalmioita ja syeniitti- ym. porfyirimassoja.

1949 Ruotsissa kävi väittely Kiirunan malmeista valan kiivaana, kun siihen yhtyi Bror Asklund, Harald Johanssonin manttelin perijä ja Nils Sundiuksen kanssa hyvin luultavasti viimeinen mohikaani ultramagmatisien koulukunnasta, ja selitti nämä malmit sulassa tilassa tapahtuneen erottumisen eli likvaation tuotteiksi, mitä selitystä yleisesti vain nikkelimalmien syntyyn sovelletaan. Magnusson on omaksunut Geijerin käsityksen, ja tämä näyttää tällä hetkellä olevan Ruotsissa »virallisesti vahvistettu» kanta. Malmimagman, joskin haihtuvilla aineilla kyllästetyn malmimagman oletaminen on kumminkin fysikokemiallisesti hyvinkin arveluttava asia, ja myös Landergrenin geokemialliset näkökohdat ovat tässä tapauksessa huomioonotettavia. Mitä enemmän Kiiruna- ja Jällivaaran ja Grängesbergin jättimalmioita tutkitaan, sitä arvoituksellisemmiksi ne käyvät.

Malmigeologiassa on viime vuosina monella taholla ja monella tavalla ollut kuohuntaa ja kapinahenkeä vastaan näyttämöltä pois siirtyneen tutkijapolven jo klassilliseksi käyneitä käsityksiä vastaan; edellä esitetty sedimenttisyntyepidemia ei suinkaan ole ainoa. Amerikassa moni malmigeologi on päähuomion pannut maankuoren liikuntoihin malmien sijoittumisen määrääjänä, kuten ilmenee Walter Newhousen toimittaman kokoomateoksen nimestä »Ore deposits as related to structural features». Rakenneseikkojen tutkiminen on yleisesti osoittautunut käytännöllisesti hyödylliseksi uusien malmien etsinnässä ja tutkimisessa. On sanottu, että se ja se on löytänyt malmia vääristä paikoista, koska ne eivät ole olleet niitä, magmakivikontaktien läheisiä tai muita sellaisia paikkoja, joihin Lindgrenin mukaan malmien odotettaisiin sijoittuvan.

Huomattava ja varsin omaperäinen oli se liikuntojen vaikutusmuoto, jonka Heikki V. Tuominen ja Toivo Mikkola esittivät selityksenä ns. magnesiometasomaattisille kiville ja sulfidimalmeille Orijärven alueella. Minä olin aikaisemmin olettanut Orijärven malmin lähteneeksi Orijärven kantagraniitista ja kordieriitti-, antofylliitti- ym. magnesiariikkaiden kivien saaneen alkunsa graniitista lähteneistä magnesiariikkaista liuksista. Tuominen ja Mikkola osoittivat nyt, että magnesiumin kerääntymistä on tapahtunut ja myös malmeja on muodostunut pääasiassa savikiven kerrospojujen kupeisiin ja päihin, ja arvelivat, että magnesiumista rikastuminen on merkinnyt vain magnesiumin siirtoa liikuntojen vaikutuksesta, eikä siis mitään magnesiummetasomatoosia ole tarvinnut tapahtua. Olipa malmia tullut graniitista tai ei, sitä on joka tapauksessa lähtenyt ympäristön savisedimentistä, tullut liikuntojen ja poimutuksen puseritamana pitkin kerroksia ja sijoittunut tektonisesti suo-

sittuihin kohtiin. Tässä on melko paljon Sandbergerin vanhan lateraalisekreetioteorian makua! Olen heidän v. 1950 ilmestyneeseen kirjoitukseensa vastannut, että ajatus on erinomainen ja selittää paljon, mutta että se ei poista magnesiometasomatoosin todellisuutta. Mainitsin samalla, että kun magnesiometasomatoosi on havaittu niin yleiseksi ilmiöksi Ruotsissa, niin on mielenkiintoista nähdä, miten näihin uusiin ajatuksiin siellä suhtaudutaan.

Toistaiseksi kumminkaan ei näytä olevan suhtauduttu. Muutamia päiviä sitten ilmestynyt Nils Magnussonin malmigeologia puhuu paljon magnesiometasomatoosista ja siihen liittyvistä sulfidimalmeista sekä korostaa tektonisten tekijöiden merkitystä malmien sijoittumiseen, mutta ei liitä magnesiometasomatoosia tähän yhteyteen. Hän sanoo, että tämä ilmiö suurimmalla varmuudella on yhteydessä kantagraniittien esiin murtautumisen kanssa, mutta ei sitä eikä malmeja ole aiheuttanut graniitti eikä sen jäännösluokset, vaan että kysymyksessä ovat suuremmat yhteydet, siten, että malmit ja kantagraniitit ovat kotoisin samoista lähteistä, samasta sulamisvyöhykkeestä. Täytyy katsoa kokonaisuutta enemmän astronomisesti kuin aikaisemmin on tehty. Tämä uusi ajatus-tapa on tullut viime vuosina malmigeologiassa vallan yleiseksi. Nyt pidetään useinkin turhana ainakaan väittää päätään malmien tuojina olleiden magmakivien etsimisellä.

Falunin sulfidimalmin synnyn selittää Magnusson samoin kuin v. 1917 Geijer olevan lähinnä yhteydessä kantagraniittien tunkeutumisen ja sen yhteydessä tapahtuneiden liikuntojen kanssa. Toisaalla, kuten Ammebergin sinkkimalmialueilla, on taas nuorempien graniittien, pegmatiittien ja migmatiittien rintama ajanut liikkeelle malmiliuokset, jotka sitten ovat sijoittuneet rintaman eteen. Sulfidoitunut vyöhyke jatkuu Närkestä läpi pohjoisen Itä-Götanmaan Södermanlandiin ja siinä on erilaisia malmeja, mm. Venan kobolttimalmi, Tunebergin kupari-kobolttimalmit, Utön sinkki- ja lyijymalmi-impregnaatiot, ja lopuksi pohjoisimpana jälkiä viimemainituista vielä Runmarössä. Eräissä tapauksissa Magnusson käsittää malmit todella nuorempien graniittien magmasta lähteneiksi, tietenkin milloin graniitit ovat kotoisin todella juvoniilisista magmoista. Tällöinen tapaus on esim. Yxsjön wolframimalmi.

Skellefteän alueella malmin muodostuksen kytkeytyminen nuorempien graniittien ja migmatiittien »rintamiin» tuli ensinnä huutoon Sven Gavelinin tutkimuksessa Malänäsin malmeista, ja on nyt yleisesti tunnustettu. Gavelin tulee käsityksessään melko lähelle Backlundia. Metallien ensimmäinen rikastuminen olisi tapahtunut sedimenteissä, jotka sitten muuttuivat Revsundin ja Skellefteän tyyppisiksi graniiteiksi. Skelleften alueella on paljon mustia liuskeita ja niissä runsaasti rikki- ja magneettikiisua, kun taas jalommat metallit miltei tykkäänään puuttuvat. Nämä metallit olisivat yhdessä suurien rautamäärien kanssa tulleet ajetuiksi pois sedimenteistä mainitussa muuttumisessa ja sitten kiinnittyneet »saostumisrintamille» sopivassa alemmassa lämpötilassa. Näissä vasta saattoi muodostua konsentroitujakin sulfidulia vuorijonopuristuksessa, ja siitä malmit ovat saattaneet saada jossain määrin intrusiivisen luonteen.

Lopetan Schneiderhöhnin sanoihin, että miten hyvänsä malmien synty käsitetäänkin, ei saa unohtaa sitä, että metallit joka tapauksessa viime kädessä ovat kotoisin kerran magmatilassa olleista aineista.

SUMMARY.

ON THE GENESIS OF ORES.

The ore-deposits, concentrations of valuable metals, are distributed in a capricious manner in different countries. It cannot be inferred, however, that this would mean a primary non-homogeneity of the earth globe, especially as the said metals, as trace elements, though present in minimal concentrations, exist in the common rocks in incomparably greater total amounts than in the workable ore-deposits. Some kind of differentiation must therefore be assumed to account for the concentration of the ores from a primarily homogeneous Earth-mass.

One of the earliest trials to explain the differentiation of the ores was Sandberger's lateral-secretion theory, assuming the concentration to have been effected by percolating ground water. After this theory had proved inadequate, the ore genesis was coupled together with the differentiation of the magmatic rocks. J. H. L. Vogt, P. Niggli, H. Schneiderhöhn, W. Lindgren and others have developed the theories of magmatic ore genesis to a great perfection and versatility.

The various early and late liquid—magmatic and post-magmatic hydrothermal ore-forming processes connected with magmatic activities are all endogenic processes, their energy being supplied from the earth. Besides, exogenic processes, such as weathering and transport of materials, effect many kinds of sedimentary ores. Especially important among these are o'olitic iron ores, manganese ores and sapropelic deposits to which belong e.g. the Mansfeld copper deposits. The activity of organisms, as bacteria, is known to be important in many cases.

The genesis of ore-deposits metamorphosed beyond recognizability is of course subject to hypotheses. In the later years there has been a strong tendency to interpret most kinds of ores as products of exogenic differentiation, just as granites and other rocks so far generally regarded as magmatic are now being interpreted as metamorphosed sediments. Some students, as Backlund, believe that even those ore-deposits which obviously have crystallized at high temperatures in the presence of hydrothermal solutions, could not have attained economically considerable dimensions without exogenic pre-enrichment upon the earth's surface. Landergren has recently tried to find

geochemical foundation to such theories concerning the iron ores of Sweden. While his arguments in some cases, as in that of the phosphorus-bearing magnetite ores of the Kiruna type, cannot be quite disregarded, they are in other cases obviously insufficient, e.g. to demonstrate that the titaniferous iron ores would owe their existence in part to exogenic pre-enrichment, as their minerals, ilmenite and magnetite, also occur in undubitable primary magmatic rocks, such as olivine diabases and plateau basalts.

Another trend in recent ore geology is the emphasis laid upon structural features and tectonic movements. In many cases has geological prospecting for ores based upon structural principles lead to positive results. In Finland, Tuominen and Toivo Mikkola have tried to explain the genesis of the sulphide ores of Orijärvi and the concomitant magnesia metasomatism from purely structural and kinematic causes. Their conclusions, in the opinion of the speaker, deserve serious attention even if they do not tell the whole story.

In ore geology, as in petrology, a term frequently heard nowadays, is »front». Magnusson believes that in Central Sweden the zinc ores of Ämmeberg and many other deposits have concentrated at the migmatite front of ser-Archaeon granites. Sven Gavelin ascribes the same role to the migmatic front of the Revsund, Adak and other granites for the ore-genesis in the Skellefte area and believes, like Backlund, that the metals may have been derived from the black schists, original sapropelic sediments, which are now deprived of their primary content of metals excepting iron.

It is in many cases hopeless to seek the provenience of an ore-deposit in definite magmatic plutons but, on the other hand, perhaps in still more numerous cases it is most obvious that ores have segregated primarily from juvenile magma masses. The speaker concluded with the following words quoted from Schneiderhöhn:

»Wenn einmal behauptet wurde, dass alle Erzlagerstätten seit dem Präkambrium nur palingen regeneriert worden seien und überhaupt seit jener Zeit kein echtes magmatisches Eruptivgestein mehr gäbe, dann ist das eine von den bedauerlichsten Übertreibungen, die geeignet sind, an und für sich gesunde Ideen aufs stärkste in Misskredit zu bringen.»

Pentti Eskola

Suurreikäammuntojen aiheuttamasta maan tärähtelystä, sen mittaamisesta ja redusoimisesta

Dipl. ins. URHO VALTAKARI

Paraisten Kalkkivuori Oy, Lappeenranta

Voimakkaasti lisääntynyt mekanisoiminen ja tuotannon rationalisoiminen sekä louhoksissa että kaivoksissa on asettanut myös räjäytystöiden suorituksen arvostelun valokeilaan. Suurentuneet vuotuiset louhintamäärät ovat johdattaneet yhä suurempiin lastaus ja murskausyksikköihin. Louhintatavat on täytyntä saada tehokkaimmiksi, ja näin on louhoksissa yhä enemmän siirrytty syväreikäporaukseen. Reikien syvyydet vaihtelevat 20—50 m. Tästä on ollut seurauksena suuremmat yht'aikaiset räjäytykset, mikä on täytyntä huomioida ympäristönkin vuoksi. Suurten rakennusten pohjien keskitetty sarja-ammunta on aikaansaanut ajansäästöä, ja vähentänyt sirpalevaaraa ympäristössä. Keskitetyn ammunnan monista eduista huolimatta on sillä myös eräs varjopuoli, maantärinä, joka ilmeisesti on sitä voimakkaampaa, mitä suurempia räjäytyksiä käytetään. Se voidaan havaita monella eri tavalla erilaisilla mittareilla, seismografeilla ja tietysti ympäristön asukkaiden ja erikoisesti talonomistajien henkilökohtaisella tuntemisella. Esim. Marcell-Siebergin maanjäristysten intensiteetin asteikko perustuu hyvin subjektiiviseen havaintosarjaan. Paremman rikkoonumisen ja ennen kaikkea maan tärähtelyn redusoimisen vuoksi on kokeiltu erilaisia lataus- ja sytytysmenetelmiä, joista hidastettu sarjasytytys (delayed action blasting) on merkityksellisin. Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiön Lappeenrannan louhoksilla, jotka sijaitsevat suuren tehdasalueen välittömässä läheisyydessä alettiin tätä menetelmää käyttää v. 1948.

Syväreikäporauksen etuja.

On voitu kokeellisesti osoittaa, että reikiä syventämällä voidaan lisätä etua ja samalla vähentää räjähdysaineen kulutusta. Rikkoreikien lukumäärä on vähentynyt, sen jälkeen kun hidastettu sarjasytytys on otettu käyttöön. Rikkoreikien vähentyminen on luonnollisesti lisännyt avolouhoksen ympäristön turvallisuutta ja vähentänyt hukka-aikoja sekä tietysti tarvittavaa poraus-työtä. Esimerkkinä tästä voidaan mainita Lappeenrannan louhoksilla aikaansaatu säästö rikkoreikäisissä ja räjähdysaineessa, mikä ilmenee alla olevasta taulukosta.

Vuosi	Räjäaine- kulutus per 1000 ton	Rikkoreikiä kpl. per 1000 ton	Huomautuksia
1948	119 kg	1130	Intervallisytytys otettu käyttöön vuoden lopulla.
1949	114 kg	640	8 mpituiset porat otettu käyttöön vuoden lopulla.
1950	91,5 kg	150	Köysiporaukokeiluja.
1951	84 kg	160	
1952	77 kg	140	Vuoden aikana siirrytty köysiporaukseen. Reiät 30—50 m.

Siirtyminen 4 m. syvistä reikästä 8 m. syviin reikiin, sekä mikrointervallisytytykseen, joka vasta 8 m. reikien yhteydessä saatiin tehokkaaseen käyttöön sekä sen jälkeen siirtyminen jopa 50 m. syvien reikien ammuntaan on ollut edullista materiaalin kulutuksen suhteen. Yksityisinä esimerkkeinä mainittakoon erään timanttikairatun linjan ammunta. Reiät olivat 50 m. syviä, etu 2,5 m ja sytytysintervalli 20 millisek. Rikkoreikiä tarvittiin 80 kpl/1000 ton. Toinen linja käsitti 7 kpl. 50 m. syvää köysiporareikä, etu 5,5 m ja reikäväli 6,5 m. Sytytysintervalli oli 25 millisek. Rikkoreikiä tarvittiin 91 kpl/1000 ton. On siis ilmeistä, että rikkoreikien lukumäärää voidaan vielä vähentää etsimällä sopiva räjähdysintervalli, reikäväli ja etu sekä käyttämällä suurta reikäsyvyyttä. Valokuvauksella voidaan tarkemmin selvittää latauksen jaon vaikutus. Rikkoreikien pienentynyt määrä Lappeenrannassa on vähentänyt niiden ammunnan kahteen kertaan päivässä ja primäriammunta köysiporareikiä käyttäen suoritetaan vain kerran kuukaudessa. Tämä kaikki on edellyttänyt kuitenkin yksityisten panosten huomattavaa suurentamista, jolloin hidastetulla mikrointervallisytytyksellä laukaistu räjähdysainemäärä voi nousta 2000—5000 kiloon.

Maan värähtelyn mittauslaitteista.

Aina, kun kalliassa ammutaan, leviää ympäristöön erilaisia seismisiä aaltoja, joiden voimakkuus on riippuvainen räjähdysaineen määrästä ja laadusta, latausjaoituksesta, etäisyydestä, maan- tai kallion laadusta ym. Hyvin eri tavalla ne vaikuttavat ympäristön rakenteisiin riippuen tämä asianomaisten rakennusten perustasta ja ominaisvärähtelystä. Seismisten värähtelyjen voimakkuuden tutkimiseksi tarvittavia seismografeja on ollut perin rajoitetusti saatavissa. Tavallisesti ne on tehty rekisteröimään tasaisia värähtelyjä tehtaissa ja liikenneväylillä värähdysluvun ollessa tällöin tasaisen ja suuruusluokkaa 10—250 per sek.

Räjähdysvärähtelyt ovat taas mitä epäsäännöllisimpiä ja niille on ominaista matala värähdysluku, pinta-aloilla 3—25 per sek. ja tilavuusaloilla 100—170 per sek. Itse aparaatin ominaisvärähtely ei tämän vuoksi saa olla 1—2 suurempi. On tärkeää, että filmausnopeutta ja herkkyyttä voidaan säätää suurissa rajoissa. Täydellisen seismisen analyysin tekemiseksi on kaikki kolme värähtelykomponenttia saatava erikseen esille.

Eri suurreikäammuntojen yhteydessä on meillä ollut käytettävissä seuraavat seismografit:

1. Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen katodisädeoskillografi, Philips GM 3156, dynaamisella anturilla GM 5520 ja kalibrointilaitteella GM 5521.

2. Tukholman kaupungin Cambridge seismografi.

3. Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiön geologisen osaston 4-kanavainen seismistä prospektausta varten rakennettu Pye Cambridge seismografi.

Ensimmäisellä on meillä suorittanut seismisiä mittauksia prof. Kantola ja maist. Arkonsuo. Sen etuna on säädettävä filmausnopeus ja herkkyys sekä pieni ominaisvärähtely. Laite ei kuitenkaan ole kenttäkäyttöön sovelias ja se rekisteröi vain yhden komponentin. Kuvat 2 ja 7 esittävät tällä aparaatilla saatuja seismogrammeja. Kuva 5 esittää Can. bridge seismografilla saatuja seismogrammeja. Tämän seismografian siirto on helppoa, mutta sen herkkyyttä ei voida verrata edelliseen.

Pye Cambridge seismografilla olemme suorittaneet seismisiä mittauksia lähinnä värähtelyvoimakkuuden suhteellisen suuruuden määrittämiseksi eri paikoilla ympäristössä. Aparaatilla on tehty seismistä prospektausta varten. Sillä on neljä eri geofonia eli vastaanotinta. Vertaamalla eri paikkoihin sijoitettujen geofonien samasta amunnasta antamia seismogrammeja toisiinsa, voidaan päätellä värähtelylle vaarallisemmat alueet. Sen sijaan värähtelyn laajuuden ja voimakkuuden absoluuttinen määrittäminen ei käy tällä aparaatilla, koska sen om. värähdysluku on samaa suuruusluokkaa kuin meillä esiintyneillä pinta-aalloilla. Kuvat 3 ja 4 esittävät tällä saatuja seismogrammeja.

Maan värähtely.

Räjähdysoalloilla on mahdollisuus kulkea kolmea eri tietä:

1. Ilman kautta
2. Irtomaan kautta
3. Kallion kautta

Ilman kautta tulevat aallot voimme jättää pois laskuista, koska hyvin valvotussa amunnassa niiden vaikutus on mitätön.

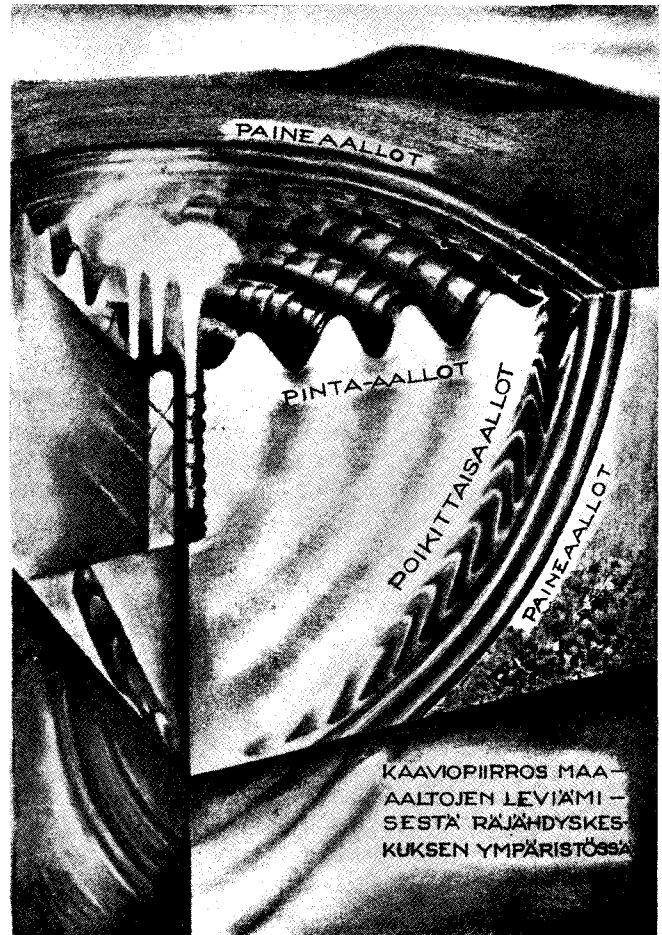
Irtomaa ja kallio suhtautuvat tietysti eri tavoin. M.m. aaltoliikkeen nopeus irtomaassa on huomattavasti pienempi, 300—1800 m/sek. kuin meikälaisessä peruskalliossa, missä se kiven laadusta riippuen on 4000—7000 m/sek.

Havainnollisen kuvan maassa leviävistä aalloista antaa Don Leet, vertaamalla räjähdysten aiheuttamaa seismistä värähtelyä aaltoiin, jotka syntyvät, kun kivi pudotetaan veteen. Pinnalla nähdään pinta-aaltoja, mutta veden sisällä ilmenee myös ääniaaltoja, jotka voidaan kulla tai havaita sopivilla välineillä.

Maassa leviävät aallot jaetaan:

1. Heijastuneet ja taittuneet aallot 3-ulottuvaisesti maan sisässä
 - a) paine- eli kompressioaallot
 - b) poikittais- eli transversaliaallot
2. Pinta-aallot:
 - a) Rayleigh-aallot
 - b) Lowe-aallot
 - c) seka-aallot
 - d) hydrodynaamiset aallot

Oheisessa kuvassa 1. esitetään havainnollisesti, kuinka aallot leviävät kivilouhoksessa heti amunnan jälkeen, kun aallot erilaisten nopeuksiensa johdosta ovat alkaneet erota toisistaan. Pinta-aaltoja esittää vain yksi yhtenäinen aaltorintama. Todellisuus ei kuitenkaan ole näin kaunis, vaan maakerrosten erilaisuudet tekevät tämän avaruuskuvan hyvin sekavaksi.



Kuva 1.

1 a *Kompressioaallot* aiheuttavat maanosasissa edestakaisen liikkeen. Harvennus ja tiivistys seuraavat toisiaan. Tiivistysten väli vastaa aaltopituutta ja lukumäärä frekvenssiä. Näitä voi verrata ääniaaltoiin.

