

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

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

Sisältö — Innehåll:

Nils Gripenberg:

Syrgasanvändning vid ståltillverkning.

*Gunnar Laatio, Aimo Mikkola, Lars Wetzell,
Esko Pihko, Pentti Mattila:*

Outokumpu Oy:n Vihannin kaivos.

Herman Stigzelius:

Suomen uraanimalmin tarpeesta.