1 b *Poikittaisaalto* ei aiheuta veto- ja puristusjännityksiä, vaan osat liikkuvat kohtisuorasti liikesuuntaa vastaan, kuten toisesta päästä sidotun köyden osat sitä heiluteltaessa. Tämä aaltoliike ei voi edetä vedessä tai ilmassa, vaan vaatii kiinteän väliaineen. Nämä ovat hitaampia kuin kompressioaallot:

$$(1) \quad \frac{u_1}{u_{tr}} = \sim \sqrt{\frac{1}{3}} \quad \begin{array}{l} u = \text{long. aaltojen nopeus} \\ u_{tr} = \text{trans.} \quad \text{»} \quad \text{»} \end{array}$$

2 a *Rayleighaaltoja* voidaan verrata veden pinnalla tapahtuvaan aaltoiluun, mutta aaltojen liike näyttää päinvastaiselta. Ne leviävät, kuten pinta-aallot yleensä, vain kahteen suuntaan.

2 b *Loweaalto* ovat pinnallisia väritysaaltoja, mutta osat liikkuvat ainoastaan horisontalitasossa. Nämä esiintyvät verraten ohuessa pintakerroksessa.

2 c *Seka-aallot* ovat yhdistelmä sekä paine- että poikittaisaalloista. Osat liikkuvat vinosti aaltoliikkeen kulkusuuntaan nähden.

2 d *Hydrodynaamiset aallot* havaittiin vasta atomipommikokeiden yhteydessä, joissa juuri nämä aallot aiheuttivat suurimman liikkeen maassa. Liike on samantapainen kuin Rayleigh-aalloilla, mutta päinvastainen.

Yleensä paineaaltojen värähdysluku on suuri, n. 100—170 1/sek., ja amplitudi pieni, kun taas pinta-aaltojen värähdysluku on 3—25 1/sek. ja amplitudi tavallisten ammuntojen yhteydessä 0,1—0,3 mm. Kuvasta 2 voimme nähdä erään seismogrammin, josta ilmenee kompressio- ja pinta-aaltojen yhden komponentin vaikutus. Kyseessä on yhden momentaanisen räjähdysten aiheuttama värähtely.

Värähtelyn teho ja sen vaikutukset rakenteisiin.

Liikkuessaan maassa aikaansaa elastinen aalto siinä määrätynlaisen liikkeen. Sen suuruus riippuu aalon tyypistä ja sen energiasisällöstä. Lopullinen vaikutus riippuu merkittävimmit osaltaan materiaalin laadusta. Aalto, joka etenee vaihtamalla energiansa pisteestä toiseen, aiheuttaa huomattavasti pienempiä muodonmuutoksia graniitissa kuin vastaavasti hiekkassa. Vain esimerkkinä mainittakoon, että Tokion maanjäristyksessä v. 1923 vahingoittuivat hiekalle rakennetut talot paljon enemmän kuin lähempänä episentrumia olevat kallion päälle rakennetut talot.

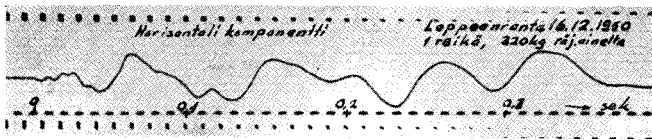
Jos esim. graniittiperustalla tapahtuvaa värähdysvaikutusta merkitään 1:llä, on saman aallon vaikutus hiekkaperustalla 3 ja paksun, vettä sisältävän saven päällä oleva rakennus tärisee 10 kertaa enemmän.

Oheiset kuvat 3 ja 4 osoittavat erään Lappeenrannassa suoritettun ammunnan yhteydessä saatuja seismogrammeja. Pienemmät ovat 40 ja 125 m ammuntapaikasta kallion päältä ja suuremmat 125 m:n päästä osaksi saven ja moreenin päältä.

Yleensä värähtelyn energiasisältö J on suhteellinen A^2/T^2 kanssa, jossa A = amplitudi ja T aaltoliikkeen heilahdusaika. (Amplitudi on suurin poikkeama 0-asemasta.)

Mitä suurempi on aallon värähdysluku, sitä enemmän tapahtuu muutoksia ja sitä suuremmaksi tulevat rasitukset. Nopeus, millä liikkeen muutokset tapahtuvat, on k.o. aaltoliikkeen kiihtyväisyys.

Raskas rakenne liikkuu vähemmän kuin kevyt saman aallon vaikutuksesta. Tämä ilmenee jo kaavasta $P = ma$. Jos rakenteen paino tunnetaan, voidaan laskea aaltoliikkeen siihen tuoma voima, kun kiihtyväisyys mitataan. Täydellisestä seismogrammista se voi-



Kuva 2.

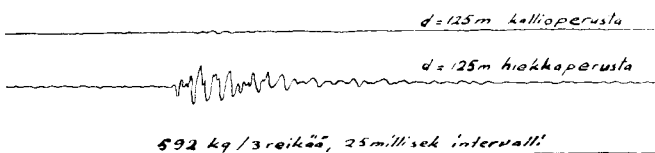
Ammunta 16.12.1950. Etu 5 m. Syvyys 48 m. Räjähdysainetta 320 kg.

Kompressio-aallot: $v = 115$, $A = 0,003$ mm, $a = 0,156$ g, $\gamma = 0,14$ μ /m, $T = 8,7$ millisek.

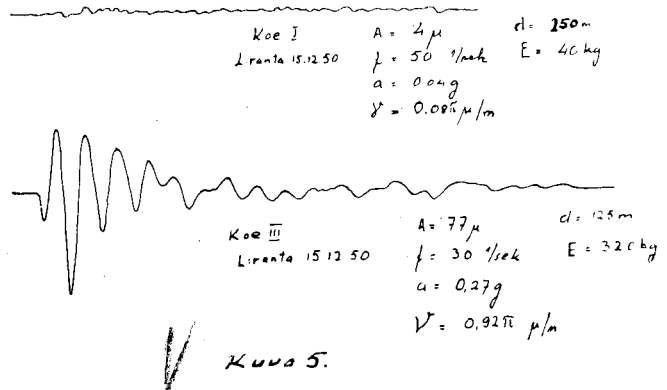
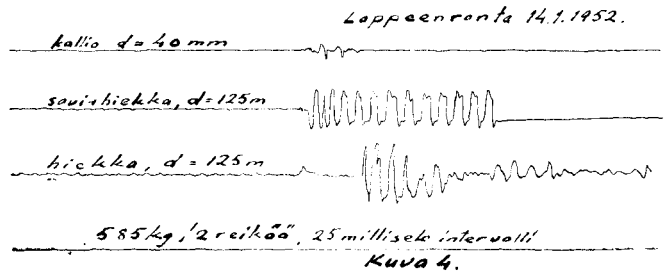
Havaintoetäisyys: 125 m.

Pinta-aallot: $v = 16$, $A = 0,032$ mm, $a = 0,03$ g, $\gamma = 0,24$ μ /m.

Lappeenranta 12.1.52.



Kuva 3.



daan lukea samoin kuin liikkeen laajuuskin. Tähän perustuen jotkut tutkijat pitävät kiihtyväisyyttä riittävänä värähtelyn mittana. Tämä onkin riittävä jos on kyseessä värähtelyt, joilla on jotakuinkin sama värähdysluku, mutta vain tällä niemomaisella edellytyksellä.

Englantilainen Morris on edellisestä poiketen yksikäsitteisesti ottanut amplitudin arvostelun perustaksi. Sallitut korkeimmat amplitudit olivat tämän mukaan eri rakenteille seuraavat:

- +0,4 mm louhoksen rakenteet
- 0,4 mm tehdas- ja teoll.rakenteet, joissa rappausten putoaminen y.m. ei ole tärkeää
- 0,2 mm vieraat asuintalot
- 0,13 mm kirkot ja vanhat monumentit

Täytynee olettaa, että hän tässä tarkoittaa aaltoja, joiden värähdysluku on n. 8—20.

Jos tuleva heilahdus ajatellaan siniaaltona, jolla amplitudi on A ja nopeus = u on

$$(2) s = A \sin 2 \pi v \left(t - \frac{r}{u} \right)$$

Tästä differoimalla päästään heilahdusnopeuteen ja kiihtyväisyyteen:

$$(3) s'_{max} = v = 2 \pi v A$$

$$(4) s''_{max} = a = 4 \pi^2 v^2 A$$

Kand. Ulf Langefors otaksuu, että paine- ja vetojännitys on ensikädessä suhteellinen kiihtyväisyyteen, kun taas vääntöjännitys on suhteellinen suureeseen

$$(5) \gamma = \frac{ds}{dr} = \frac{v}{u} = \frac{2 \pi v A}{u}$$

Kiihtyväisyys ei yksistään voi luonnehtia värähtelyn vaikutusta, sillä ammuntojen yhteydessä esiintyvä kiihtyväisyys 0,5 g — 1 g, ($g = 10$ m/sek²) vastaa Marcellis-Siebergin asteikon korkeinta astetta, jolloin mikään ihmiskäsin tehty rakenne ei kestä. Tämän vuoksi on sekä a että γ ilmaistava värähtelyn voimakkuuden mittana. Ammunnoissa on pidettävä silmällä, että

$$(6) \begin{aligned} a &< 1 \text{ g} \\ \gamma &< 10 \pi \mu \text{ m / m} \end{aligned}$$



Kuva 6. Momentanisesti laukaistu.



Kuva 7. Hidasteisesti sytytetty intervalli 10 millisek. Molemissa reiät 8 m, etu 2,5 m, reikäväli 2,0 m, reikälukumäärä 16 ja räjähdysainetta 130 kg.

Tämän lisäksi on huomattava, että mahdollisuus vahinkoihin on huomattavasti suurempi, jos kohteena olevan rakenteen ominaisvärähtely on sama kuin tulevalla aallolla. Esimerkkejä kohtalokkaista resonanssin aiheuttamista vaurioista on. Rakenteet saattavat *täristä* paljonkin, eivätkä sorru, mutta *värähtely* voi sortaa ne.

Latauksen suuruuden vaikutus.

Latauksen, amplitudin ja etäisyyden suhteelle on annettu kaava:

$$(7) \quad A = \frac{k \sqrt{E}}{d}$$

E = räjähdysainemäärä
 d = etäisyys
 k = vakio

Yleensä kovissa kivilaaduissa k on pienempi kuin pehmeissä. Jos räjähdysaine on jaettu eri reikiin ja ne sytytetään hidasteisesti, tulee vaikuttavaksi tekijäksi resultanttiaallot. Epäedullisessa tapauksessa voi vaikutus olla kaksinkertainenkin yksittäislataukseen verrattuna. Missään tapauksessa ei vaikutus voi olla pienempi kuin yksittäisen latauksen aiheuttama, koska etenevä aaltorintama joka tapauksessa on olemassa. Kuvasta 5 ilmenee etäisyyden ja latauksen vaikutus seismogrammissa.

Räjähdyksaaltojen redusoiminen.

Edellä on mainittu hidastettu (mikrointervalli) sytytys, joka vähentää räjähdysten värähtelyä. Vaimentavista tekijöistä mainittakoon vielä latauksen jakaantuminen reiässä, nallin sijoittaminen reiän pohjalle ja yksityisten panosten pienentäminen. Laskemalla on vaikea määrätä edellämainittujen tekijöiden absoluuttista vaikutusta. Niiden tunteminen edellyttää kokeiluja käyttäen erilaisia apuvälineitä, seismografeja ja valokuvauskoneita. Paikalliset erilaisuudet aiheuttavat sen, että tulokset eivät ole suoraan verrattavia.

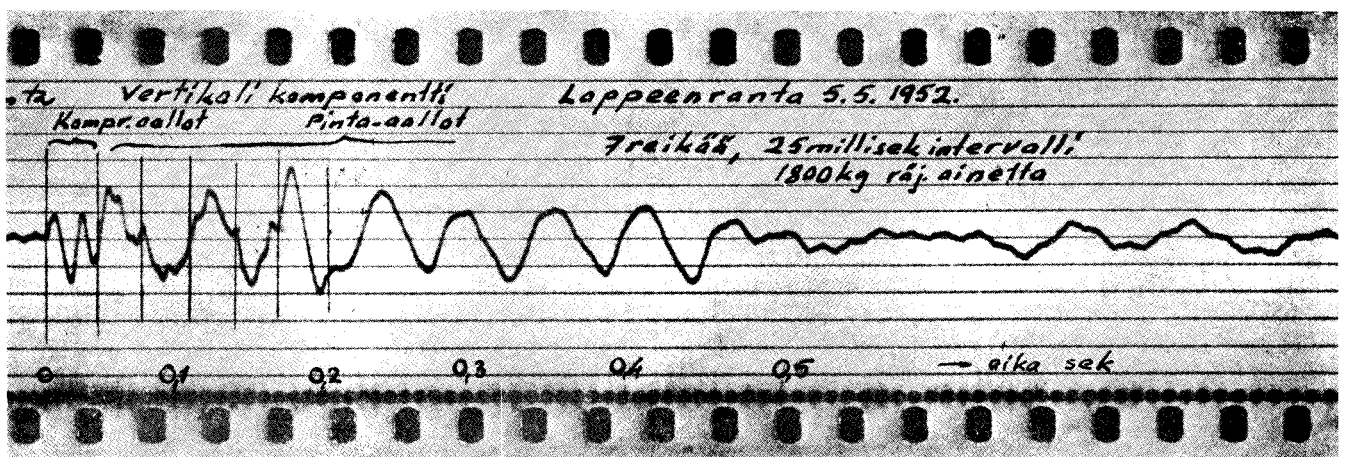
Sopivimman intervalliajan löytäminen on perusedellytys pienentyneelle maan värähtelylle ja paremmalle kivien rikkoutumiselle. Parhain rikkoutuminen saavutetaan jos intervalliaika millisekunneissa on yhtä kuin 3—5 kertaa etu metreissä. Parhaimmalle värähtelyjen redusoimiselle pätee kaava:

$$(8) \quad nt = kT$$

n = intervallien luku t = intervalliaika millisek.

T = redusoitavan aaltoliikkeen heilahdusaika

k = vakio, kokonaisluku 1, 2, 3 j.n.e. mutta = n



Kuva 8.

Ammunta 5.5.1952. Etu 5,5 m, reikäväli 6,5 m, syvyys 50 m.

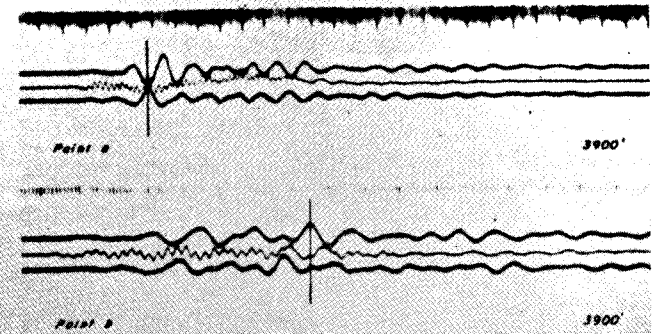
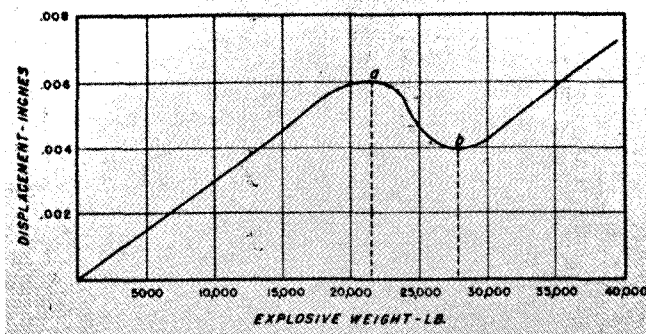
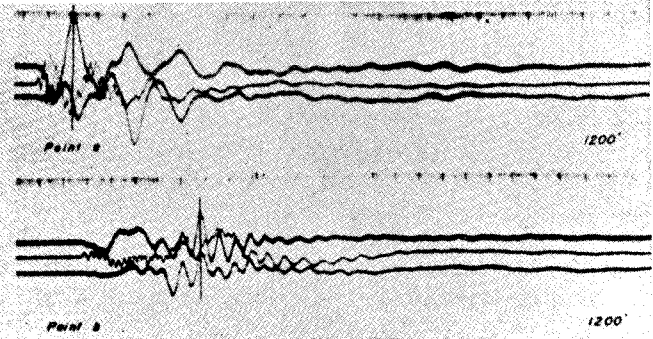
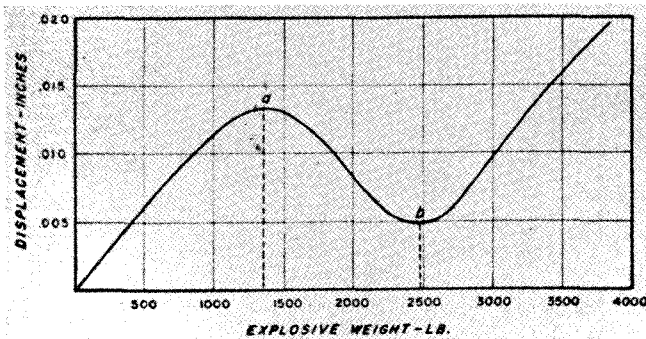
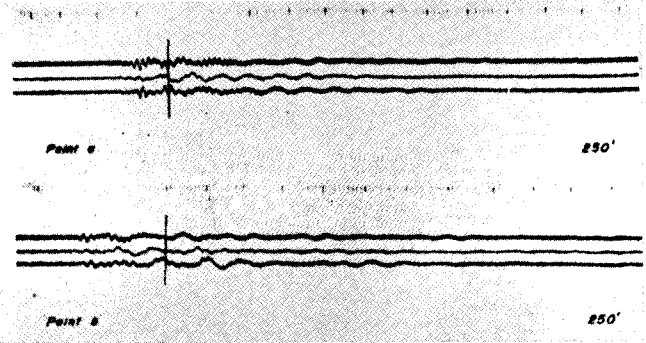
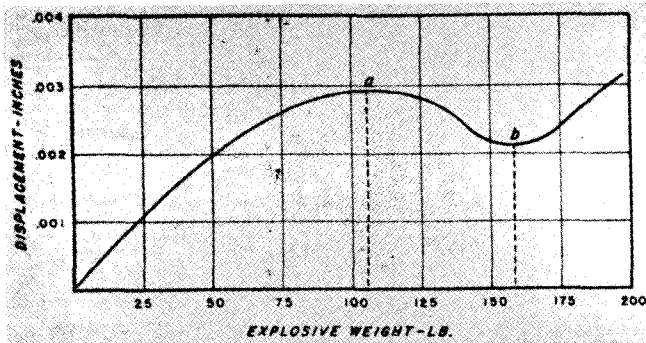
Intervalli 25 millisek. Räjähdysainetta 1800 kg.

Havaintoetäisyys 125 m hiekka-saven päältä olevalta perustalta.

Kompressio-aallot: $v = 40$, $A = 0,020$ mm, $a = 0,128$ g, $\gamma = 0,35$ /m $T = 25$ millisek.

Pinta-aallot: $v = 18$, $A = 0,038$ mm, $a = 0,05$, $\gamma = 30$ μ /m, $T = 57$ millisek.

Pinta-aallot: 2: $v = 14$, $A = 0,010$ mm, $a = 0,008$ g, $\gamma = 0,06$ μ /m, $T = 71$ millisek.



Kuvat 9, 10 ja 11: Värähtely erilaisilla latauksilla. Jules E. Jenkins. Rock Products 1/1951.

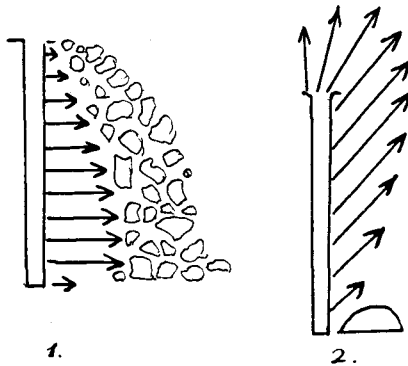
Laukausten lukumäärä on usein vaikeampi muuttaa, minkä vuoksi on valittava sopiva intervalliaika, mikä käy päinsä erillisillä intervallikytkimillä. Vähemmän tarkasti, mutta yksinkertaisemmin voidaan laukaista siten, että pidetään intervalliaika jonkinverran suurempana kuin $1/3 T$. Kaikki tämä edellyttää, että T tunnetaan.

Varsinaisia millisekuntinalleja käyttäen olemme sidotut määrättyyn aikaintervalliin, tavallisesti 25 millisek. joten panosten lukumäärä on määrättävä sen mukaisesti.

Kuvista 6 ja 7 ilmenee intervallisytyksen edullisuus kiven rikkoutumiselle. Reiät ovat 8 m syviä. Molemissa tapauksissa on etu ollut 2,5 m ja reikälukumäärä sekä räjähdysainemäärä on myös ollut sama. Hidas-teisessa sytytyksessä on intervalli ollut 10 millisek. Kuvassa 8 oleva seismogrammi esittää erään suurereikäammunnan aiheuttaman maan värähtelyn vertikaalikomponenttia. Siihen on merkitty pystyviivalla kunkin suurreiän syttymishetki. Vibrogrammista ilmenee selvästi perättäisten räjähdysten vaimentava vaikutus. Tämä on pystytty saamaan esille filmillä sen suuren nopeuden ansiosta.

Jules E. Jenkins on usein mittauksissa eri kaivoksilla huomannut, että aina on intervalliammuntojen yhteydessä löydettävissä suuremman latauksen puolelta (tarkoittaa ilmeisesti lisättyä panosten lukumäärää) amplitudille paikallinen minimi, »värähtelykuoppa». Kuvista 9, 10 ja 11 ilmenee graafisesti latauksen ja amplitudin suhde sekä vastaavat seismogrammit minimi- ja maksimipisteiden kohdalta. Tämä havainto on sopusoinnussa kaavan (8) kanssa.

Räjähdysaineen jaolla syvässä porareissä on oma tärkeä vaikutus räjähdysten terävyyden vaimentamiselle sekä erikoisesti kiven rikkoutumiselle. On selvää, että tarvittavan latauksen n.s. puolilataus täytyy olla määrättyssä syvyydessä, mikä määräytyy edun ja reikäsyvyyden mukaan (Peele, Mining Engineers' Handbook, sivu 5—12). Tämä ei kuitenkaan pidä täysin paikkaansa, jos kyseessä on poikkeuksellisen syvät reiät, esim. 50 m. Edun täytyy joka tapauksessa olla määrättyssä suhteessa reiän syvyyteen, jotta Peelen empiirinen kaava antaisi oikean tuloksen. Kun pohjalataus jo on räjähtäessään kehittänyt tarvittavan leikkausvoiman ja voittanut kitkan, ei yläpuolella olevan räjähdysaineen tehtäväksi jää



1. Sytytys pohjasta.
2. - " - ylhäältä.

Kuva 12.

muuta kuin rikkominen ja kiven sopiva ulostyöntö. Reiän pohjan lataustiheys ja räjähdysainemäärä pohjan edun m³ kohti on siis saatava mahdollisimman suureksi. Toiseksi räjähdysten alkamispaikka on saatava reiän pohjalle, vaikka Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös turvallisuusmääräyksistä kaivoksissa 14.3.1945 § 28 määrää viimemainitusta edellisiksi. Kuvasta 12 ilmenee kaaviomaisesta räjähdysaineen jaon ja sytytyksen alkamispaikan vaikutus. Kiven irtoamista heti räjähdysten jälkeen voidaan seurata myös valokuvauksella. Tarvitaan kuitenkin tarkka ja nopea automaattinen valokuvauskone, konekiväärikamera, joka ottaa 3 kuvaa sekunnissa suurelle filmille valotusajan ollessa n. 2 millisek. Tällaisesta kuvasta näkee ne yksityiskohdat, mitä ei voida nähdä filmikameran kapealle filmille 5—10 millisek. valotusajalla otetuista kuvista. Kuvista 13 ja 14, jotka on otettu vain tavallisella kameralla 5 millisek. valotusajalla, voidaan erottaa huomattavasti vähäisempää rikkoutumista juuri räjähtävän linjan alaosassa. Lastauksen yhteydessä todettiin sama, sillä poh-



Kuva 13.

22.8.52. Lappeenranta
Timanttikairatut reiät 11 kpl ø 45 mm
Etu 2,5 m. Reikäväli 2,0 m
Syvyys 50 m. Räj.ainetta 485 kg.
Intervalli 20 millisek.



Kuva 14.

27.8.52. Lappeenranta
Köysiporatut reiät 7 kpl. ø 4 1/2"
Etu 5,5 m. Reikäväli 6,5 m
Syvyys 50 m. Räj.ainetta 2260 kg
Intervalli 25 millisek.

jalla oleva kivi ei ollut siirtynyt paljoakaan pois paikoiltaan.

Sytytysnallin sijoittamista reiän pohjalle olemme kokeilleet 8 m syvillä rei'illä ja se on vähentänyt ilmaaallon melkein olemattomaksi. Syvillä rei'illä on varmasti saavutettavissa myös huomattava rikkoreikien väheneminen.

Huomioonotettava seikka on myös se, että räjähdysten etenemisnopeus, joka on n. 5000 m/sek. muodostaa itsestään jonkinlaisen hidastuksen. Esim. 50 m syvän reiän räjähtäminen kestää 10 millisek. Syntyy siis hidastettu sytytys myös pystysuunnassa, mikä luonnollisesti vaimentaa värähtelyä.

Yhteenveto.

Tehostuneet louhintamenetelmät louhoksissa ovat tuoneet esille korkeiden louhintarintojen yht'aikaisen ammunnan ja se taas on tuonut esille vanhan kiinalaisen, mutta tähän tarkoitukseen sopivan köysiporakoneen. Suurreikien ammunnan aiheuttamat maantärähtelyt ovat tuoneet louhokset ja kaivokset seismisen tutkimuksen piiriin, joka vuorostaan on aikaansaanut kehitystä seismografien rakenteessa ja herkkyydessä. Seisminen analyysi on luonut käsitteen *kontrolloitu ammunta*, mikä sisältää sen, että etukäteen voimme tietää kuinka paljon ja miten on räjäytettävä, jotta määrätty rakenteet tai laitteet eivät vahingoitu syntyvien värähtelyjen vaikutuksesta, ja että tarvittava edullisin kiven rikkoutuminen saadaan aikaan. Nykyisin monessa paikassa hyödyksi käytetty mikrintervallisytytys muodostaa yhden tärkeän portaan räjäytystekniikan kehityksessä. Se on seismisen tutkimuksen aikaansaannoksia. Seisminen analyysi on myös osoittanut, että ammuntojen aiheuttamat värähtelyt voidaan hallita niin hyvin, ettei ympäristön rakennukset kärsisi värähtelystä.

Valokuvaus ja seismien mittaaminen ovat vuorostaan tulleet tien näyttäjiksi suurreikäammunnoille parempien, halvempien ja vielä varmempien tapojen löytämiseksi.

Näiden menetelmien hyväksikäyttö louhoksissa ja hyöty ympäristölle riippuu kuitenkin siitä, kuinka paljon kiinnitetään huomiota eri seikkojen tutkimiselle ja havaintovälineiden parantamiselle. Aktiivinen mielenkiinto räjäytystekniikkaan ja tapausten jatkuva seuraaminen luovat edellytykset räjähdysaineen bruttaalin voiman täydelliselle hallitsemiselle vaikeissakin olosuhteissa.

S U M M A R Y

Earth Vibrations at Blasting and The Measurements and Minimizing of those

With increased mechanization in quarries follows large scale blasting with high faces and deep blastholes. In the quarries of Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö in Lappeenranta in southeastern Finland, the quarrying takes place in 50 m high faces. The quarries are situated in the immediate neighbourhood of the plant. In order to minimize the blasting vibrations, much attention is given to the seismic measurements, which are carefully studied. Some useful data supplied to assist in the calculation of suitable charges. Deep blastholes and millisecond delay blasting have following advantages:

1. Better fragmentation; secondary blasting decreased from 640 blasts per 1.000 tons to 140 blasts per 1.000 tons. Similar blastholes with small diameter have given a number of only 80 blasts per 1.000 tons. (Primary jaw-crusher is 1000×1500 m/m)

2. Reduced vibration and noise. This has been documented by seismograph tests.

3. Controlled throw. Both the extent and direction of throw can be influenced by the delay periods used.

4. Various »contrivances» have been used by operations to indicate that belasting is not dangerous. None of these recording instruments is entirely satisfactory, and a true need for a more scientific instrument has often been emphasized.

Kirjallisuusuuttelo.

Leet, L. D.: Vibrations from Blasting. *Explos.Eng.* 24 (1946).

Teichman, Gordon & Hancock, J.: Blasting Vibrations and the Householder. Cement, Lime and Gravel, Januari 1951.

Langefors, U.: Minskning av markskakningar vid sprängningen. *Tekn.Tidskrift* 1949 s. 141.

Langefors, U & Khilström, B.: Kortintervallsprängning. *Tryckluft* 1952 N:o 1.

Jenkins, Jules E.: Economic Contributions of the Seismograph. *Rock Products* Januari 1952.

Roming, J. L.: Machine — Gun Camera Aids Blasting Studies. *Excavating Engineer*, December 1952.

Tutkimuksia porauskustannusten alentamiseksi Outokummun kaivoksella

Dipl. ins. REINO O. KURPPA

Outokumpu Oy, Outokumpu

Kovametalliporausta on käyttömittakaavassa suoritettu Outokummun kaivoksella vuodesta 1949 alkaen. Kovametalliporaus saatettiin aikanaan käyttöön levylohinnassa, silloisessa ja vielä nykyisessäkin päälouhintamenetelmässä. Jouduttaessa kuitenkin entistä loivempiin malmeihin, on ryhdytty kehittämään uutta louhintamenetelmää, joka paremmin soisi tilaisuuden käyttää hyväksi m.m. viimevuosien porausteknillistä kehitystä.

Poraus on levylohinnassa (levykorok. 5—7 m) maksanut 200:—/po.m. Porareikien keskimääräinen pituus on ollut 2,0—2,5 m.

Kustannuserittely:

Porat (hionta mukaanluettuna)	35 %
Paineilma	26 »
Poraustyöpalkat	22 »
Porakoneet, varaosat ja korj. työpalkat	17 »

Poraus on muodostanut noin 35—40 % varsinaisista louhintakustannuksista ollen näin kiitollinen ja huomattava tutkimuskohde. Mainittakoon tässä, että Outokummun malmi sisältää n. 45 % SiO₂. Tunkautumisnopeus on vaihdellut 20—65 cm/min, ollen keskimäärin 35—40 cm/min.

Mk/po.m.-kustannuksien alentaminen on luonnollisesti tärkeä tutkimuskohde, mutta tärkeämpää on sittenkin pyrkiä alentamaan mk/m³- tai mk/ton-kustannuksia. Jälkimmäisessä tapauksessa joudutaan tutkimaan parannuksia itse menetelmänä, johon viime vuosien poraustekniikan kehitys suokin hyvän tilaisuuden.

Sopivin etu.

Kirjassaan »Bergsprängningsproblem» tohtori-ins. K. H. Fraenkel esittää empiirisen kaavan:

$$V \max = 0,02 + H^{0,3} + h^{0,3} + d^{0,8} + S$$

jossa: V = max. etu metreinä

H = porareian pituus metreinä

h = latauskorkeus metreinä (= 0,8 × H)

d = pohja-ø mm:nä

S = ammuttavuus (sprängbarhet) = 1,6
(yleisarvo Outokummun malmille)

$$V \max = 0,03 \times H^{0,6} \times d^{0,8}$$

Pohjaläpimitan suhteen voidaan erottaa esim. seuraavat kolme läpimittaa:

- 25 m/m ø edustaa 1" × 1/2" lattateräsporausta ja 7/8" lyhytreikäporausta
- 30 m/m ø edustaa jatkotankoporausta
- 35 m/m ø edustaa timanttiporausta

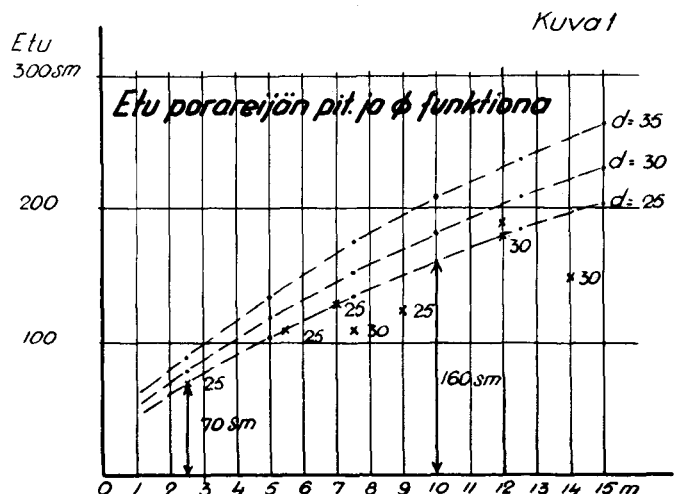
Kuvassa 1 on esitettyä etukäyrät (3 tapausta). Samaan kuvaan on merkitty eräitä hajapisteitä kokeiluammunnoissa saatujen tulosten mukaisina. K.o. pisteet sijaitsevat a.o. käyrien alapuolella, mikä onkin luonnollista, sillä

- k.o. käyrät ovat max.etu-käyriä
- kokeiluammunnoista vain osa onnistuu lähelle teor. rajaa ja
- yleensä pyritään reikäsijoitus tekemään niin tiheäksi, että lähtevyys on varmaa ja syntyvä lohkekoko lastaukseen sopiva.

Näyttää siltä, että Outokummun olosuhteissa yli 10 m korkeassa rintauksessa ei päästä aivan käyrien osoittamaan etuun.

Vaikka etu-käyrien muoto olisikin loppupäästään hieman kuvattua loivempi, niin käyrät viittaavat joka tapauksessa pitkien reikien edullisuuteen. Käyristä huomamme, että etu kasvaa yli 2-kertaiseksi porareian pidetessä esim. 2,5 m:stä (lyhytreikäporausta levylohinnassa) 10 m:iin (pitkäreikäporausta koelouhintamenetelmässä).

Mainittakoon tässä, että koelouhokset ovat 8 m leveitä, kohtisuorasti malmin kulkuun nähden suunniteltuja, toistensa kanssa yhdensuuntaisia louhoksia. Louhinnan valmistavina töinä paljastetaan kattokivi koko louhoksen leveydeltä, eli ajetaan 8 m leveä perä malmin kattoa seuraten. Tästä kattoperästä käsin porataan pitkät pystysuorat reiät alaspäin läpi koko malmin, jolloin reikien pituus vaihtelee noin 7—15 m:iin. Varsinainen louhinta aloitetaan louhoksen alapäästä sen jälkeen kun pystyrintausta on avattu.



Reikäsijoitusten ja ampumisen kannalta katsoen on kysymyksessä rajoitettu avorinta (leveys 8 m), joka luonnollisesti rajoittaa edun suurentamista. Tässä tapauksessa saanti malmi-m³/po.m. on suunnilleen = etu². Jos esim. 2,5 m porareikien sijasta voimme käyttää 10 m pituisia reikiä, voimme edun suurentaa käyrien (kuva 1) mukaan 2,2-kertaiseksi, jolloin malmin saanti po.m kohti tulee noin 5-kertaiseksi.

Vaikka pitkäreikäporausta onkin kallista porametrihintansa nähden, niin menetelmänä se näyttää olevan erittäin edullinen. Edellä olevan esimerkin mukaisesti voidaan sanoa, että pitkäreikäporausta (10 m reiät) kannattaa, jos porametrihintaa on korkeintaan 7-kertainen lyhytporareikä hintaan verrattuna.

Porareikä läpimitan suuretessa voidaan etua myös suurentaa (käyrät kuvassa 1). Läpimitan suurentaminen nostaa myös porauskustannuksia po.m kohti, mutta edun samanaikainen suureneminen pienentää niitä tonnia kohti laskettuna.

Läpimitan vaikutuksen suuruusluokan määrittelemiseksi voidaan tässä esittää esimerkki K. H. Fraenkel'in kaavan perusteella. Läpimitan muuttuessa 25 m/m:stä 35 m/m:iin, kasvaisi etu 30 %

$$\text{eli } \left(\frac{35}{25}\right)^{0,8} = 1,30$$

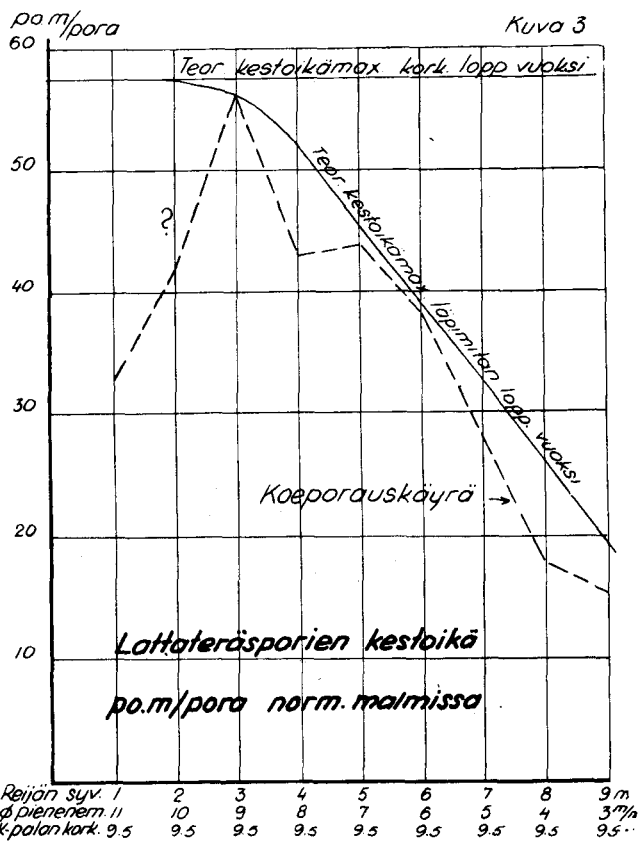
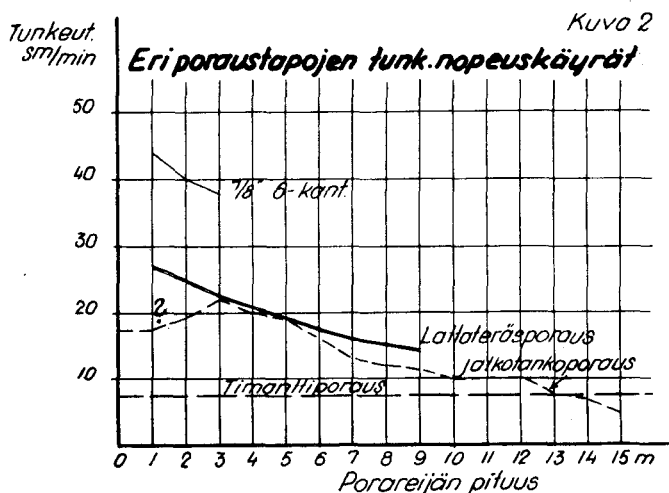
Irroitettu malmimäärä po.m kohti suurensi silloin noin 1,7-kertaiseksi. Läpimitan suurentaminen kannattaisi, jos porauskustannus tässä tapauksessa nousisi korkeintaan 50 %.

Asiaa ei ole Outokummussa tarkemmin tutkittu, mutta tässä kuten aikaisemmassakin tapauksessa rajoitettu rintausta vaikuttanee alentavasti teoreettisiin laskelmiin, t.s. rajoitetussa tilassa ei voida etua eikä ennenkaikkea reikäväliä suunnitella teoreettisen mukaiseksi. Vaatimus pilariseiniä tasaisuudesta kuin myös lastaukseen kelloisesta lohkokarkoista vaikuttaa myös osaltaan reikätiheyteen.

Tunkeutumisenopeus eri poraustavoilla.

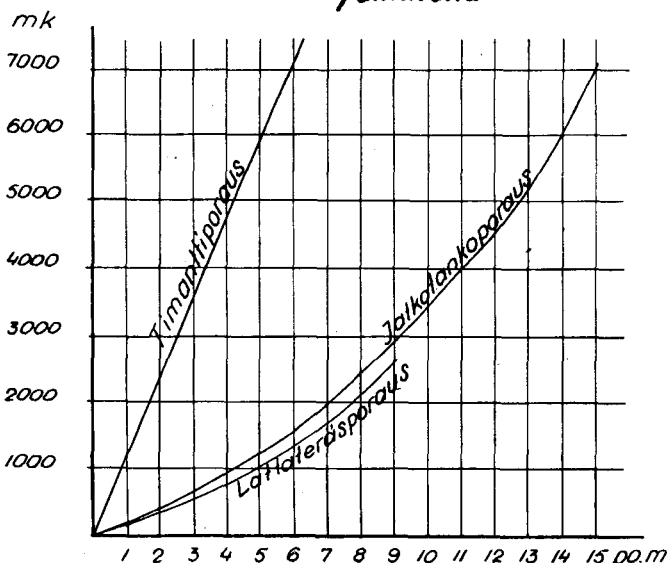
Kuvassa 2 esitettyssä käyrästä nähdään, että:

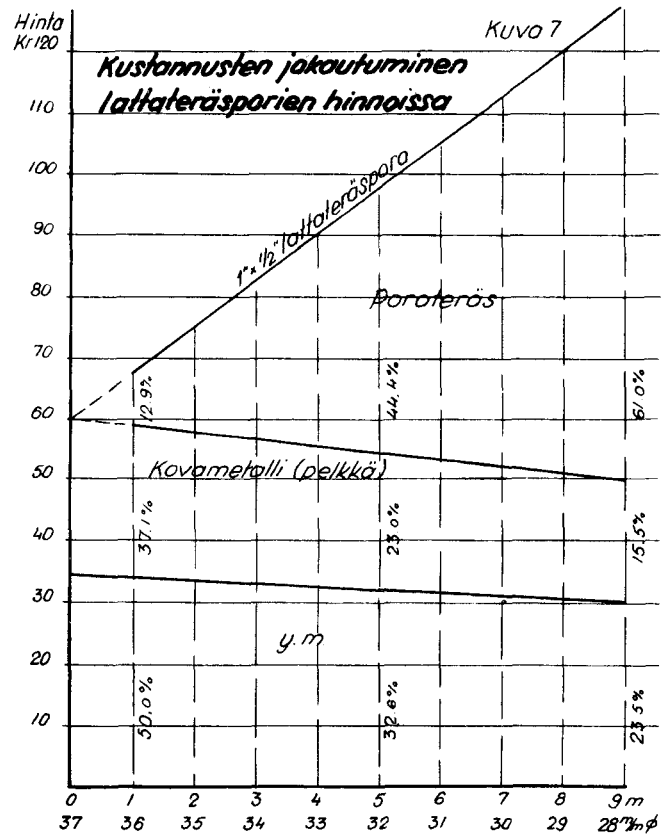
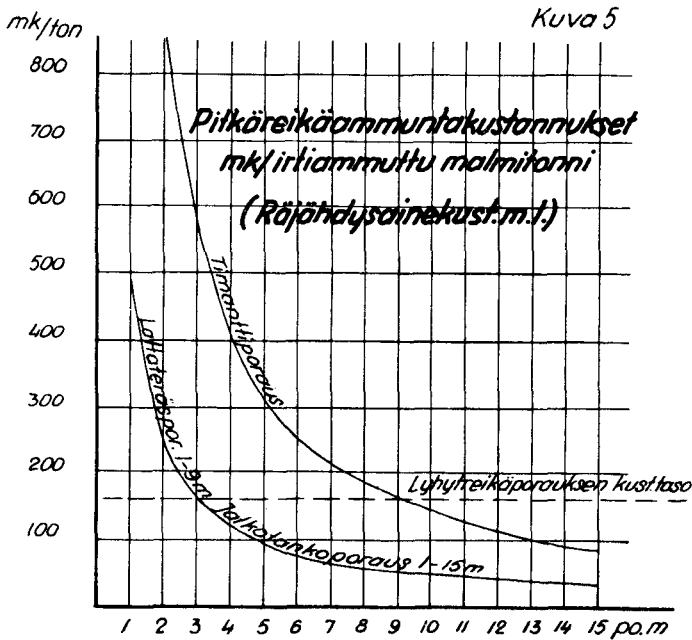
- tunkeutumisenopeus on lattateräsporilla ja jatkotankoporilla n. 40 % pienempi kuin 7/8" normaali-porilla.
- tunkeutumisenopeus laskee lattateräsporilla hieman hitaammin kuin jatkotankoporilla johtuen kai läpimitasta. Edellisten pienin ø on n. 25,5 m/m, jälkimmäisten 30,5 m/m (liitosmuhvi).



- lattateräsporauksessa tunkeutumisenopeus laski n. 50 % (9 m pit. rei'issä), johtuen kai vibratiosta, jonka negatiivista vaikutusta läpimitan pieneminen ei pystynyt korvaamaan.
- jatkotankoporausta oli tunk. nopeuden pieneminen vielä edellä mainittua huomattavampi. Jokaisen liitoksen on todettu pienentävän tunk. nopeutta n. 20—23 % senhetkisestä tunk. nopeudesta.
- timanttiporausta oli tunk. nopeus vakio, keskimäärin 7,5 cm/min.

Porauskustannukset reijän syvyyden funktiona





Kaluston kestoikä

7/8" 6-kanttiset porat:

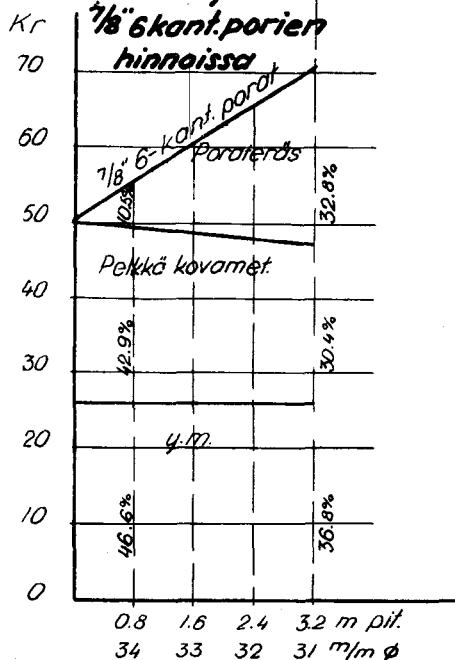
- kovametalli on kestänyt 30—70 po.m., k.a. 50 po.m.
- kovametallin \varnothing kuluminen on ollut n. 0,12 mm/po.m ja korkeuden kuluminen n. 0,16 mm/po.m.
- tanko- ja niskarikkoja on ollut vain < 1 %.
- poratangot ovat kestäneet paitsi alkuperäisen kovametallin myös yhden uudelleen teritetyn kovametallin. Ne kestänevät vielä yhden uudelleen terityksen lisää. Silloin niiden kokonaiskestoikäsi tulisi n. 150 po.m (keskiarvo).
- niskan kokonaiskestoikä lienee edellä olevaa suuruusluokkaa.

1" x 1/2" lattateräsporat:

- kuvassa 3 esitetään kestoikäkäyrä.
- lyhyet porat eivät näy kestävän, joten 1—2 m porat pidetään nykyisin jäykkinä. Parhaillaan kokeillaan 7/8" 6-kant. 1—2 m poria joko ilman kaulukasta tai lattateräsporaniskalla varustettuna.
- pitkien porien elinikää voitaneen lisätä käyttämällä porasarjaa 0,5 m/m läpimittaeroin. Kokeillaan parhaillaan.

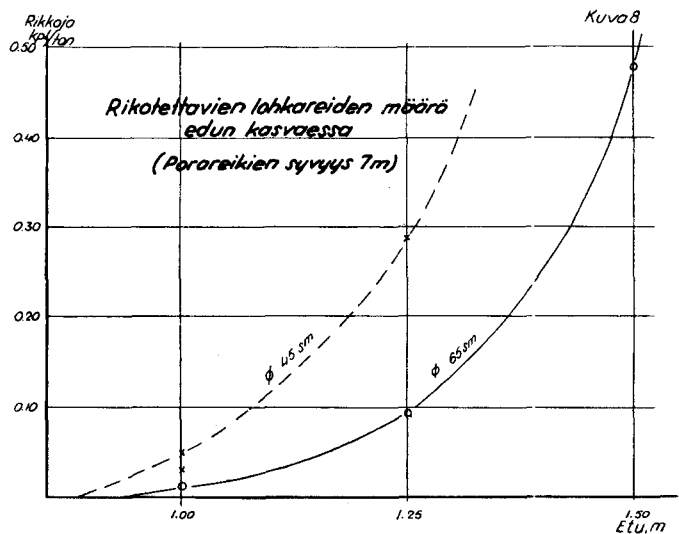
Kuva 6

Kustannusten jakoutuminen 7/8" 6-kant.porien hinnoissa



Jatkotankoporat (tehdasvalmisteiset):

- irtoterät 36,8 po.m.
- tangot 60,8 po.m.
- kierteet 6,0 po.m.
- liitosmuhvit 11,4 po.m.



Jatkotankoporat (omatekoiset):

- tangot, 7/8" 6-kantisesta kerran käytetystä porateräksestä valmistettuna, ovat kestäneet 43,5 po.m.
- kierteet (omatekoiset) 16,5 po.m.
- liitosmuhvit (omatekoiset) 20,8 po.m.

Kustannukset eri porausmenetelmillä

Pit. x pohja ø	Lyhyt-reikä-poraus	Lattateräs-poraus	Jatkotankoporaus		Timantti-poraus
			Tehdas-valm.	Omatekois.	
	3 m x 26 mm	9 m x 26 mm	15 m x 31 mm	15 m x 31 mm	15 m x 36 mm
Mk/po.m	201:—	286:—	429:—	1)335:—	1191:—
Voima ja työpalkat	48,0 %	33,6 %	37,1 %	38,5 %	44,6 %
Tarveaineet	52,0 %	66,4 %	62,9 %	61,5 %	55,4 %
Porattu ²⁾	Jatkuvasti	628 po.m	1246 po.m	479 po.m	163 po.m
Tehot: po.m/kaikki vuorot	45,5	13,4	8,5	11,2	3,4

1) Kerran käytetyn porateräksen hinnaksi arvioitu 75:—/kg.

2) Taulukossa ilmoitetun po.m-määrän osalta on tehty tutkimus. Porasta suoritetaan kyllä jatkuvasti tarpeen mukaan.

Kuvassa 4 esitetään käyrien muodossa eri syvyisten reikien kokonaishinta.

Poraus- ja räjäytyskustannukset.

Kuvassa 5 esitetyt käyrät kuvaavat porauksen ja ammunnan yhteiskustannuksia. Muuttujina ovat irti-ammunnan malmin kokonauskustannukset ja porareian pituus. Käyrästä perustuu muuten aikaisemmin esitettyihin kustannustietoihin, mutta kustannus räjähdysaineiden osalta on teoreettisesti laskettu.

Käyrät viittaavat jälleen pitkäreikäammunnan edullisuuteen, sillä lattateräs- ja jatkotankoporaus näyttävät kannattavan heti noin 4 m:stä eteenpäin. Timanttiporauskin näyttää kannattavan, niin kallista kuin se onkin, yli 10 m pituisia reikiä käytettäessä.

Tutkimuksia porametrihinnan alentamiseksi.

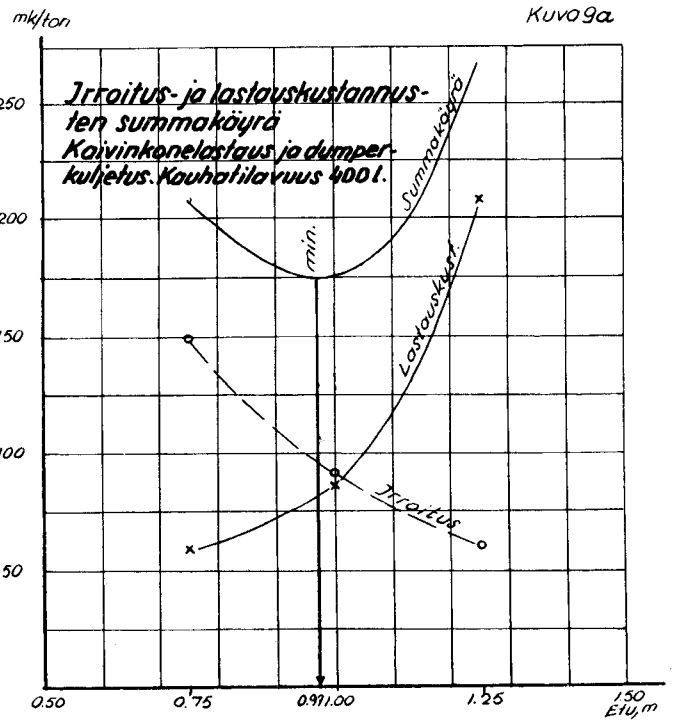
Poran hinta on suurin kustannuserä varsinaisista porauskustannuksista muodostaen hiontoineen 35 % porametrin hinnasta.

Kuvassa 6 esitetään 7/8" 6-kant. jäykkien porien hintanomogrammi, joka on laadittu valmistajan hintataulukkojen perusteella. Kustannuserien erittelyä kolmeen osaan on tarkasteltava vain suuruusluokkana. Tässä on tahdottu verrata lähinnä kovametallin ja porateräksen kustannusosuutta toisiinsa ja poran koko hintaan.

Kuvassa 7 esitetään vastaava monogrammi 1" x 1/2" lattateräsporille.

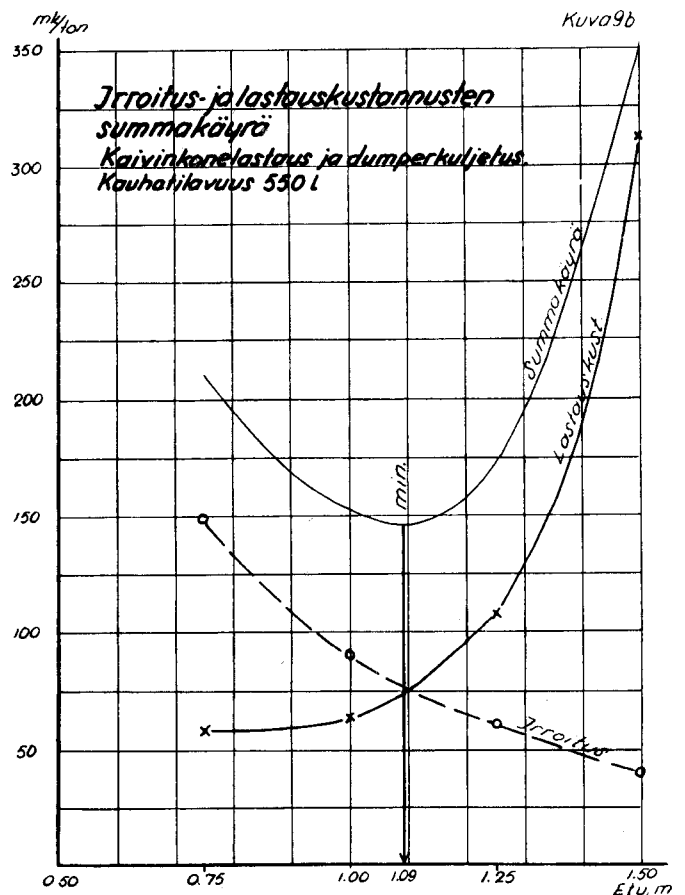
Uudelleen terittämiskysymys.

Outokummun malmissa kestää kovametalli keskimäärin 50 po.m, jona aikana ei esiinny tanko- eikä niskarikkoja. Juuri viimeksimainittu toteamus pani epäilemään, että porateräs ei ehdi yhden kovametallin aikana väsyä loppuun. Porateräksen väsymiskestävyydestä on olemassa hyvin erilaisia tietoja. Eri valmistajien ilmoittamien kestolukujen keskiarvona voidaan pitää ainakin



1 milj. iskua. Kun tunkeutumisnopeus on keskimäärin 35 cm/min, yhden kovametallin kestoikä 50 po.m ja porakoneen iskuluku noin 2500 iskua/min., niin porateräs saa yhden kovametallin aikana keskimäärin 350 000 iakua, joka vastaa n. 35 % porateräksen todennäköisestä kestävyudesta.

Uudelleen teritys tuntui luonnolliselta ja sitä ryhdyttiinkin kokeilemaan. Erään kotimaisen yhtiön ansiosta



näyttää uudelleen terittäminen onnistuneen. Onpa saman yhtiön toimesta pystytty kehittämään myös kotimainen kovametalli. Uudelleen teritettyt koeporat ovat antaneet aiheen olettaa, että mainittu kovametalli tulee onnistumaan ainakin Outokummun normaalimalmissa. Mainittakoon, ettei tanko- eikä niskarikkoja esiintynyt vielä toisenkaan kovametallin kesto aikana. Tarkoitus on kokeilla vielä toista uudelleen terittämistä.

Edellä on selvitetty jäykkien 7/8" 6-kant. porien uudelleen terityskysymystä. Luonnollisesti vielä tärkeämpää on lattateräsporien uudelleen teritys, koska porateräksen osuus poran hinnassa tällöin on huomattavasti suurempi kuin normaaliporian ollessa kysymyksessä (kuvat 6 ja 7). Kokeilut tässä mielessä ovat myös käynnissä.

Pyöreä porateräs.

Milloin malmi on kovasti läpimittaa kuluttavaa, silloin on tärkeää voida se kuluttaa mahdollisimman pieneksi. 7/8" 6-kantisessa porateräksessä on suurin läpimitta 25,5 m/m, johon läpimittaan kovametalli voi siis kuluu (porateräksen kulumista huomioimatta). Jos käytetään 7/8" pyöreätä poraterästä, voidaan kovametalli kuluttaa n. 2,5 m/m pienemmäksi, joka merkitsee teoreettisesti n. 33 % ikälisää 1—3 min porasarjalle (\varnothing 34—32 m/m).

Kokeiltavana oli 30 kpl koe-erä 7/8" pyöreästä porateräksestä valmistettuja poria (34 × 1000, 33 × 2000, 32 × 3000). Tulokset verrattiin samassa malmissa (tunk. nop. 42—43 cm/min) 7/8" 6-kant. porilla porattuihin tuloksiin. Kovametallin läpimittaa voitiin pyöreällä porilla kuluttaa 1,9 m/m eli 32,8 % enemmän kuin 6-kant. porilla, mutta kummassakin tapauksessa läpimitan kulumisen oli vain 77 % teoreettisesta. Kovametallin korkeus sensijaan kului 85—92 % teoreettisesta. Näissä tapauksissa tuli siis korkeuden loppuminen ja palojen särkyminen esteeksi paremmalle kokonaistulokselle.

Malmin irroittamiskustannukset lastauskustannuksiin verrattuna.

Edellä on käsitelty erilaisia pitkäreikäporausmenetelmiä »normaaliin» lyhytreikäporaukseen verrattuna. Edellä on myös todettu, että porareikien pidetessä voidaan etua suurentaa, joka merkitsee irroittamiskustannusten alenemista. On olemassa kuitenkin raja, jota suurempaa etua ei kannata käyttää, koska muodostuu rikoitettavia lohkarkeitä, jotka alentavat lastaustehoa. Lastauskustannusten osuus on ollut porauskustannusten suuruusluokkaa, joten nekin on huomioitava tasa-arvoisina poraus- ja räjäytyskustannusten kanssa.

Kuvassa 8 esitetään lohkaremuodostuskäyrä, kpl/ton. edun suuretessa 7 m pituisia reikiä ammuttaessa. Rikoitettavaksi lohkaresuuruudeksi on määritelty 65 cm \varnothing kaivinkoneen 550 l. lastauskauhalle ja 45 cm \varnothing 400 l. kauhalle.

Yhden lohkareren rikottaminen vie aikaa n. 8 min, joka sellaisenaan on välitöntä hukka-aikaa lastauksen kannalta. Suurten lohkarerien mukanaolo malmika-

sassa aiheuttaa lastaushäiriöitä jo silloinkin, kun ei itse lohkaretta vielä havaita.

Kuvassa 9 esitetään eräs esimerkki malmin irroittamis- ja lastaus- sekä näiden yhteiskustannuksista. Kun etua suurennetaan, niin rikoitettava lohkaremäärä kasvaa. Lastausmenetelmänä on kaivinkonelaus dumpereihin: a) 400 l kauha, b) 550 l kauha. Yhteiskustannus eli summakäyrän minimi kuvaa edullisinta etua. Tämä etu on joka tapauksessa a) noin 25 % ja tapauksessa b) noin 16 % pienempi kuin max. etu vastaavassa tapauksessa (7 m porareiat, \varnothing 25 m).

Tässä on kuvattu eräs esimerkki asian valaisemiseksi. Kukin tapaus on syytä tutkia erikseen.

Yhteenveto.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että:

- pitkäreikäporaus näyttää kannattavan, koska se suo suuremman edun,
- edullisinta etua tutkittaessa on rikoitettavien lohkaroiden vaikutus lastauskustannuksiin myös huomioitava,
- yleensäkin voidaan sanoa, että porauskustannusten alentamista tutkittaessa ei pidä unohtaa tutkimuksen vaikutusta lastauskustannuksiin, joiden osuus kokonaiskustannuksista on yhtä huomattava.
- käsitellyistä pitkäreikäporausmenetelmistä näyttää lattateräsporaus olevan halvin porametrikustannuksiltaan, mutta kun räjähdysainekustannus huomioidaan, niin sekä lattateräs- että jatkotanko-poraus näyttävät suunnilleen yhtä edullisilta,
- kovasti kuluttavissa kivilajeissa näyttää uudelleen terittäminen kannattavan.

SUMMARY:

In the article the costs of the long hole drilling (7—15 m bore holes) are compared with the costs of the short hole drilling (2.5 m bore holes). The long hole drilling is found to be advantageous, because thus a larger free face can be used. As methods of long hole drilling spring steel drilling, sectional rod drilling and diamond drilling are used, of which the spring steel drilling at least in the first test drilling has proved to be cheaper per drilling meter than the others. The difference with regards to the sectional rod drilling is however not very great. If the cost of the explosives is taken into consideration, both methods are approximately as advantageous. The diamond drilling proved also to be advantageous in comparison with the short hole drilling if the bore holes were over 10 m in length.

The writer examines also the effects of the length and diameter of the bore hole to the free face, noticing that when examining the most advantageous free face the effects of the boulders to be broken to the loading capacity and costs shall not be forgotten.

By means of Nomogramms the writer describes the share of hard metal inserts in the price of drills, both of 7/8" hexagonal drills as well as of spring steel drills. It is noticed that the reconditioning of the insert drills has been successful and proved to be advantageous in the abrasive ore of Outokumpu. For the reconditioning Finnish »Kometa» hard metal inserts have been used. In order that the diameter of the hard metal insert could be utilized longer, a small lot of drills made of 7/8" round drill steel has been tested. The result has been positive.

TAPATURMANTORJUNTA OUTOKUMMUN KAIVOKSESSA

Dipl. ins. RISTO MYYRYLÄINEN

Outokumpu Oy, Outokumpu

Tapaturmantorjuntatyön jaoittelu.

Paikallisista olosuhteista riippuen voi kaivoksen tapaturmantorjuntatyö saada erilaisia muotoja sen mukaan, mihin torjuntatyön puoleen kiinnitetään päähuomio. Seuraavaan jaoitteluun on koetettu kerätä kaikki torjuntatyön pääkohdat:

<i>Tapaturmien inhimilliseen tekijään kohdistuva torjunta:</i>	— henkilövalinta
	— koulutus
(tapaturmat, joiden satumiseen huomattavalta osalta vaikuttaa työntekijän inhimillinen toiminta)	— propaganda
	— järjestys
<i>Teknillinen tapaturmantorjunta:</i>	— turvallisuusnäkökohdat suunnitelmissa
(tapaturmat, joiden pääasiallisina syinä ovat työntekijästä riippumattomat olosuhteet)	— turvallisuusnäkökohdat töiden järjestelyssä
	— suojalaitteet ja -välineet

Esitetty jaoitus ei ole täsmällinen eikä täysin yhtenäinenkään, mutta soveltuu lähtökohdaksi kaivosten tapaturmantorjuntatyön suunnittelussa.

Outokummun kaivoksen turvallisuusorganisaatio.

Tässä yhteydessä en ryhdy kuvaamaan Outokummun turvallisuusustyön kehittymistä, työdyn vain toteamaan, että turvallisuusustyötä on kaivoksella tehty kauan, ja sota-ajasta lähtien se on ollut monipuolista ja aikaansaanut laskusuunnan tapaturmaluvuissa. Kehitystä ei kuitenkaan katsottu kyllin voimakkaaksi, ja sen vuoksi lisättiin vuoden 50 loppupuolella kaivoksen turvallisuushenkilökuntaa siten, että siihen kuuluu turvallisuus- ja koulutusinsinööri, turvallisuusjohtaja ja kaksi turvallisuusmiestä. Tässä organisaatiossa on siis varattu kapasiteettia toisaalta turvallisuusjohtajan suunnittelun ja johtamiseen, toisaalta sen tehokkaaseen ulottamiseen yksityisille työpaikoille asti kaivoksessa. Turvallisuusinsinööri on suoraan vastaavan kaivosinsinöörin alainen ja toimii siten käyttöinsinööreihin rinnastettuna. Täten pyritään korostamaan turvallisuusjohtajan merkitystä ja estämään sen hautautuminen käyttöasioiden alle. Turvallisuusjohtaja vastaa asemansa puolesta kaivoksen muita työnjohtajia ja voi turvallisuusasioissa ottaa yhteyden kaivosesimiehiin (-vouteihin), mutta on alistettu suoraan turvallisuusinsinöörille. Hänen alaisinaan toi-

mivat turvallisuusmiehet rinnastetaan kaivoksen kouluttajiin.

Turvallisuushenkilöstö muodostaa tyypillisen sivustan organisaation, jolla on käskyvaltaa turvallisuusmääräysten edellyttämässä puitteissa. Turvallisuusinsinöörillä on lisäksi valtuudet kieltää työskentely vaaralliseksi harjoittamallaan työpaikalla tai alueella, joskin tällaiset toimenpiteet ovat yleensä menneet ns. käyttötietä, siis sopimalla asiasta käyttöhenkilökunnan kanssa. Alkuaikoina ilmeni jonkin verran hankausta turvallisuushenkilöstön ja työnjohtajakunnan välillä — työnjohtajat katsoivat ilmeisesti auktoriteettiaan loukkaavaksi, että turvallisuusmiehet antoivat raportteja heidän alueistaan — mutta yhteistyö on vähitellen kehittynyt yhä kiinteämmäksi.

Paitsi varsinaista turvallisuushenkilöstöä on kaivososastolla ja neljällä muulla osastolla turvallisuustoimikunnat, joiden toimintaa johtaa ja valvoo päätoimikunta. Niiden jäseninä on työntekijöiden ja eri johtoportaiden edustajia kaivoksen isännöitsijää myöten ja tehtävänä turvallisuusjohtajan ohjaaminen ja valvonta. Toimikuntien ohjesäännöissä ei ole määritelty niiden valtuuksia, jotka siten jäävät riippuvaisiksi virka-asemaltaan korkeimman mukana olevan henkilön ratkaisuvallasta ja asennoitumisesta. Ajoittain kokoontuvina eliminä ei toimikunnilla myöskään ole edellytyksiä tapaturmantorjuntatyön systemaattiseen johtamiseen, ja niiden suurin merkitys onkin siinä, että niiden avulla vedetään myös työntekijöitten edustajat mukaan turvallisuusjärjestelmään.

Henkilövalinnan merkitys työturvallisuudelle.

Tapaturmatilastot osoittavat, että huomattava osa tapaturmista sattuu verraten pienelle ryhmälle, jonka tapaturmatiheys on keskiarvoa paljon suurempi. Toden näköisimpinä syinä tähän on pidettävä asianomaisten luonneominaisuuksia sekä tavalla tai toisella vaillinaista havainto- ja huomiokykyä. Mikäli käytettävissä on päteviä tutkimusmenetelmiä sekä eri kaivostyölajeille määritellyt normit, voitaneen suurin osa näistä »tapaturmalttiista» todeta jo työhönoton yhteydessä. Outokummussa on valintaa toistaiseksi suoritettu työhönottohaastattelun ja verraten yleisluontoisen lääkärintarkastuksen perusteella, mutta valinnan tehostamiseen on kiinnitetty huomiota ja tekeillä on erikoiset kaivosammattimiestestit. Tekniset tutkimusvälineet saattavat myös tulla kysymykseen. Esimerkkinä sellaisista mainittakoon amerikkalaisten kehittämä »näköseula» (»Sight Screener»), jolla lyhyessä ajassa saadaan analyttisesti tutkituksi näkökyvyn 6 á 7 ominaisuutta.¹⁾

¹⁾ Mauno Vannas: »Silmien osuus teollisuusjohtajissa». Työväen vakuutus n:o 1/1951.

— Henkilövalinnan päätarkoituksena on tietenkin ammattitason ja sitä tietä työtehon kohottaminen, mutta työturvallisuuden voi katsoa liittyvän niihin oleellisena osana.

Uusien miesten peruskoulutus.

Koulutus muodostaa tapaturmien inhimilliseen tekijään kohdistuvan torjuntatyön perusrungon, johon alusta alkaen on kiinnitettävä huomiota. Outokummun kaivoksessa on eri työläjien peruskoulutus keskitetty tähän tarkoitukseen varatulle louhinta-alueelle, jota kutsutaan koulutusalueeksi. Alueen vuorotyönjohtajat ovat kokeneita kaivostyönjohtajia ja heillä on kummallakin apunaan 4—5 kouluttajaa. Viimeksimainittujen valintaan kiinnitetään suurta huomiota ja heitä valmennaan tehtäviinsä erikoisilla työnopastuskursseilla (TWI-TO). Kouluttajia varten on lisäksi laadittu ohjeita, jotka sisältävät opetettavat asiat jaoteltuina, korostaen turvallisuuskäsitteitä.

Erikoinen yleiskouluttaja ohjaa uusia miehiä kaivostuvalta alkaen, varmistaa, että he saavat kypärän, kaivoslampun jne., tutustuttaa heitä 2—3 tunnin kiertokäynnillä kaivosolosuhteisiin selostaen samalla yleisiä turvallisuusmääräyksiä ja ohjeita. Uudet miehet saavat työhönottajalta kaivoksen turvallisuusohjekirjaset, joissa kuvin havainnollistettuna esitetään kaivostöiden tapaturmavaaroja ja niiden torjuntaa. Jokaiselle uudelle miehelle annetaan puoli vuoroa kestävä hissiliikennekoulutus, joka tarpeen vaatiessa uusitaan. Tämän vastaanottovaiheen jälkeen on hän tavallisesti muutamia päiviä jonkun vanhemman ammattimiehen apulaisena, edelleen lähinnä yleiskouluttajan valvonnassa (totutautumisvaihe).

Turvallisuuskäsitteet ovat oleellisenä osana varsinaisessa ammattikoulutuksessa, jossa miestä opastetaan louhintaporaamiseen, perän- ja nousunajoon, konelastaukseen, raappaukseen jne. Opetuksessa käydään työn eri vaiheet osa osalta läpi ja oppilas joutuu työtä kerratessaan selostamaan kussakin vaiheessa esiintyvät tapaturmavaarat, jotka kouluttaja on opastuksensa yhteydessä esittänyt. Henkilökohtainen koulutuskurssi kestää 1—2 viikkoa, minkä jälkeen oppilas työskentelee samantyyppisen ajan omin päin kouluttajan valvoessa hänen toimintaansa ja antaessa tarvittaessa lisäopastusta (ns. valvonta-aika). Uusi mies viipyy siten koulutusalueella tavallisesti vähintään kuukauden, mikä samalla on hänen koekuukautensa. Koekuukauden aikana voidaan mies erottaa, jos hän osoittautuu kaivostyöhön soveltumattomaksi (tuotantokomitean päätös vuodelta -48).

Poraajien ja rappaajien, jotka suorittavat ammuntoja kaivoksessa, on ennen koulutusalueelta lähtöä suoritettava hyväksyttävästi turvallisuustyönjohtajan pitämä kuulustelu räjähdysaineitten käsittelystä ja ammuntojen suorituksesta. »Oppikirjoina» ovat kaivoksen turvallisuusohjekirjaset, asiaa käsittelevä asetuslehtinen sekä Tapaturmantorjuntayhdistyksen julkaisema vihkonen »Räjäytystöiden turvallisuusopas». — Varsinaisina vastuunalaisina latureina, jotka ovat suorittaneet kaivostarkastajan tutkinnon, toimivat vuorotyönjohtajat.

Koulutuksesta pidetään kirjaa, jonka täyttö kuuluu koulutustyönjohtajille. Siihen merkitään kullekin miehelle annetut koulutuskurssit ja hänen suorittamansa kuulustelut arvosanoineen. Koulutuskirjat käyvät viikottain koulutusinsinöörin tarkastettavana ja hän valvoo muutenkin koulustoittoa. Koulutuksen keskittäminen määrättylle alueelle helpottaa luonnollisesti valvontaa.

Selostettu koulutusjärjestelmä on joustava myös suuren vaihdunnan aikana senvuoksi, että opetusohjelmat on tiivistetty lyhyiksi järjestelmällisiksi kursseiksi. Kun uusia miehiä pahimpina vaihtuvaisuuskuukausina tulee 10—15 % kokonaisvahvuudesta, kävisi jäykemmän ohjelman toteuttaminen mahdottomaksi. Lisäksi on järjestelmällä se etu, että koulutusalueen kautta saadaan vähitellen leviämään sellaiset turvallisuustoimenpiteet, joita vanhat kaivosmiehet vastustavat siksi, että niistä koituu lisätyötä.

Jatkokoulutus.

Ei voida sanoa, että koulutusalueelta tuleva, peruskoulutuksen saanut mies on valmis ammattimies, mutta hänelle on koetettu antaa hyvät edellytykset kehittyä sellaiseksi. Jatkokoulutuksesta huolehtii oma työnjohtaja ja turvallisuusasioissa lisäksi turvallisuusmiehet. Viimeksimainitut kiertävät kaikilla työpaikoilla, keskus-televat havaitsemistaan tapaturmavaaroista ja sattuneista tapaturmista sekä antavat ohjeita niiden välttämiseksi. Lisäksi he tarkkailevat pääperien ym. yleisten kulkuteiden kuntoa. Turvallisuusmiesten tehtävä on arkaluontoinen ja vaatii suurta kokemusta ja ihmisten käsittelytaitoa, mutta siitä on saatu — alkukankeuden jälkeen — hyvin myönteisiä kokemuksia Outokummussa. Turvallisuusmiesten koulutuskierröksistä tehdään raportit turvallisuustyönjohtajan kautta turvallisuusinsinöörille.

Kaivoksen työnjohtajilla on tärkeä, tekisi mieleni sanoa avainasema tapaturmantorjuntakoulutuksessa. Heidän välityksellään saadaan turvallisuusasiat luonnollisimmin syöpymään miesten mieleen. Outokummussa on eräissä tapauksissa saman alueen eri vuoroilla ollut huomattavasti erilainen tapaturmatiheys, mikä on ehkä ratkaisevasti riippunut työnjohtajista. Työnjohtajien suorittamalle jatkokoulutukselle ei vielä ole saatu kehityksi yhtenäistä järjestelmää, mutta turvallisuusasioissa on työnjohtajille ja muille esimiesasemassa oleville korostettu seuraavaa yksinkertaista toimintaohjetta: Käskynannossa ja tarkastuskierröksillä on aina muistettava ottaa esille tai mainita jokin turvallisuuskäsitteellinen muodos tai toisessa (käskynä, ohjeena, toteamuksena, kiitoksena, kieltona jne.).

Työnjohtajia on puolestaan koetettu kouluttaa turvallisuustyöhön korostamalla määrätietoisesti heidän vastuutaan ja ratkaisuvalltaansa turvallisuusasioissa. Tätä on omiaan korostamaan myös se, että työnjohtaja huolehtii miestensä jatkokoulutuksesta. Teollisuuden Työnjohto-opiston ja kaivoksen omilla kursseilla on koetettu kehittää työnjohtajien johtamistaitoa, mikä välillisesti koitunee myös turvallisuustyön hyväksi. Lisäksi on yksi työnjohtaja kerrallaan ollut perehtymässä kaivoksen turvallisuustyöhön, toimien kuukauden ajan toisena turvallisuustyönjohtajana. Turvallisuusinsinööri voi henkilökohtaisesti vaikuttaa paljon työnjohtajien asennoitumiseen turvallisuuskysymyksissä.

Jotta myös uudet kaivosinsinöörit kouluuntuisivat ottamaan huomioon turvallisuuskäsitteet riittävän monipuolisesti, nimitetään heidät mahdollisuuksien mukaan turvallisuusinsinööriksi esim. vuoden ajaksi ennen käyttötehtäviin siirtymistä.

Propagandan merkitys turvallisuustyössä.

Työtuloksiin välittömästi vaikuttavissa ammattiasioissa on ansion parantaminen vahvana kiihokkeena, mutta ihme kyllä, henkilökohtainen turvallisuus ei näytä

sitä olevan turvallisuuskysymyksissä. Torjuntatyössä tarvitaan siten muotoja, joilla työntekijät vedetään mukaan, tarvitaan propagandaa. Sille on annettava suuri paino etenkin silloin, kun halutaan nopeasti saada tuloksia näkyviin. Koulutuksella ja propagandalla on myös monia välimuotoja.

Outokummun tapaturmantorjunnassa käytetyt propagandamuodot.

On vaikea löytää sellaisia propagandamuotoja, joiden vaikutus ulottuu tehokkaana kyllin laajalle. Kilpailutoiminta on tässä suhteessa onnistunut ratkaisu. Työryhmien välinen tapaturmantorjuntakilpailu on ollut Outokummussa käynnissä vuoden 51 alusta alkaen. Kilpailuyksiköiksi määrättiin kaivoksen työryhmät sita silmälläpitäen, että olisi olemassa edellytyksiä ryhmien sisäiselle yhteistoiminnalle. Tapaturmitta työskentelemästään kalenteri-kuukaudesta saa ryhmä palkinnoksi raha-arvan, tapaturmattomasta neljännesvuodesta lisäksi 2—3 arpaa ryhmän vahvuudesta riippuen. Nämä lyhyet kilpailukaudet palkintoineen ovat tarkoitettut ylläpitämään jatkuvaa harrastusta. Vuoden päättyessä saa se ryhmä, jolla on eniten tapaturmattomia työviikkoja, palkintona 6 arpa ja ryhmän jäsenten kesken arvotaan lisäksi yksi arvokkaampi henkilökohtainen palkinto, vuoden 51 kilpailusta polkupyörä, vuoden 52 radio. Toinen palkinto on 4 ja kolmas 2 raha-arpa. Kaikkiaan jaetaan lähes 200 arpa vuoden aikana. Kokemuksemme on, että kilpailusäännöt on laadittava mahdollisimman yksinkertaisiksi, jotta ryhmät voivat itse seurata tilanteen kehittymistä. Samalla voidaan kilpailusta helposti julkaista väliaikattietoja, mitä varten kaivostuvilla on erikoiset kilpailutaulut. Kilpailun propaganda-arvoa on koetettu lisätä voittajaryhmistä yhtiön henkilökuntalehdessä julkaistuihin kuviin ja pikkuhaastatteluihin. Jotta kilpailun vuoksi ei salattasi pieniä tapaturmavammoja esim. ryhmän painostuksesta, otetaan kilpailuun vaikuttavina tapaturmina huomioon vain ne, jotka aiheuttavat kolmen tai useamman päivän sairausajan. — Kilpailusta odotettiin ennakolta paljon, ja se on todella vastannut odotuksia.

Paitsi kilpailutulosten julkaisemista on henkilökuntalehdessä tehty muuta turvallisuuspropagandaa julkaisemalla tapaturmatilastoja ja artikkeleita ajankohtaisista turvallisuuskysymyksistä siten, että joka numerossa on tapaturmantorjuntaa koetettu saada jossain muodossa esille. Muita käytössäolevia propagandamuotoja ovat turvallisuusaiheiset kuvasarjat ja ajankohtaisista turvallisuuskysymyksistä laaditut kuvajulisteet, joita on kiinnitetty kaivostuville ja maanalaisille ruokailupaikoille. Edelleen mainittakoon tapaturmatilannetta esittävät tapaturmakalenterit ja tilipussikuvat. Tapaturmantorjuntakilpailun vuosipalkintojen jaon yhteydessä on järjestetty yhteistoiminnassa Vakuutusyhtiö Pohjolan kanssa pieni työturvallisuusnäyttely turvallisuusaiheisine elokuvaesityksineen, ja se on saanut verraten hyvän yleisömenestyksen. Uusia propagandamuotoja koetetaan kehittää ja niitä on jatkuvasti kehitettävä, jos halutaan säilyttää propagandan teho heikentymättömänä.

Järjestys.

Hyvien tuloksien saavuttaminen turvallisuustyössä edellyttää hyvää järjestystä. Tämä käsite on laaja, mutta pysyttäessä alussa esitetyn jaotellun puitteissa joudutaan toteamaan, että koulutuksella on suuri osuus jär-

jestyksen parantamisessa, joskin myös varsinaisia järjestystoimenpiteitä tarvitaan. Suunniteltaessa keinoja asian eteenpäin viemiseksi törmätään kysymykseen, miten työnjohtajakunta saadaan aktiivisesti mukaan. Olemme Outokummussa harkinneet mahdollisuutta muodostaa työnjohtajista muutaman miehen vahvuisia arvostelulautakuntia, jotka ajoittain kiertäisivät eri työalueilla ja antaisivat niistä arvostelunsa jonkinlaisen pistejärjestelmän mukaan. Järjestystoimenpiteenä on mainittava erilaiset turvallisuusmääräykset, joita Outokummussa on mm. hissien käytöstä, junaliikenteestä, komujen karistuksesta, räjähdysaineitten kuljetuksesta ja amuntojen suorituksesta. Pelkkä määräyksen antaminen ja sen levittäminen monisteena kaivokseen ei yleensä riitä, sen »läpiajamiseksi» voidaan menestyksellisesti käyttää esim. kuvajulisteita, joissa asia esitetään humoristisessa muodossa. Varoitusten ym. järjestysrajoitusten käyttö on turvallisuusrikkomuksissa rajoitettu törkeimpiin yksityistapauksiin, ettei se aiheuttaisi negatiivista asennoitumista turvallisuustyöhön.

Turvallisuusnäkökohtien huomioonottaminen suunnitelmissa.

Louhintamenetelmää valittaessa tulevat turvallisuusnäkökohdat oleellisena tekijänä esille. Katon heikkouden vuoksi siirryttiin Outokummussa aikoinaan suurelta osalta kalliiseen levylouhintaan, mutta kalliopuluttauskokeiluista saatujen myönteisten kokemusten perusteella on suunniteltuihin jälleen voitu ottaa suurimuotoisempia ja tehokkaampia menetelmiä. Myös pari muuta näkökohtaa on syytä mainita tässä yhteydessä. Outokummussa on ilmennyt, että vuoripaine alkaa 200—250 metristä alaspäin mentäessä olla huomioonotettava tekijä, minkä vuoksi pääkuljetuserät on suuremmissa syvyyksissä suunniteltava yksiraiteisiksi. Vuoripaineen ominaisuuksia kuvaavana esimerkkinä kerrottakoon, että eräin paikoin on perän pohja kohonnut huomattavasti ylöspäin, ja kysymyksessä on siis todella paine, joka voi purkautua kaikkiin suuntiin. Louhinnassa muodostuvat tyhjätilat ja niiden holvautuminen ylöspäin on myös sellainen tekijä, joka on syytä ottaa alusta alkaen huomioon.

Kaivospölyn ja sen sisältämien kvartsihiukkasten aiheuttaman pölykeuhkotaudin (silicosis) torjunta on vuosikymmenen ajan ollut vakavasti esillä Outokummun kaivoksessa. Ensimmäinen huomattava edistysaskel tässä suhteessa oli ennen sotia tapahtunut siirtyminen märkäporaukseen. Sen jälkeen pyrittiin määrätietoisesti kehittämään paikallisia tuuletus- ja pölynsidontalaitteita, sumuttimia ja sumuportteja samalla kuin amunnat rajoitettiin mahdollisimman täydellisesti työvuorojen loppuun, ja runsaasti pölyä kehittävä miinausammunta sallittiin vain erikoistapauksissa. Näitä toimenpiteitä edisti vedentulon lisääntyminen kaivoksessa, ja niiden ansiosta aleni kaivoksen pölypitoisuus jyrkästi vuosina 46—47 (kuva 1).

Vaarallisen pölypitoisuuden raja, 200 kvartsihiukkasta 1 cm³:ssä ilmaa, alitettiin kuitenkin ratkaisevasti vasta sen jälkeen, kun suunnitelmat kaivoksen yleistuuletuksen järjestämisestä saatiin toteutetuiksi: Kaivoksen länsiosaan tehty ilmanvaihtokuilu 4 m² tuuletuskanavineen valmistui vuonna 50, ja sen yhteydessä oleva tuuletuslaitos, kapasiteetiltaan 200 000 m³ ilmaa tunnissa, saatiin käyntiin vuonna 51. Pölytilanteen suotuisan kehityksen vaikutus ilmeni pian, ja parin viime vuoden aikana on todettu ainoastaan yksi uusi aivan alkuasteella oleva pölykeuhkotapaus. Silikoosiprobleemi on siten saatu Outokummussa onnelliseen ratkaisuun. Saavute-

tut tulokset on haluttu varmistaa sillä, että rakenteilla olevaan Keretin kuiluun tulee 2,5 m²:n suuruinen tuuletuskanava. Tehokas tuuletus on edistänyt myös varsinaista tapaturmantorjuntaa parantamalla näkyväisyyttä pääkuljetustasoilla ja vähentämällä häämyrkytysvaaraa. Tuuletuskysymys on siten huomioonotettava tekijä suunniteltaessa kaivostointia sellaisissakin paikoissa, joissa ei ole kvartsi- tai silikoni-vaaraa.

Turvallisuuskäsitteiden järjestyssä.

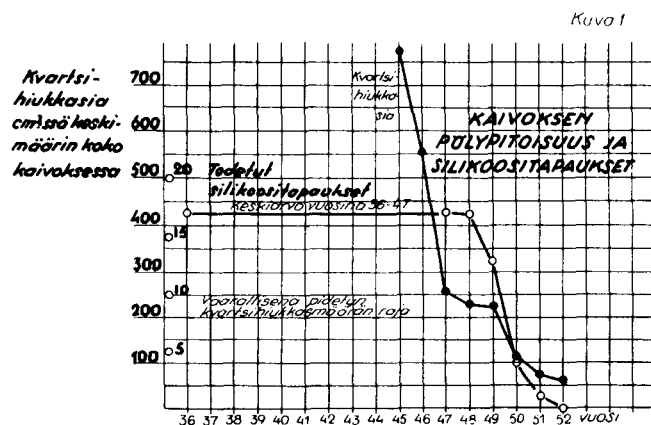
Töiden järjestyssä on paljon turvallisuuskäsitteitä, joista mainittakoon luettelomaisesti eräitä tyypillisiä: Louhinnan järjestelmällinen eteneminen, heikkojen alueitten ja kulkuteiden varmistaminen ja tukeminen, riittävä valaistus jonka järjestäminen on Outokummussa vasta valmisteluasteella, sekä koneiden, laitteiden ja työkalujen tarkoituksenmukaisuus ja kunto. Viimeksimainitussa ryhmässä on erikseen muistettava kantavat koneosat, niiden tarkastus ja koekuormitus, samoin esim. veturien jarrut, jotka eräessä vaiheessa aiheuttivat paljon harmia Outokummussa, sekä sähkölaitteet vuotovaaroinen etenkin silloin, kun käytetään sähkökoneita. Yksityiskohtaisempi syventyminen veisi ehkä liian pitkälle detaljeihin.

Suojalaitteet ja välineet.

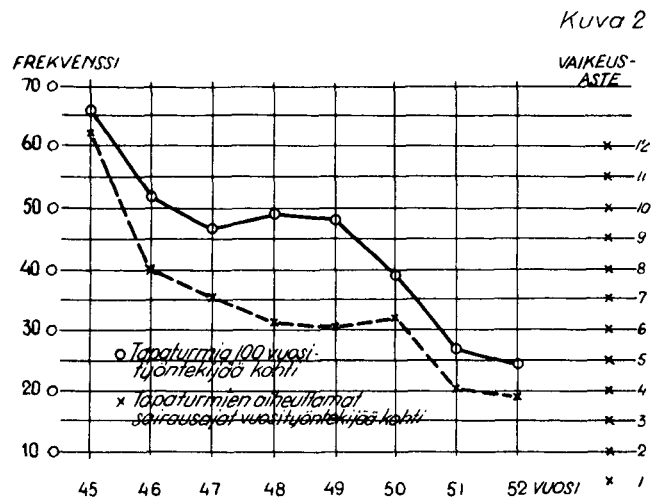
Paikallisten ja henkilökohtaisten suojalaitteiden avulla voidaan määrätynlaisia kaivostapaturmia torjua monissa tilanteissa. Sellaisina voidaan mainita putoamis- ja horjahtamistapaturmat, joiden estämiseksi käytetään kaiteita, aitauksia, sulkuportteja ja varmuusvoimia. Kaiteita on Outokummussa tehty puusta ja vanhasta romuputkesta. Putkikaiteet ovat käytännöllisiä esim. kaatoaukkojen ympärillä tehtyinä siten, että ne voidaan tarvittaessa kääntää tai nostaa pois tieltä, kun aukkoon vedetään kiviä.

Olemme kokeilleet valoheijastavan Scotchlite-paperin käyttöä varoitusmerkkinä kaivoksessa, mutta se menettää suurimman osan heijastuskyvystään melko pian, kun ammunnoissa syntyvä kiisupöly tarttuu paperin pintaan. Myös ns. turvallisuusvärijärjestelmää on jonkin verran käytetty etupäässä koneiden maalauksessa ja ahtaiden paikkojen merkitsemisessä pääkuljetustasoilla. Järjestelmän periaatteena on se, että vaaralliset, liikkuvat koneosot, huomionarvoiset kytkimet, katkaisijat jne. maalataan määrättyillä tunnusväreillä.

Henkilökohtaisista suojalaitteista on ensi sijalla kaivoskypärä, jonka käyttö on jo usean vuoden ajan ollut



Kuva 1: Kaivosilman sisältämä keskimääräinen kvartsi- ja silikonihiukkospölymäärä ja vuosittain todetut silikosisitapaukset.



Kuva 2: Kaivososaston tapaturmatilanteen kehitys vuosina 1945–1952. Lukuihin sisältyvät 3 tai useamman päivän sairausajan aiheuttaneet tapaturmat, ja ne käsittävät varsinaisten kaivostöiden lisäksi maanpäälliset murskaamot.

pakollinen kaikille kaivokseen meneville. Erilaisia silmäsuojuksia on kokeiltu innokkaasti, mutta esim. porauksessa roiskuva, likainen huuhteluvesi vaikeuttaa niiden käyttöä himmentämällä lasit. Jokaiselle sitä haluavalle luovutetaan korvauksetta käyttöön »Silis» hengityssuojus, ja niitä oli aikaisemmin, kaivoksen pölytilanteen ollessa huonomman, käytössä noin 200 kpl. Suomen Gummitehtaan kanssa on käyty neuvotteluja kärkivahvikkeella varustetun kotimaisen kaivossaappaan kehittämisestä, ja muutamia koe-eriä on ollut käytössä, ja ensimmäiset erät on saatu myös kauppaan. Kokeilut jatkuvat edelleen ja normiksi on otettu vaatimus, että saappaiden kärjen tulisi kestää 20 kgm:n isku varpaita vahingoittamatta.

Suojalaitteiden käyttömahdollisuudet kaivosolosuhteissa ovat suhteellisen rajoitetut, mutta vähäisessäkin määrässä käytettyinä niillä on merkitystä myös siten, että ne ovat symboleina muistuttamassa tapaturma-vaarasta.

Tilastomateriaalin hyväksikäyttö.

Paitsi niitä tilastoja, joista käy selville tapaturmatilanteen yleinen kehitys laaditaan Outokummussa useitakin yksityiskohtaisempia tilastoja, joiden tarkoituksena on selvittää tapaturmantorjunnan tärkeimmät kohteet. Tapaturmat jaotellaan näissä eri näkökohtien, esim. syyn, aiheuttajan ja työajin mukaan. Jotta olisi mahdollista saada tarvittaessa erilaisia tilastoyhdistelmiä esim. turvallisuusmiesten koulutusohjelmia varten, on tapaturmien rekisteröinnissä otettu käyttöön neulakorttijärjestelmä. Kortin reikäsystemiin sisältyvät seuraavat seikat: ikä, perhesuhteet, työkokemus, tapaturman sattumisaika, työlahti, vahingoittunut ruumiinosa, vamman laatu, tapaturman vaikeusaste, aiheuttaja ja syy, välittömät kustannukset karkeasti ryhmiteltyinä sekä montako tapaturmaa asianomaiselle on sattunut. Pienellä vaivalla saadaan korttikasasta esille esim. poikamiehille maanantaiaamuisin sattuneet tapaturmat.

Torjuntatyön tulokset.

Tehostetun tapaturmantorjunnan tulokset alkoivat näkyä jo vuoden 50 lopulla, ja vuonna 51 laski tapaturmatiheys jyrkästi, kuten oheinen kaivostöitä koskeva taulukko osoittaa.

Vuosi	Tapaturmia 100 vuosityöntekijää kohti	Tapaturmien aiheuttamat sairausajat vuosityön- tekijää kohti	Kuoleman- tapauksia
1949	47,3 (48,6)	5,1 (8,1)	4
1950	40,2 (45,4)	5,4 (7,9)	2
1951	26,1 (44,0)	2,9 (7,2)	—
1951	25,1	3,9	2

Taulukon lukuihin sisältyvät 3 tai useamman päivän työkyvyttömyyden aiheuttaneet tapaturmat. Vertailun vuoksi on sulkumerkeissä esitetty vastaavat keskimääräiset tilastoluvut Ruotsin kaivoksilta.

Tapaturmafrekvenssi on vuodesta 49 vuoteen 51 laskenut 45 % ja tapaturmista aiheutuneiden sairauspäivien luku 43 %. Frekvenssi on edelleen laskenut hiukan vuonna 52, vaikeusasteen noustessa vuoden 51 arvosta. Pahimmasta sodanaikaisesta tapaturmavuodesta on frekvenssi laskenut noin 65 % ja vaikeusaste noin 70 % (kuva 2). Kuolemantapausten suhteen on huomautettava, että kun kysymyksessä ovat yksityiset tapaukset, pääsee sattumanvaraisuus vaikuttamaan paljon eikä vuosittaisilla numeroilla ole tilastollista merkitystä. Näyttää kuitenkin ilmeiseltä, että myös tämän synkän tilaston kohdalla saadaan pysyväistä parannusta aikaan.

Jos tarkastelemme torjuntatyön tuloksia taloudelliselta kannalta, päädyimme yllättäviin arvoihin. Seuraavassa taulukossa esitetyt summat sisältävät tapaturmista maksetut lääkäri- ym. kulut, sairausajalta maksetut päivärahat sekä invaliditeetti- ja kuolemantapauksista maksettavien elinkorkojen pääomavaraukset. Vuoden 51 kustannusten loppusummasta on esitettävä varaus, että laskelman suorittamisen jälkeen on saattanut tulla joi-takin lisäyksiä, jotka ylittävät ennakoarviot, mutta ne eivät vaikuta oleellisesti summan suuruuteen.

Vuosi	Välttämien tapaturmakustannusten loppusumma	Sama redusoituna vuoden 51 kustannustasoa vastaavaksi täydeksi työvuodeksi
1949	14,8 milj.mrk	22,3 milj.mrk
1950	8,1 »	13,2 »
1951	5,0 »	5,0 »

Amerikkalaiset laskevat tapaturmien aiheuttamien kokonaiskustannusten nousevan 4 ä 5-kertaisiksi välitömiin kustannuksiin nähden, jolloin kokonaiskustannuksissa huomioonotetaan työn keskeytyksestä, työvälineiden ja koneiden vaurioitumisesta tai tuhoutumisesta, työtehon alenemisesta, vaihtuvaisuuden ja koulutustarpeen lisääntymisestä ym. sekundäärisistä ilmiöistä aiheutuneet kustannukset. Näin laskien päädytään useiden kymmenien miljoonien vähennykseen vakuutus-kustannuksissa. Toisaalta ovat torjuntatyön vuotuiset kustannukset Outokummussa olleet 3,5 milj. mk:n suuruusluokkaa. Vaikka suhtautuisimmekin edellämainttuun summittaiseen kokonaiskustannusten laskentaan tietyin varauksin, voimme silti perustellusti todeta, että tapaturmantorjuntatyö on harvinaisen edullinen sijoitusmuoto.

SUMMARY:

As related in the article, much work has been done in the Outokumpu mine to prevent accidents, but the chief stress has been laid on the training of workers and partly also of the foremen, and on propaganda. Apart from the proper professional training instructions in preventing accidents, given by the safety-men, shall be especially mentioned. As to propaganda, competitions between safety groups shall be noted. In addition to this work great stress has been laid to develop and get into use protective devices and equipments, suitable for mine conditions. The safety personnel of the mine, consisting of a safety and training engineer, safety foreman and two safety-men, have taken care of this task. By means of the safety committees the representatives of the workers have also been made to take part in the accident prevention.

As a result of more effective work in preventing accidents the accidents in the mine have decreased about 45 % in two years, which means, when considering also the direct losses caused by the accidents, a saving of tens of millions marks per year. By means of the local dust removal equipment and of a special ventilation shaft and a ventilation plant of great capacity it has been possible to eliminate the silicosis which previously caused much trouble.

Siirroksista (dislocations) ja niiden vaikutuksesta metallikiteen mekaanisiin ominaisuuksiin

Dipl. ins. EERO SUONINEN

Oy Vuoksenniska Ab, Imatran Rautatehdas

Säännöllinen kideomainen rakenne on piirre, jota nykyisin pidämme jokaiselle metalliselle aineelle tyypillisenä. Tämä käsitys onkin, kuten tiedämme, oikeutettu, ja perustana koko nykyaikaiselle metalliopille. On kuitenkin selvää, ettei yksin tämä tosiasia anna oikeata kuvaa asioista. Nykyaikainen tiede pyrkii kaikkialla etsimään ne rajat, joissa jotakin teoriaa voidaan soveltaa. Käsiteltävänä olevassa tapauksessa tämä on sitäkin luonnollisempaa, koska tulokset, joita on saatu laskemalla, kun metallihilaa pidetään täysin säännöllisenä, ovat useissa tapauksissa jyrkässä ristiriidassa havaintotulosten kanssa. Selvimmin tämä tulee esille metallikiteen mekaanisia ominaisuuksia tarkasteltaessa ja on jo kauan sitten johtanut toteamukseen, että metallin kide-rakenteessa on virheitä, jotka oleellisesti vaikuttavat sen mekaanisiin ominaisuuksiin.

Eri keinoin onkin pystytty kuvailemaan tunnettuja hilassa esiintyviä virheitä, joista tärkeimmät ovat kiteitten mosaikkirakenne (mosaic structure) ja tyhjätilat (vacant lattice sites). Samoin on jo kauan oltu selvillä kiinteässä liuoksessa vallitsevista jännityksistä ja selvitetty edellytykset kiinteän liuoksen muodostumiselle. Saavutetut tulokset eivät kuitenkaan ole kyenneet selvittämään metallien lujuusominaisuuksia ja muovautumisesta tehtyjä havaintoja. Vasta kahden viime vuosikymmenen tutkimus on kehittänyt teorioita, jotka pitävät ainakin suurin piirtein yhtä kokeellisesti havaittujen tosiasian kanssa. Seuraavassa on tarkoitettu kuvailla eräitä oleellisimpia piirteitä siitä kokonaiskuvasta, jonka tämä tutkimus on luonut hilavirheitten ja määrättyntyyppisten vieraitten atomien vaikutuksesta kiteen mekaanisiin ominaisuuksiin.

Siirroksiset.

1930-luvulla kehittivät useat tutkijat^{1 2 3} teorian määrätynlaisista hilavirheistä, joita he kutsuivat »siirroksiksi» (Versetzung, dislocation). Näitä on useampaa tyyppiä, joista ovat tärkeimmät särmäsiirros (edge dislocation) sekä kiertosiirros (Screw dislocation). Kuvissa 1 ja 2 on esitetty kaavamaisesti särmä- ja kiertosiirros. Kuvista käy selville siirroksille tyypillinen omi-

naisuus: jatkuvasti tapahtuva siirtyminen alueelta, jossa kahden vierekkäisen hilatason kesken ei ole tapahtunut liukumista (slip), alueelle, jolla toinen tasoista on liukunut toiseen nähden yhden hilavälin verran. Siirrosviivaksi (dislocation line) määritellään viiva EF. Siirrosta kuvataan myös hilavälin pituisella vektorilla, joka on liukusuunnan suuntainen (Burgers vector).

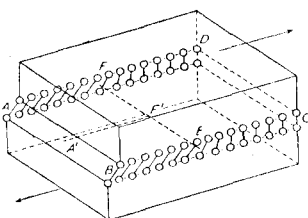
Kumpaakin siirrostyyppeä saattaa olla positiivisia ja negatiivisia, riippuen siitä, kumpi osa hilasta on vetojännitysten, kumpi taas puristusjännitysten alainen. Kuvissa 1 ja 2 esitetyt siirroksiset määritellään tavallisesti positiivisiksi.

Vaikka kuvissa esitetyt siirroksiset edustavat erästä määrättyä hilatyyppiä, nim. yksinkertaista kuutiohilaa, siirrosten luonteenomaiset piirteet ovat riippumattomia siitä missä hilassa siirroksiset esiintyvät. Tämä johtuu siitä, että määräävä seikka siirrosten ominaisuuksille on jännitysten jakautuminen virhekohtaan etäisemmässä ympäristössä, ja tämän voidaan osoittaa olevan suurin piirtein samanlainen kaikissa esiintyvissä hiloissa.

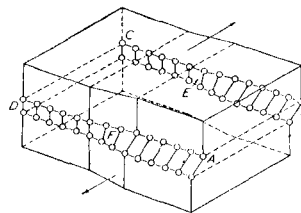
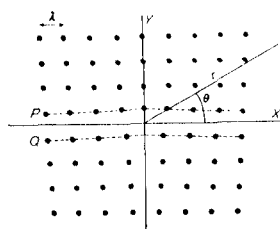
Geometrisista tosiasioista johtuu, ettei mikään siirrosviiva voi päättyä kiteen sisällä, vaan sen täytyy joko sulkeutua tai jatkua läpi koko kiteen⁴. Kuva 3 osoittaa, miten särmä- ja kiertosiirroksiset jatkavat toisiaan ja muodostavat läpi kiteen kulkevan siirrosviivan.

Siirrosten liike.

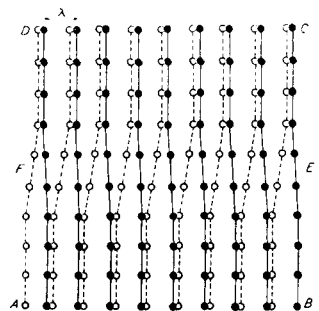
Yksityiselle siirrokselle on luonteenomaista sen helppo liikkeellelähtö jonkin ulkoisen voiman vaikutuksesta. Liukuminen (slip) merkitsee nykyisen käsityksemme mukaan juuri sitä, että siirroksiset liikkuvat kiteessä⁵. Tämä käsitys tekee ymmärrettäväksi metallikiteillä havaitut suhteellisen alhaiset myötörajat, jotka ovat useita suuruusluokkia pienemmät kuin lasketut arvot, jotka saadaan kun oletetaan liukumisen tapahtuvan yhtäaikaisesti kaikkialla kahden vierekkäisen naapuritaso- välillä.

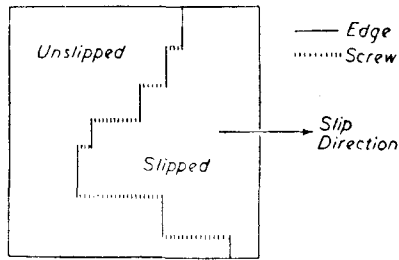


Kuva 1. Chalmers: Progress in Metal Physics I. s. 78.



Kuva 2. Chalmers: Progress in Metal Physics I. s. 79.





Kuva 3. Chalmers: Progress in Metal Physics I. s. 80.

Kahden eri siirroksen välillä vallitsee aina voima, joka on riippuvainen niitten keskinäisestä asemasta ja siirrosten merkeistä. Erimerkkiset siirrokset vetävät yleensä toisiaan puoleensa, samanmerkkiset taas hylkivät toisiaan³. Muokkaus saa aikaan siirrosten kerääntymisen pitkiksi ketjuiksi¹⁹, jolloin niitten liike vaikeutuu. Tämä näkyy ulospäin muokkaukskovettumisena (strain hardening). Edelleen voidaan siirrosten välisen voimavaikutusten potentiaalikäyrää tarkastelemalla selittää, miksi plastista muokkausta ollenkaan tapahtuu, s.o. miksi siirrosten liike ei ole täysin palautuvaa. Mikäli ulkoinen voimavaikutus saa aikaan siirrosten välisen potentiaalienergian minimin, se «lukitsee» siirrokset uusiin asentoihinsa (sessile dislocations). Toisaalta on myös mahdollista, että erimerkkiset siirrokset hävittävät toisensa, jolloin hila tulee täysin virheettömäksi.

Miten pitkälle yksityinen siirros voi liikkua, siitä on olemassa erilaisia arveluja¹⁹. Erään esitetyn oletuksen mukaan rajan muodostavat yleensä kiteitten mo-saikkirakenteen rajat.

Kuva 4 esittää mielenkiintoista erikoistapausta⁸. Nopeasti liikuvan siirrosviivan kohdatessa jonkin esteen (a) se «saartaa» tämän (b). Mikäli siirros liikkuu tarpeeksi nopeasti, se saattaa mennä itsensä läpi (c), jolloin lopputuloksena on sulkeutunut «toisen vaiheen» siirros, jonka sisäpuolella hilataso on liukunut kaksi hilaväliä alkuperäisestä asennostaan (d). Edellä kuvattua prosessia sanotaan siirrosten kertautumiseksi (multiplication).

Välisijaliuoksen atomien ja siirrosten vuorovaikutus.

Kiinteän liuoksen atomit pyrkivät, kuten tunnettua, muuttamaan isäntähilan kokoa. Kun siirroksen läheisyydessä osa hilasta on veto-, osa taas puristusjännitysten alainen, on ilmeistä, että liuenneilla atomeilla on kyky läsnäolollaan alentaa siirroksen potentiaalihiippuja (Gorski 1935). Tästä johtuen siirroksen ja liuenneitten atomien välillä vallitsee voimavaikutus, joka pyrkii keräämään liuenneita atomeja «pilveksi» siirroksen ympärille. Johtaako tämä pilven muodostumiseen, riippuu siitä, onko diffuusionopeus hilassa riittävä. Tässä suhteessa välisijaliuoksen muodostavat atomit ovat erikoisasemassa suuren diffuusionopeutensa takia, kun taas korvausliuoksessa diffuusio on hidasta. Välisija-atomit kykenevät siis muodostamaan pilven siirroksen ympärille.

Toinen pilven muodostumiseen vaikuttava seikka on potentiaalienergian minimiarvo¹¹. Pilven muodostuessa siirroksen ympäristössä vallitsevat jännitykset tosin vähenevät, mutta samalla välisija-atomien potentiaalienergia kasvaa niitten järjestäytyneisyysasteen lisääntyessä, ts. entropian vähentyessä. Matalassa lämpötilassa siirroksen jännitysenergia on ratkaiseva, korkeam-

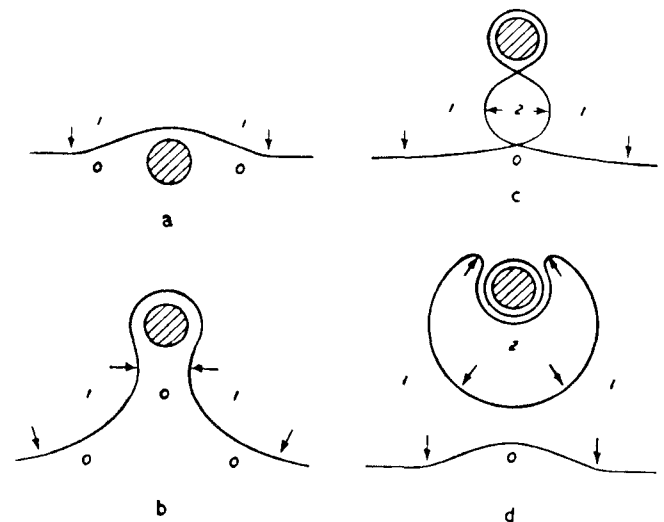
malla taas entropia. Pilvi muodostuu siis sitä tiheämmäksi, mitä alempi on lämpötila⁶, joskin pilven muodostuminen kestää kauemmin, koska diffuusionopeus alenee lämpötilan alentuessa.

Ulkaisen voiman pyrkiessä liikuttamaan siirrosta, jonka ympärille on muodostunut välisija-atomien pilvi, tämän pilven ja siirroksen välinen voimavaikutus pyrkii estämään niitten erkaantumisen toisistaan⁶. Siirroksen liikkeellelähtemiseen tarvitaan suurempi jännitys kuin jos mitään pilveä ei olisi olemassa, ja siirroksen kulkiessa välisija-atomien pilvi pyrkii seuraamaan mukana. Mikäli siirroksen nopeus on diffuusionopeutta vastaava tai pienempi, siirros kulkiessaan vetää perässään välisija-atomien pilveä. Jos siirroksen nopeus taas on suurempi, se jättää jälkeensä pilven, jolloin tämän sitova vaikutus siirrokseen häviää, ja siirroksen liike tapahtuu pienemmänkin ulkaisen voiman vaikutuksesta kuin mikä oli tarpeen sen liikkeelle saamiseksi. Tällaisia siirroksia, jotka ovat irtautuneet välisija-atomien pilvestä, sanotaan nopeiksi (fast dislocations), vastakohtana hitaat siirrokset (slow dislocations), jotka vetävät perässään pilveään.

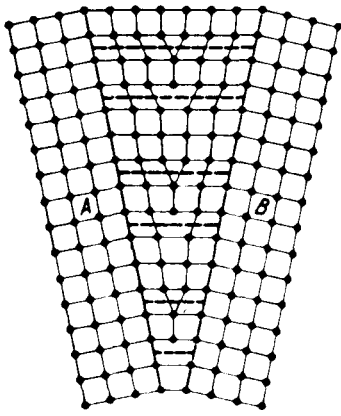
Esimerkkejä.

Teräksen myötöilmio on selitettävissä nopeitten siirrosten liikkeenä⁷. Ylemmän myötörajan suurin jännitys tarvitaan irrottamaan siirrokset välisija-atomien pilvestä, jonka jälkeen tarvitaan ainoastaan alemman myötörajan ilmaisema jännitys siirrosten liikkeen jatkamiseen. Teräksen sinihaurausalueella (n. 150–250°C) osoittama suuri lujuus taas johtuu siitä, että näin korkeassa lämpötilassa välisija-atomien suuri diffuusionopeus tekee ne kykeneviksi seuraamaan siirrosten liikettä suurillakin liikenopeuksilla, joten siirrokset tällöin ovat periaatteessa hitaita. Hitaitten siirrosten liikkeestä huoneenlämpötilassa voitaneen pitää esimerkkinä tinakiteillä todettua microcreep-ilmiota^{12,13}. Tällä tarkoitetaan määrävienymään asti jatkuvaa, ajan suhteen lineaarista venymistä erittäin pieniä vetonopeuksia käytettäessä. Se johtuu kiteessä jo ennen muokkauksen alkua olevien siirrosten liikkeestä.

Teräksen suhteen voidaan pitää selvitettyinä, että välisijaliuoksen muodostavat atomit ovat hiili ja typpi¹⁴. Booria lukuunottamatta kaikki muut atomit ovat liian suuria välisijaliuoksen muodostumiseen α -raudan hilassa.



Kuva 4. Chalmers: Progress in Metal Physics I. s. 101.



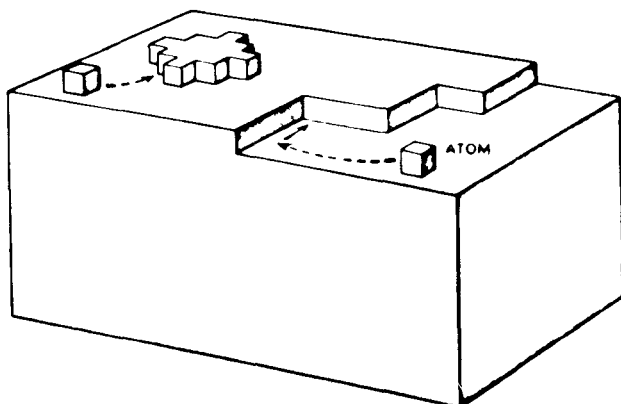
Kuva 5. Masing: Arch. f.d. Eisenhüttenw. 21. 1950. s. 317.

Edellä esitetystä saa myös periaatteellisen selvityksensä kauan selittämättömänä pysynyt teräksen muokausvanheneminen^{6,7} (strain aging). Teräksen kylmämuokkauksen jälkeen ilmenevä vähitellen tapahtuva lujuuden ja haurauden lisääntyminen johtuu hiili- tai typpiatomien hitaasta diffuusiosta kylmämuokkauksessa syntyneitten (samoin kuin rakenteessa jo ennestään olleitten) siirrosten ympärille. Tämän prosessin monet yksityiskohdat ovat kuitenkin vielä selvittämättä¹⁴.

Siirrosten synty.

Edellä on esitetty niitä vaikutuksia, joita siirroksilla on hilan ominaisuuksiin. Kokemus osoittaa, että käytännöllisesti katsoen kaikissa olosuhteissa metallikiteellä on ominaisuuksia, jotka viittaavat siirrosten olemassaoloon. Esimerkiksi normalisoidussa ja pehmeäksihehkutetussa teräksessä esiintyvä selvä myötöraja on osoituksena siitä, että siirroksia on olemassa. Mielenkiintoinen tosiseikka on, että siirrosteiheyden hehkutetussa aineessa on aina osapuulle vakio¹⁹, 10^8 kpl/cm², kun taas suurin mahdollinen siirrosteiheyden esiintyy voimakkaasti kylmämuokatussa kiteessä ja on n. 10^{12} kpl/cm². On siis ilmeistä, että siirroksia syntyy lisää aineen kylmämuokkauksessa. Sen sijaan on aivan viime vuosiin saakka ollut vain arvailujen varassa¹⁹, mikä on syynä siirrosten muodostumiseen jokaiseen kidehilaan, samoin kuin miten jo olemassa olevat siirrokset aiheuttavat uusien siirrosten muodostumista kylmämuokattaessa.

On voitu aktivointienergioiden perusteella suoritettuihin laskelmiin osoittaa, että lämpövarähtelyjen energia tuskin on syynä siirrosten muodostumiseen¹⁹. Toinen esitetty arvelu on, että mosaikkirakenteiden rajat, jotka itse



Kuva 6. Shockley: Journal of Metals. 4. 1952. s. 386.

asiassa ovat jo sinänsä siirroksia (kuva 5), olisivat selitys siirrosten esiintymiseen kaikissa kiteissä¹⁴.

Lisävalaistusta kysymykseen siirrosten synnystä toivat tarkastelut kiteen syntymisestä höyrytilassa olevista atomeista¹⁵. Atomin pysyväksi jäävä siirtyminen höyrytilasta kiteeseen edellyttää, että siihen kiteen toisista atomeista kohdistuvat vetovoimat ovat kyllin suuret estääkseen atomin siirtymisen takaisin höyryyn. Jos tilanne on kuvan 6 mukainen, on ilmeistä, että kiteen kasvu tapahtuu nurkan siirtymisenä pitkin sivusärmää, koska tällöin kuhunkin uuteen atomiin kohdistuu kolmen naapuriatomin vetovoima. Kun k.o. taso on täytynyt, ei ole enää olemassa paikkoja, joihin asettuvaan atomiin kohdistuisi useamman naapuriatomin vetovoima. Uuden tason syntyessä sille asettuvaan ensimmäiseen atomiin kohdistuisi vain yhden lähimmän naapurin vetovoima, joka ilmeisesti on riittämätön atomin pysyttämiseksi paikoillaan. Näin ollen päädyimme toteamukseen, että kiteen kasvu tällöin pysähtyisi. On siis ilmeistä, ettei kasvu voi tapahtua tällä tavalla.

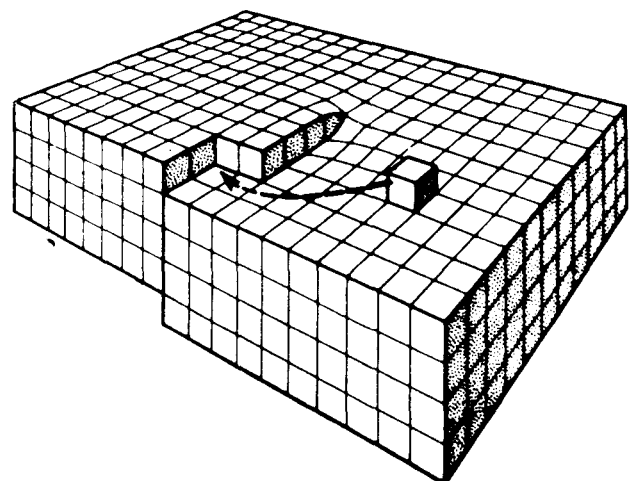
Aivan toisenlaiseksi muuttuu tilanne, jos oletamme kasvun tapahtuvan kuvan 7 mukaisesti. Kiteen kasvu tapahtuu »ruuvimaisesti» erään pisteen ympäri, joka edustaa kiertosiirroksen alkupistettä. Siirroksen kiertäessä kiteen kasvaessa tämän pisteen ympäri kide kasvaa kullakin kierroksella yhdellä kidetasolla. Tässä tapauksessa on uudella atomilla jatkuvasti mahdollisuus sijoittua siten, että siihen kohdistuvat useampien naapuriatomien vetovoimat, ja kiteen kasvu voi siis jatkua tasolta toiselle.

Erikoisen mielenkiintoista on, että kokeellisesti on eräissä tapauksissa voitu osoittaa kiteitten kasvun todella tapahtuvan näin tai samantapaisesti^{16,17}. Siirrosten esiintyminen on siis jo kiteen syntymiseen oleellisesti liittyvä piirre, joten niiden olemassaolo kaikissa kiteissä on ei ainoastaan ymmärrettävää, vaan myös todennäköistä.

Edellä on jo kuvattu siirrosten kertautumisprosessi, jonka kautta uusia siirroksia saataa syntyä. On esitetty muitakin mekanismeja, joiden kautta nopea siirros saattaa suuren liike-energiansa ansiosta aiheuttaa uuden siirroksen syntymisen¹⁸. Tässäkin käsitykset kuitenkin toistaiseksi vaihtelevat.

Kokeita kiteillä, joissa ei ole siirroksia.

Kuten edellä osoitettiin on siirrosten esiintyminen kaikissa kiteissä todennäköistä. Tästä huolimatta on ta-



Kuva 7. Shockley: Journal of Metals. 4. 1952. s. 386.

vattu kiteitä, joissa ei ilmeisesti ole lainkaan siirroksia¹⁹. Tällaisia kiteitä, jotka ovat erittäin pienikokoisia, on tavattu useitten eri metallien pinoilla. Ne osoittavat aivan erikoislaatuisia ominaisuuksia. Tinakiteillä suoritetuissa kokeissa osoittautui, että kiteet ovat täysin kimmoisia useitten %:n muokkaukseen asti. Minkäänlaista virumista ei ilmennyt, vaan viikkokausia kestäneen kuormituksen jälkeen kiteet palautuivat täysin alkuperäiseen muotoonsa. Mikäli jännityksiä vielä lisättiin, jolloin venymä kasvoi, kiteet erässä kohdassa muovautuivat plastisesti. Tähän tarvittava jännitys oli täysin eri kertalukua kuin suurempien tinakiteitten plastiseen muokkaukseen tarvittava jännitys. On ilmeistä, että kiteisiin vasta tällöin syntyi siirroksia. Tuloksista käy esille, miten ratkaiseva vaikutus siirroksilla on kiteen ominaisuuksiin.

Siirrosten teorian nykyvaihe ja tulevaisuus.

Edellä on esitetty useita tosiseikkoja, jotka tukevat teoriaa metallihilassa esiintyvistä virheistä, joita sanomme siirroksiksi. Samaten kuin emme voi nähdä yksityisiä atomeja, on myös selvää, ettemme koskaan voi suorastaan nähdä siirroksia ja siten vakuuttua niitten olemassaolosta. Sen sijaan on suoritettu analogiakokeita saippuakuplilla²⁰, ja saadut tulokset ovat olleet sopu-soinnussa siirrosten teorian kanssa. Joka tapauksessa siirrosta on nyt jo pidettävä metallioppiin kotiutuneena käsitteenä, ja se on tällä hetkellä eri tavoin eräs metallifysiikan tärkeimpiä tutkimuskohteita. Kehitys siirrosten teoreettisen ja kokeellisen tutkimuksen alalla onkin nykyisin erittäin nopeata eri puolilla maailmaa suoritettavan tutkimustyön johdosta, ja on syytä uskoa, että se tulee lähivuosina johtamaan monen vielä nykyisin vaikean kysymyksen selvittämiseen. Tässä yhteydessä voidaan huomauttaa, että rinnan siirrosten tutkimisen kanssa viime vuosien kiinteän aineen fysiikka on opettanut meitä entistä paremmin tuntemaan muitakin hilassa esiintyviä virheitä²¹, mistä ovat osoituksena kidevahvistajien (transistorien) ja valokuvausmateriaalin valmistus- ja käyttötekniikassa tapahtunut suuri edistyminen. On ilmeistä, että jollakin tutkimusalalla saavutettu menestys koituu välillisesti muittenkin hyödyksi.

Siirrosten teoriaa ei ole toistaiseksi voitu käyttää hyväksi teknillisissä sovellutuksissa. Tämä on täysin ymmärrettävää, sillä se on toistaiseksi vasta hahmottumassa. Sen lisäksi se on toistaiseksi suhteellisen tuntematon tekniikan miehille, joista sen tulosten teknillinen soveltaminen yleensä riippuu. On kuitenkin perusteltua syytä uskoa, että siirrosten teoria tulevaisuudessa saa myös teknillisiä sovellutuksia²¹. Tämä on mahdollista »klassillisessakin» metallurgiassa, mutta varsinkin »uusien» metallien kohdalla, joille asiantuntijat ennustavat suuria käyttömahdollisuuksia huomispäivän tekniikassa. Tämän takia metalliteollisuus eri puolilla maailmaa nykyäänkin seuraa mielenkiinnolla ja myötämielisesti siirrosten tutkimista.

Kirjallisuutta

1. E. Orowan: Z. Physik. 89. (1934). s. 634.
 2. M. Polanyi: » 89. (1934). s. 660.
 3. G. I. Taylor: Proc. Roy. Soc. A 145. (1934). s. 362.
- Report of a Conference on Strength of Solids. Univ. of Bristol, 7—9 July 1947:
4. N. F. Mott — F. R. Nabarro: Dislocation Theory and Transient Creep. S. 1.
 5. L. Bragg: The Yield Point of a Metal. S. 26.
 6. A. H. Cottrell: Effect of Solute Atoms on the Behaviour of Dislocations. S. 30.
 7. F. R. N. Nabarro: Mechanical Effects of Carbon in Iron. S. 38.
 8. F. C. Frank: On Slip Bands As a Consequence of the Dynamic Behaviour of Dislocations. S. 46.
 9. R. L. Woolley: Work-Hardening in Polycrystalline Pure Metals. S. 51.
 10. Progress in Metal Physics I. (1949).
A. H. Cottrell: Theory of Dislocations. S. 77.
 11. Seitz: Physics of Metals. (1943). S. 42.
 12. B. Chalmers: Proc. Roy. Soc. A 156 (1936). S. 427.
 13. C. S. Barrett: Structure of Metals. 2nd ed. (1953). S. 393.
 14. G. Masing: Streckgrenze und Alterung bei weichem Stahl. Archiv für das Eisenhüttenw. 21. (1950). S. 315.
 15. F. C. Frank: Dislocations in Crystals. Solvay Conference, Brussels. Oct. 1951.
 16. A. R. Verma: Philosophical Magazine. 42. (1951). S. 1005.
 17. I. M. Dawson — V. Vand: Proc. Roy. Soc. A 206. (1951). S. 555.
 18. T. A. Read: Trans. AIME. 143. (1941). S. 30.
 19. C. Herring — J. K. Galt: Physical Review. 85. (1952). S. 1060.
 20. W. L. Bragg — J. F. Nye: Proc. Roy. Soc. A 190. (1947). S. 474.
 21. W. Shockley: Journal of Metals. 4. (1952). S. 829.

SUMMARY:

The most important types of dislocations are mentioned and shortly described. Movement and interaction of dislocations. The interaction between dislocations and interstitial atoms and its effect upon the movement of dislocations. The effect of temperature upon the density of the interstitial atoms. Fast and slow dislocations.

On the basis of the above theory the mechanisms of strain hardening, yield, blue-brittleness and strain aging of steel, as well as microcreep, are explained.

The generation of dislocations. Several assumptions are introduced and discussed.

Some empirical results concerning the behavior of structures with and without dislocations are described.

The actual state, future views and importance of the dislocation theory are discussed.

VUORIMIESYHDISTYS—BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n toimintakertomus vuodelta 1952.

Vuoden 1952 aikana yhdistys on kokoontunut kaksi kertaa. Varsinainen vuosikokous pidettiin maaliskuun 29. ja 30. päivinä Helsingissä ja ylimääräinen kokous kesäretkeilyn yhteydessä elokuun 24. päivänä Oulussa.

Vuosikokouksen ohjelmaan kuuluivat seuraavat esitelmät ja selostukset:

Yleisessä kokouksessa:

E s i t e l m i ä :

- »Lätt om grubedriften ved Lökken», bergsing. Arne Okkenhaug.
- »Malminetsinnästä», prof. Laitakari, tri Kahma, dipl. ins. Raja-Halli.

Geologijaoston kokouksessa:

E s i t e l m i ä :

- »Något om tolkning av magnetiska anomalier», dr. Sture Werner.
- »Några forskningsmetoder vid undersökning av karbonatbergarter», dr. Metzger.

Kaivosjaoston kokouksessa:

S e l o s t u k s i a :

- »Maanvärähtelyn mittaaminen suuria reikiä ammuttaessa», dipl.ins. Valtakari.
- »Sink and float kokeet Outokummun malmilla», dipl.ins. Lehtonen.
- »Kalliopulttaus», dipl.ins. Kupias.

Metallurgijaoston kokouksessa:

E s i t e l m ä :

- »Amalgami-metallurgiasta», dipl.ins. V. A. Kapanen.

Kesäretkeily tehtiin elokuun 24—25 päivinä Nivalaan, Vihantiin sekä Ouluun. Viime mainitussa paikassa tutustuttiin Typpi Oy:öön, minkä jälkeen tarjoutui tilaisuus matkaan Oulujoki Oy:n voimalaitostyömaille sekä Pyhäskelle.

Yhdistyksen hallitukseen ovat kuuluneet vuorineuvos Eero Mäkinen puheenjohtajana, vuorineuvos Berndt Grönbloom varapuheenjohtajana, sekä jäseninä tri Erkki Aurala, dipl.ins. Petri Bryk, tri Eino Ilmonen, dipl.ins. Ingvald Kjellman, dipl.ins. Erik Sarlin sekä dipl.ins. Michael v. Timroth.

Yhdistyksen sihteerinä on toiminut dipl.ins. Caj Holm. Tilintarkastajina ovat olleet dipl.ins. Holger Jalander ja maist. Kurt Lupander sekä varalla dipl.ins. Aulis Junttila ja dipl.ins. Aukusti Arvela.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus—Bergshanteringen on toimintavuoden aikana ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden toimittajina ovat toimineet tri Herman Stigzelius ja tri Paavo Asanti. Toimitussihteerinä on toiminut rouva Karin Stigzelius.

Uusia varsinaisia jäseniä on vuoden aikana hyväksytty 19, kuolleita 3, joten yhdistyksen jäsenmäärä vuoden lopussa oli 313.

Kuoleman kautta ovat keskuudestamme poistuneet isännöitsijä Ingram v. Julin, vuorineuvos Anders Kramer ja johtaja Emil Oesch.

Geologijaoston johtokuntaan ovat kuuluneet puheenjohtaja tri Adolf Metzger, varapuheenjohtaja maist. Kurt Lupander ja sihteerinä maist. Reino Himmi. Jäsenmäärä 66.

Kaivosjaoston johtokuntaan ovat kuuluneet puheenjohtaja prof. Kauko Järvinen, varapuheenjohtaja isännöitsijä Erkki Hakapää sekä sihteerinä dipl.ins. Pentti Pesola. Jäsenmäärä 76.

Metallurgisen jaoston johtokunnan ovat muodostaneet puheenjohtaja tri Heikki Miekko-oja, varapuheenjohtaja tri Paavo Asanti ja sihteerinä maist. Ole Nynäs.

Jaostojen ilahduttavan vilkas toiminta retkeilyjen ynnä esitelmien muodossa ilmenee tämän kertomuksen liitteistä.

Caj Holm
Sihteerinä

VUORIMIESYHDISTYS—BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n jaostojen toimintakertomukset vuodelta 1952.

Kaivosjaosto

Vuorimiesyhdistyksen kevätkokouksen yhteydessä pidettiin kaivosjaoston kokous, jossa valittiin jaostonvarapuheenjohtajaksi isännöitsijä E. Hakapää ja sihteeriksi edelleen dipl.ins. P. Pesola. Edelleen päätettiin tehdä syysretkeily Outokumpu Oy:n Outokummun kaivokselle ja samalla Suomen Mineraali Oy:n Paakkilan kaivokselle. Outokumpu Oy:n toivomuksesta muuttui ohjelma kuitenkin siten, että retkeily suoritettiin Outokummun alempaan mainittuihin laitoksiin.

Kevätkokouksen yhteydessä pidettiin vielä seuraavat esitelmät:

- dipl.ins. P. Kupias: Kalliopulttaus,
- dipl.ins. U. Valtakari: Ammuntojen aiheuttama maantärähtely ja sen mittaaminen,
- dipl.ins. E. Lehtonen: Sink and float — rikastuskokeet Outokummun malmilla.

Tavanomainen syysretkeily ja syyskokous suunnattiin Outokumpu Oy:n Aijalan, Metsämöntun ja Orijärven kaivoksille 15—16. 11. 1952.

Aijalassa selosti kaivoksia isännöitsijä E. Turunen ja hänen sekä dipl.ins. T. Lukkarisen ja dipl.ins. O. Alarodun opastuksella tutustuttiin paikallisiin laitoksiin. Kokouksen ohjelmassa oli lisäksi seuraavat esitykset:

- dipl.ins. T. Heikkinen: Havaintoja Ruotsin rikastamoista,
- dipl.ins. R. Myyryläinen: Turvallisuustyö Outokummun kaivoksessa,
- dipl.ins. R. Kurppa: Viimeaikaisia kokemuksia kovametalliporauksen kehityksestä,
- dipl.ins. B. Ahlfors: Redler-kuljettimet.

Aijalan kaivoksen esittelystä, samoinkuin mielenkiintoisista esitelmistä oli käytettävissä kirjalliset monistheet tai jaettiin ne osanottajille jälkepäin. Sitäpaitsi päätettiin, että syysretkeilyn järjestävä kaivos aina arkistoi jonkun määrän kokouksen kirjallista aineistoa, jotta näitä tarvittaessa on sieltä saatavissa.

Paluumatkalla Helsinkiin vierailtiin vielä Orijärven kaivoksella.

Jo vakiintunutta tapaa noudattaen oltiin retken aikana järjestävän kaivoksen vieraina ja kaivosjaosto haluaa lausua täten tämänkertaiselle isäntäyhtiölle, Outokumpu Oy:lle ja sen toimitusjohtajalle, vuorineuvos Mäkiselle parhaat kiitoksensa. Samoin haluaa jaosto kiittää omistuneesta järjestelystä isännöitsijä Turusta sekä dipl.ins. Lukkarista ja dipl.ins. Alarotua ja vielä Orijärven vierailun järjestäjää, isännöitsijä Laatiota.

Jaoston jäsenmäärä oli vuoden lopussa 76 eli lisäys vuoden kuluessa 21 jäsentä. Syysretkeilyyn osallistui 56 jäsentä.

Pentti Pesola
Sihteerinä

Geologijaosto

Geologijaosto oli vuoden 1952 aikana pitänyt kaksi kokousta:

Vuorimiesyhdistyksen kevätkokouksen yhteydessä maa-

lisk. 30 p:nä pidettiin geologijaoston kokous Helsingissä Teknillisellä Korkeakoululla. Kokoukseen osallistui 27 yhdistyksen jäsentä. Kokouksessa esitelmöivät tri Sture Werner Ruotsista sekä prof. Adolf Metzger.

Geologijaoston syyskokous pidettiin marrask. 21 p:nä Tampereella Hotelli Tammerissa, Tampereen Teknillisen Seuran huoneustossa. Kokoukseen osallistui 22 yhdistyksen jäsentä. Kokouksessa esitelmöi tri Ahti Simonen. Prof. Adolf Metzgerin alustuksen johdosta päätti geologijaosto ryhtyä julkaisemaan ammattikysymyksiä käsittelevää kirjoitussarjaa, jonka toiminnan järjestelyä varten valittiin toimikunta. Tampereen Teknillisen Seuran jäsenet oli kutsuttu esitelmää kuulemaan.

Samana iltana oli geologijaosto vieraana Tampereen Teknillisen Seuran kokouksessa, jossa prof. Adolf Metzger esitelmöi. Samassa yhteydessä, marrask. 22 p:nä geologijaosto retkeili Oy Vuoksenniska Ab:n Haverin kaivoksella sekä Outokumpu Oy:n Ylöjärven kaivoksella.

Geologijaoston johtokunnan ovat muodostaneet puheenjohtaja prof. Adolf Metzger, varapuheenjohtaja maist. Kurt Lupander ja sihteeri maist. Reino Himmi.

Johtokunta on 22. 3. 1953 pidettävään geologijaoston vuosikokoukseen pyytännyt esitelmöitsijäksi prof. Martti Sakselan ja dipl.ins. Heikki Raja-Hallin.

Reino Himmi
Sihteeri

Uutta jäsenistä

Nytt om medlemmarna

Dipl.ins. *Bruce Ahlfors* har utsetts till teknisk ledare för Karl Forsström Ab. Adress: Förby.

Dipl.ins. *Alexander Aue* har flyttat till Bolidens Gruvaktiebolags blyhytta. Adress: Myrångsvägen 24 A, Skelleftehamn, Sverige.

Dipl.ins. *Carl Erik Carlsson* är numera teknisk ledare för Oy Fiskars Ab, Åminnefors bruk. Adress: Skuru.

Professori *Pentti Eskola* on siirtynyt eläkkeelle.

Dir. *Sigvar Forsström* har utsetts till verkst. direktör för Karl Forsström Ab. Adress: Förby.

Dipl.ins. *Margareta Hichley* (f.d. Hyden) har doktorerat vid Sheffield's universitet och är anställd vid ICI:s metallforskningslaboratorium. Adress: ICI:s metallforskningslaboratorium, Birmingham, England.

Fil. maist. *Simo Kaitaro* on väitellyt fil. tohtoriksi.

Teekkari *Jussi Huhta* toimii Outokumpu Oy:n Makolan kaivoksella. Osoite: Outokumpu Oy, Oksava.

Dipl.ins. *Gunnar Laatio* on nimetty Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksen isännöitsijäksi. Osoite: Alpuu.

Dipl. ins. *Pekka Lehto* on nykyään Oy Rastor Ab:n palveluksessa. Osoite: Keralinna D 32, Kerava.

Fil.tri. *Vladi Marmo* on lähtenyt Englannin siirtomaaministeriön kutsumana kolmeksi vuodeksi Sierra Leoneen suorittamaan geologista kartoitusta. Osoite: Geological Survey Dept., New England, Free Town, Sierra Leone, West Africa.

Fil. mag. *Kurt Lupanders* adress är numera Grundvägen 24 A 18, Munksnäs.

Dipl.ins. *Olavi Mattilan* osoite on nykyään Finnish Legation, 3 Nan Ho Yen, Peking, China.

Dipl.ins. *Martti Merenmiehen* osoite on nyttemmin Otanmäki Oy, Kajaani.

Dipl.ins. *Holger Nymans* adress är numera Bredviksvägen 16 A, Munksnäs.

Dipl.ins *Antti Palomäen* toimipaikka on Oulujoki Oy. Tekn.tri. *Pekka Rautala* on palannut kotimaahan Yhdysvalloista.

Dipl. ing. *Gunnar Smeds* är numera verkst. dir. för Oy Rudus Ab.

Ing. *Börje Wallen* har flyttat till Wärtsilä-koncernen Ab, Jakobstads Mekaniska Verkstad och verkar där som teknisk ledare. Adress: Jakobstad.

Dipl.ins. *Osmo Vartiainen* osoite on nykyään Runeberginkatu 53 B 51, Helsinki.

Fil. maist. *Oke Vaasjoki* on väitellyt fil. tohtoriksi.

Uusia jäseniä — Nya medlemmar

Vuorimiesyhdistys r.y:n vuosikokouksessa maaliskuun 21 p:nä 1953 hyväksyttiin seuraavat henkilöt yhdistyksen varsinaisiksi jäseniksi:

Alenius Per., dipl.ins., född 5.5.1907, verkst.dir. för Ingenjörbyra P. Alenius. Adress: Rödbergsgatan 5, Helsingfors.

Degerman, Kurt, ryttmästare, född 4.7.1898, verkst.dir. för Haapakoski Bruks Ab och Sandudds Fabriks Ab. Adress: Ö. Brunnsparken 20 B, Helsingfors.

Grönqvist, Per-Olof, dipl.ins., född 5.3.1924. Anställd vid Outokumpu Oy:s kopparverk i Björneborg. Adress: Yhdystie 4, Björneborg.

Hirvensalo, Erkki, dipl.ins., syntynyt 29.8.1928. Otanmäki Oy:n palveluksessa. Osoite: Otanmäki Oy, Kajaani.

Hämäläinen, Viljo, fil.maist., syntynyt 21.12.1910. Suomen Malmi Oy:n palveluksessa. Osoite: Pääskyläurinne 4 A 32, Helsinki.

Isokangas, Pauli, fil.kand., syntynyt 6.6.1925. Outokumpu Oy:n palveluksessa Vihannin kaivoksella. Osoite: Alpuu.

Lindfors, Lars, dipl. ing., född 11.8.1907. Anställd vid Oy Vuoksenniska Ab:s järnverk i Imatra. Adress: Imatra.

Lohiskoski, Timo, dipl.ins., syntynyt 10.9.1922, Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin metallitehtaalla. Osoite: Outokumpu Oy, Pori.

Mikkonen, Antti, fil.maist., syntynyt 14.8.1924. Suomen Malmi Oy:n palveluksessa. Osoite: Pihlajatie 37, Helsinki.

Mäkilä, Eino, dipl.ins., syntynyt 17.11.1915, Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Turun rautatehtaalla. Osoite: Oy Vuoksenniska Ab, Turku.

Punnonen, Kalevi, dipl.ins., syntynyt 26.8.1914, Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Imatra.

Rautiainen, Mauno, dipl.ins., syntynyt 29.5.1924. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Imatra.

Roos, Marjatta, dipl.ins., född 10.3.1927. Anställd vid Outokumpu Oy:s kopparverk i Björneborg. Adress: Länsipuisto 16, Björneborg.

Roos, Ulf, dipl.ins., född 24.6.1927. Anställd vid Outokumpu Oy:s kopparverk i Björneborg. Adress: Länsipuisto 16, Björneborg.

Saari, Matti, dipl.ins., syntynyt 13.4.1927. Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun kaivoksella. Osoite: Teh-taankatu 10, Outokumpu.

Suoninen, Eero, dipl.ins., syntynyt 14.5.1929. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Imatra.

Tyynelä, Toivo, dipl.ins., syntynyt 24.5.1921. Tutkimus-asistentti Teknillisen Korkeakoulun metallurgisella osastolla. Osoite: Otaniemi S 32, Helsinki.

Nuoriksi jäseniksi hyväksyttiin:

Koivikko, Lauri, syntynyt 24.10.1928. Osoite: Lönnro-tinkatu 21 A 3, Helsinki.

Lehtonen, Yrjö, syntynyt 4.5.1930. Osoite: Elinmäen-kuu 5 A 2, Helsinki.

Miettinen, Jorma, syntynyt 31.8.1932. Osoite: Otaniemi C 46, Helsinki.

Saarikoski, Jaakko, syntynyt 1.6.1932. Osoite: Lönnrotinkatu 27 B 32, Helsinki.

Similä, Pentti, syntynyt 16.11.1926. Osoite: Urheilukatu 14 A 3, Helsinki.

Varonen, Matti, syntynyt 19.3.1931. Osoite: Albertinkatu 17 C 31, Helsinki.

Vuosikokous 21. 3. 1953.

Yhdistyksen vuosikokous pidettiin maaliskuun 21 p:nä 1953 Helsingissä Teknillisen Korkeakoulun juhlasalissa. Kokouksen puheenjohtajana toimi prof. Matti Tikkanen. Kokouksen päätöksistä mainittakoon seuraavat:

Jäsenmaksu vahvistettiin 750 markaksi.

Yhdistyksen hallitukseen valittiin vuorineuvos Eero Mäkinen puheenjohtajaksi, vuorineuvos Berndt Grönblom varapuheenjohtajaksi sekä erovuorossa olleiden dipl.ins. Ingvald Kjellmanin ja dipl.ins. Erik Sarlinin sijalle yli-ins. Ilmari Harki ja dipl.ins. Gunnar Smeds.

Yhdistyksen rahastonhoitajan, prof. Kauko Järvisen pyydettyä eron, valittiin uudeksi rahastonhoitajaksi, dipl. ins. Kalervo Nieminen.

Vuoriteollisuus osasto teknillisessä korkeakoulussa

Diploomi-insinööritutkinnon kaivostekniikan opintosuunnalla on suorittanut Eero Ensio Erkkilä.

Diploomi-insinööritutkinnon metallurgian opintosuunnalla ovat suorittaneet Caj-Erik Gustafsson, Teuvo Arnold Nygren sekä Kosti Olavi Peura.

Vuorimiesyhdistyksen geologi- jaostolle

Vaikka meille antamanne haaste jalkapallo-ottelusta välillämme ensi kesäkokouksen yhteydessä Outokummussa osoittaakin Teissä piilevän ylenmäärin voimakkaan itse-tunnon, toivomme kuitenkin, että varustaudutte kaikkiin ammattissanne käytettävissä olevin etsintälaittein ottelua varten, saadaksenne edes kerran nahkakuulan muualta haltuunne kuin maaliryästänne.

Ottaen haasteenne vastaan merkitsemme sydämellisin terveisin

Metallurgijaoston johtokunta.

Ilmoittajat — Annonserer

ASEA

EKONO

GRÖNBERG & KUMPP.

GRÖNBLOM

IMATRAN VOIMA

KARHULAN TEHTAAT

KNORRING

L. A. LEVANTO

LILIUS & Co.

LOKOMO

MERCANTILE

MTH-KONEET

OUTOKUMPU

OTIA

RUDUS

RÄJÄHDYSAINEKONTTORI

STRÖMBERG

SUOMEN GUMMITEHDAS

SUOMEN KAAPELITEHDAS

SUOMEN MINERAALI

SÄHKÖLIIKKEIDEN OY

TALLBERG

TILGMANN

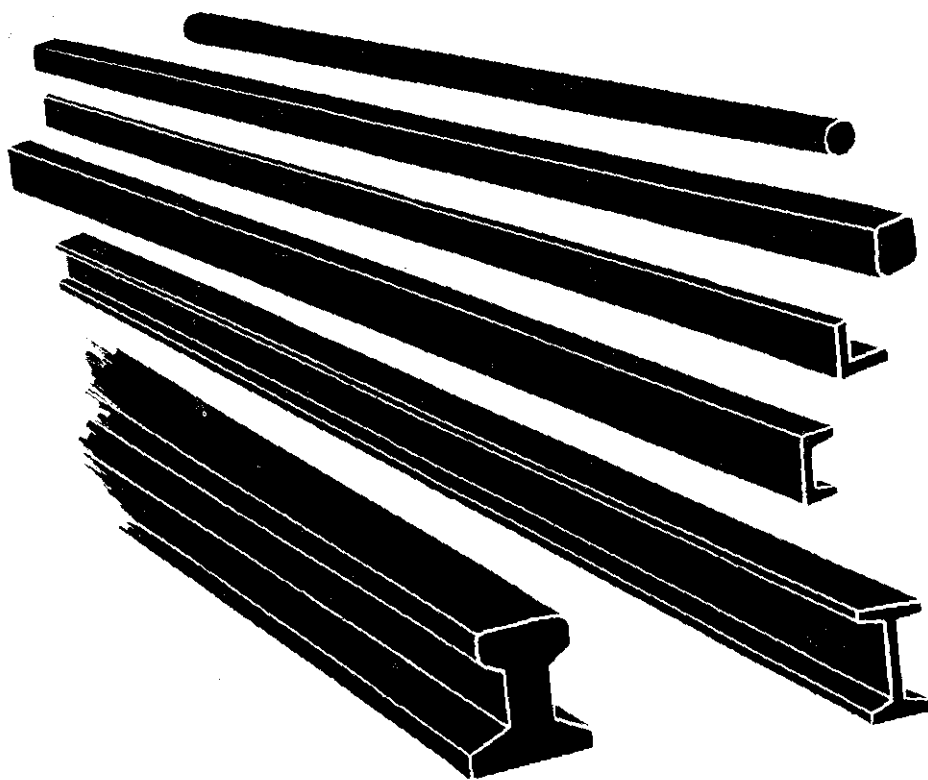
VALMET

VUOKSENNISKA

Erilaisia
KAAPELEITA

**SUOMEN
KAAPELITEHDAS OY**

Helsinki · Porsimiehenk. 29-31 · Puh. 61 991 (vaihde)



- Kauppateräksiä
- Erikoisteräksiä
- Kylmänävedettyä, hiottua ja sorvattua pyöröterästä
- Harkkorautaa
- Hitsattuja putkia, vuorivannua y. m.
-
- Handelsstål
- Specialstål
- Kalldraget, slipat och svarvat rundstål
- Tackjärn
- Svetsade rör, vulkanvadd m. m.

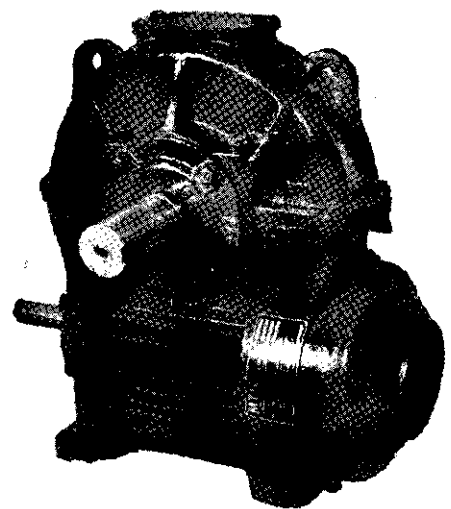
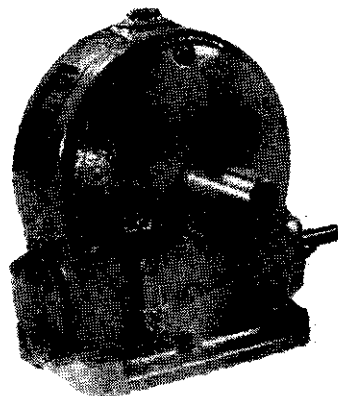
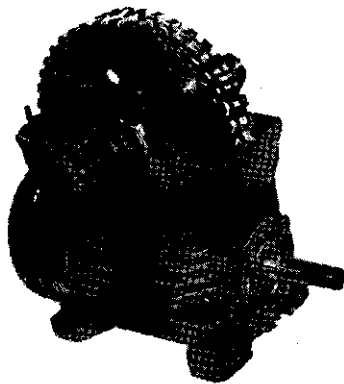
Helsinki — Helsingfors
 Etäläranta 10 Södra kajen
 Puh. 61266 Tel.

OY VUOKSENNISKA AB

Kierukkavaihteita

Malli Ra

Tehot 0,5—20 hv
 Väliytssuhteet 9,3—60:1



MTH-Koneet Oy

Kalevankatu 13 - Helsinki - Vaihde 11951

**Rakentaa
urakalla ja laskuun.**

S

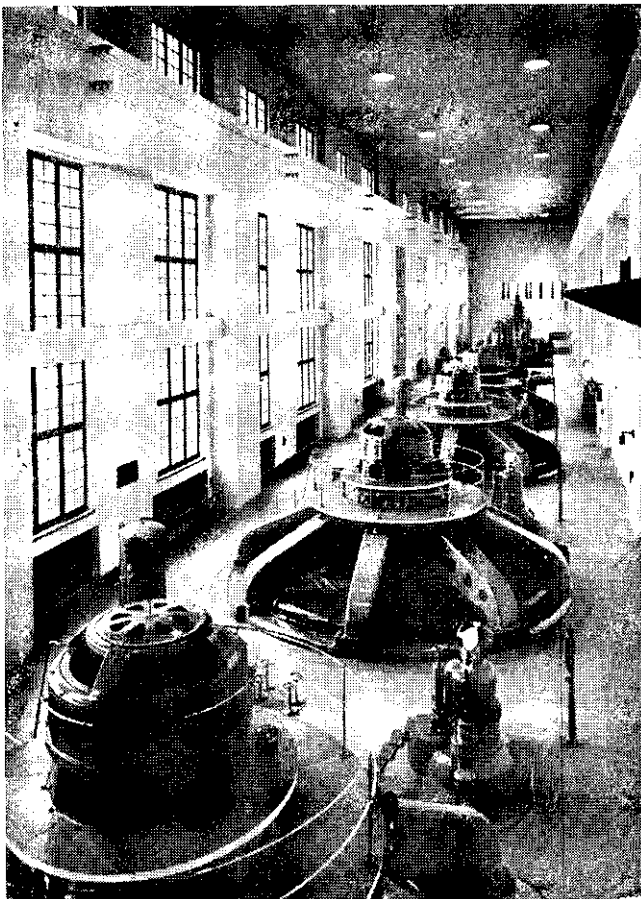
**Bygger på entre-
prenad och räkning.**



OY OTIA Ab

Helsinki, Kluuvikatu 3 Puh. 61751

Helsingfors, Glogatan 3 Tel. 61751



IMATRAN VOIMA OSAKEYHTIÖ

Näkymä Imatran voima-
aseman konehallista

Myy teollisuudelle
KVARTSIA, GRANAATTIA, GRAFIITTIA, VUOLU-
KIVEÄ
sekä jauhattuna että lajiteltuna kaikkiin tarkoituksiin

Jauhaa ja lajittelee
muita MINERAALIA laskuun

Valmistaa
SVEA KUPOOLIUUNI MASSAA, SILISIITTI TULEN-
KESTÄVÄÄ SEMENTTIÄ
myy Oy Silika Ab.

Myy SUODATINHIEKKAA, PUHALLUSHIEKKAA,
GRANULIITTIA, LIUSKETTA
mustaa ja vaaleata käytävä- ja pihapäälysteeksi sekä
seinä- ja jalustakoristeeksi

Myy rakennustarvikkeita
HIEKKAA, SOMERTA, SEPELIÄ, PUNAISTA
TIILIMURSKAA ym.

Suorittaa
PURKAUS-, MAANKAIVU- ja RUOPPAUSTÖITÄ
sekä RAKENTAA UIMARANTOJA ym.

Säljer för industrin
KVARTS, GRANATER, GRAFIT, TÄLJSTEN
malade och sorterade för alla ändamål

Malar och sorterar
MINERALER å räkning

Tillverkar
SVEA KUPOLUGNSMASSA, SILICIT ELDFAST
CEMENT
säljes genom Oy Silika Ab

Säljer FILTERSAND, BLÄSTERSAND, GRANULIT,
SKIFFERPLATTOR
svarta och ljusa för trädgårdsgångar och terrasser
samt som vägg- och sockelbeklädnad

Säljer byggnadsvaror
SAND, SINGEL, MAKADAM, KROSSAT TEGEL
m.m.

Utför
RIVNINGS-, SCHAKTNINGS- och MUDDRINGS-
ARBETEN, SANDPLAGER m.m.

OY. RUDUS AB.

HELSINKI — HELSINGFORS
PITKÄNSILLANRANTA 1 — LÅNGBROKAJEN
PUHELIN vaihde 70 107 TELEFON växel



Kätevä radio- puhelin kaivoksia varten

MONTAVOX on maanalaista käyttöä varten
helppokäyttöinen radiopuhelin, jossa radioaalto-
jen kuljettajina voidaan käyttää kaivoksessa ole-
via putkia, johtoja, kiskoja, teräsköysiä, kaape-
leita yms., joihin taipuisa kehäantenni kiinnite-
tään yksinkertaisella tavalla.

MONTAVOX on varmuusmääräysten mukaisessa,
tiivisti suojatussa lujatekoisessa valurautakote-
lossa, jossa on kutsulamppu, puhe-kuuntelutorvi,
taipuisa kehäantenni, lähetin ja vastaanotin sekä
erikoisrakenteiset paristot. Laite painaa käynti-
kunnossa n. 8 kg.

MONTAVOX on helppokäyttöinen: vain nopea kytkentä ja laite
on käyttökunnossa. Puhe ja kuuntelu säädetään puhe-kuuntelu-
torven varressa olevalla painonapilla. Huolimatta pienestä koostaan
ja painostaan laite voi toimia keskeytyksestä yli 8 tuntia. Patterin
vaihdon jälkeen laite on heti toimintakunnossa. Käytetyt patterit
ladataan uudelleen erikoisella varauslaitteella.

Valmistajat:

FUNKE & HUSTER **TELEFUNKEN**
ELEKTRIZITÄTSGESELLSCHAFT M. B. H. **GESELLSCHAFT FÜR DRAHTLOSE**
TELEGRAPHIE M. B. H.

Länsi-Saksa

Pääedustaja Suomessa:

SÄHKÖLIIKKEIDEN OY

Helsinki, Pormestarinrinne 8, puh. 11 501.

TÄMÄ TALO

katto:

PALONKESTO- kattolevyjä

400 × 400 × 5 mm voidaan kiinnittää suoraan pärekaton päälle.

Paino 14 kg per. m².

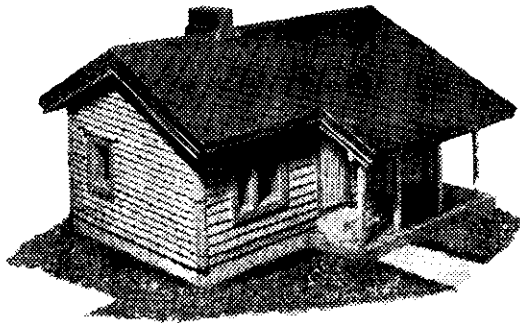
**Toimitusaika
1 kk.**

VÄRIT: harmaa, punainen,
ruskea, musta, vihreä.

Levyjä välittävät kaikki rauta-alan kaupat.

Yksinvalmistaja Suomessa:

Suomen Mineraali Oy



seinät:

KESTO- ulkovuorauslevyjä

400 × 200 × 5 mm puuseinät. vuorattuina näillä levyillä, eivät kaipa maalausta eikä rappausta.

**Toimitusaika
1 kk.**

VÄRIT: harmaa, valkoinen,
beige, punainen.

EI PALA!

Helsinki, Bulevardi 28. Puh. sarja 11791

Låt

EKONO

opartiskt

EKONO

FÖRENINGEN FÖR KRAFT- OCH BRÄNSLE-
EKONOMI

Helsingfors · Södra Esplanadgatan 14
Tel. 10011 (växel)

Utreda edra

kraft och värmeproblem

Projektera edra

fabrikers kraft- och
elanläggningar

sågars och snickeriers
ångtorkar

byggnaders värme, vatten,
avlopp och ventilation

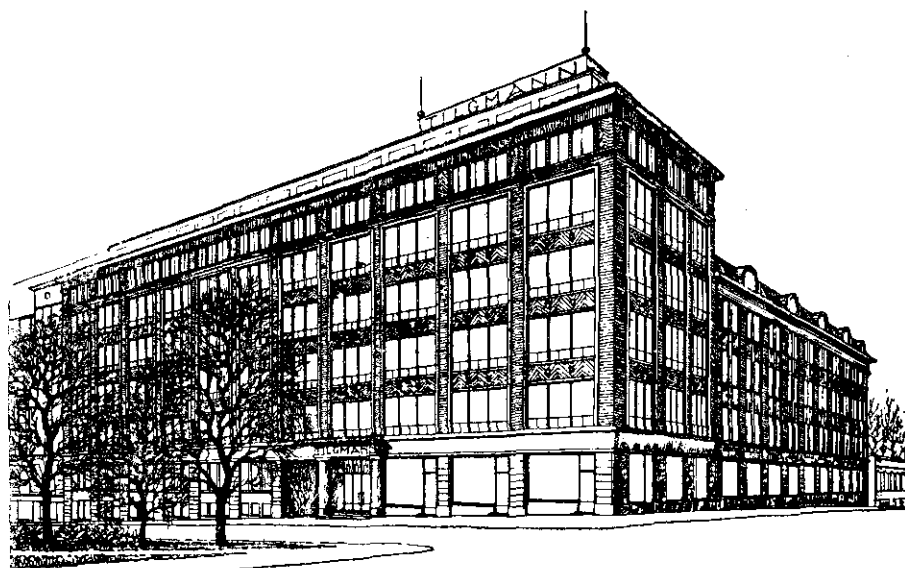
transportanläggningar

Uppgöra

arbetsbeskrivningar, leverans-
program, leveranskontrakt

Utföra

arbetsövervakning
mottagnings- och andra prov-
undersökningar



OY TILGMANN AB

maamme monipuolisin suurpainamo

Nykyaikaiset koneet ja työmenetelmät sekä taitavat, kokeneet ammattimiehet ovat takeena valmistamiemme painotuotteiden korkeasta laadusta.

- **Kivi- ja offsetpaino**
- **Kirja- ja teräspaino**
- **Kirjansitomo**
- **Kotelo- ja pussitehdas**
- **Kuvalaattalaitos**

OY TILGMANN AB

landets mångsidigaste stortryckeri

med sin moderna maskinella utrustning och sina skickliga, erfarna fackmän har ett stadgat anseende såsom leverantör av kvalitetstrycksaker.

- **Sten- och offsettryckeri**
- **Bok- och ståltryckeri**
- **Bokbinderi**
- **Ask- och påsfabrik**
- **Klichéanstalt**

(Tämä julkaisu on ensimmäisestä numerosta lähtien vuonna 1943 painettu Tilgmannin kirjapainossa)

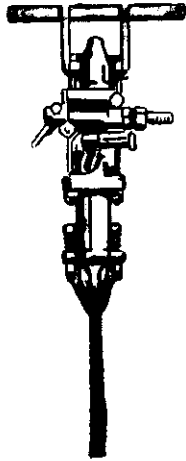
(Denna publikation har alltsedan första numret år 1943 tryckts hos Oy Tilgmann Ab)

ATLAS DIESEL

Kallioporakoneita

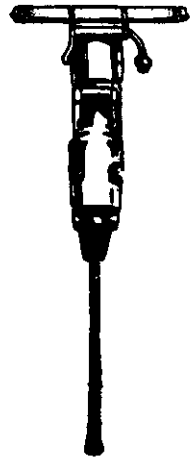
MALLI RH-571

Kevyt pengerialouhintakone, tunkeutuminen 34 m/m:n kovametalliterällä n. 250 m/m/min. graniitissa.



MALLI RH-658

Raskaampi pengerialouhintakone, tunkeutuminen 34 m/m:n kovametalliterällä n. 380 m/m/min. graniitissa.

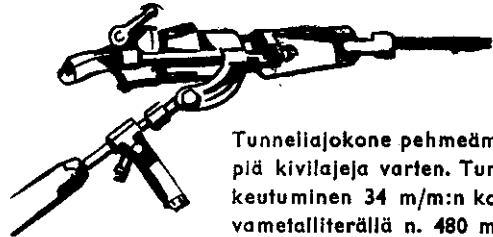


MALLI RH-656W

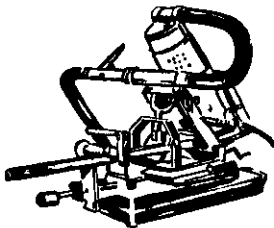


Tunnellajokone, tunkeutuminen 34 m/m:n kovametalliterällä n. 380 m/m/min. graniitissa.

MALLI RH-754



Tunnellajokone pehmeämpiä kivilajeja varten. Tunkeutuminen 34 m/m:n kovametalliterällä n. 480 m/m/min. graniitissa.



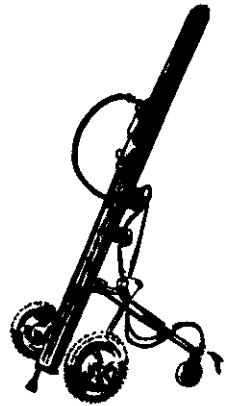
MALLI LSB-62

Kovametalliporien hiomakone, puoliautomaattinen säätö.



KOVAMETALLIPORAT

Sandvik Coromant. Kaikkia kokoja, myös lattateräsporia.



MALLI BVB-12

Vaunuporakone suurempia louhintatöitä varten. Tunkeutuminen 34 m/m:n kovametalliterällä n. 700 m/m/min.

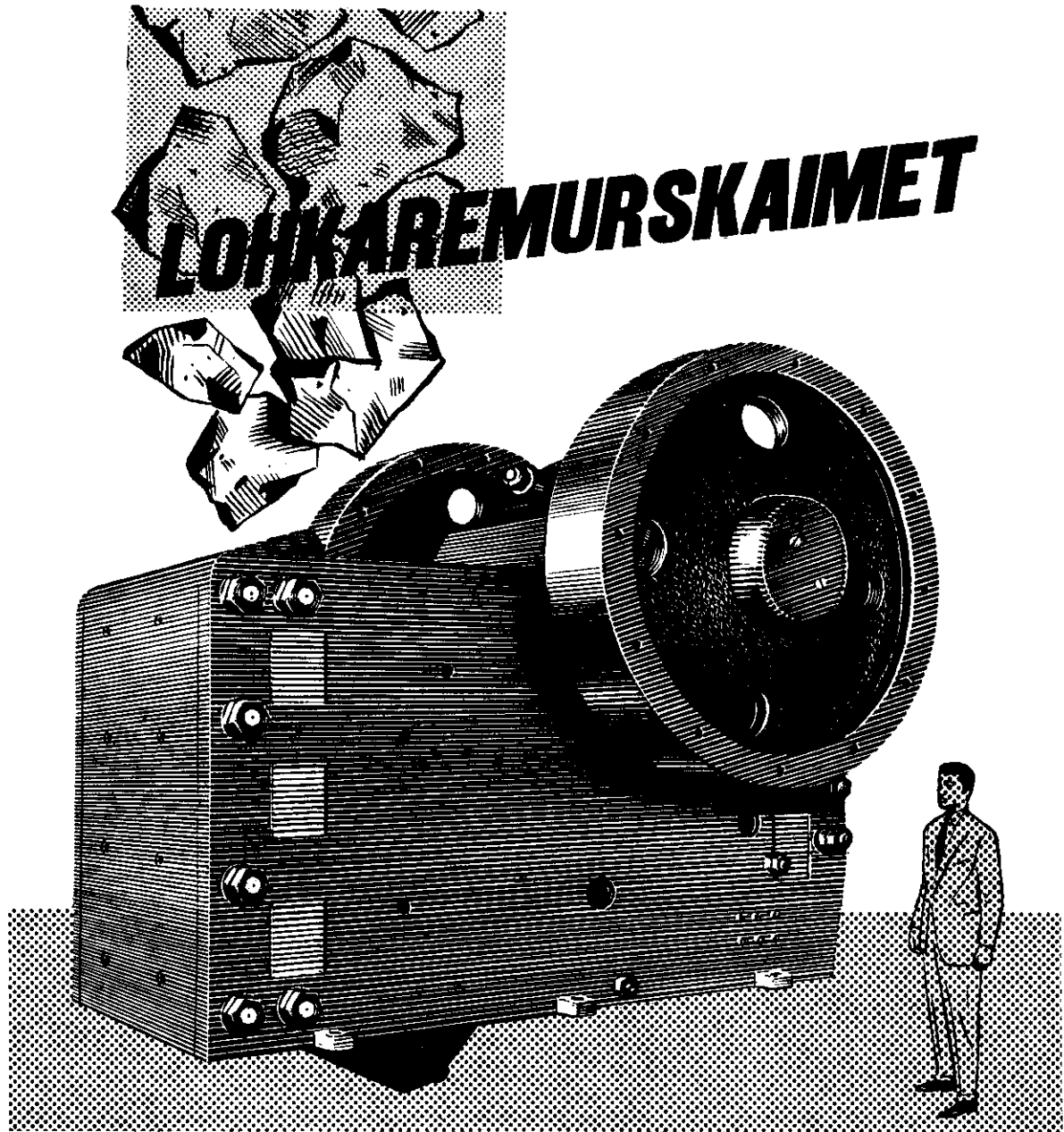
Näillä nykyaikaisilla kalliooporakoneilla, polvisyötöillä ja kovametalliporilla saadaan huomattavasti suurempi teho kuin aikaisemmillä raskailla varusteilla.

JULIUS TALLBERG



Atlas Diesel-osasto

Helsinki, Aleksanterink. 21, vaihde 10 921



Lohkaremurskain, joka yleensä on tarkoitettu asennettavaksi maan alle, on rakennettu sitä silmällä pitäen, että osat on kuljetettava alas kuilujen läpi. Valmistamme kolmea eri kokoa, joista molemmat suuremmat on varustettu teräslevystä valmistetuilla rungon sivukappaleilla, kun taas pienemmässä nämä ovat teräsvalua. Päädyt sekä leuka ovat kaikissa malleissa teräsvalua; epäkeskoakseli, joka laakeroidaan SKF-rullalaakereihin, koneteräksestä.

Suuruus	AR 120	AR 150	AR 180
Kidan suu mm	1200 x 900	1500 x 1200	1800 x 1400
Poistoaukko mm	300	300	400
Paino noin kg	36000	90000	140000
Tarvittava moottori hv	75	120	150



Yhteistyössä Morgårdshammars Mek. Verkstads
A.B:n kanssa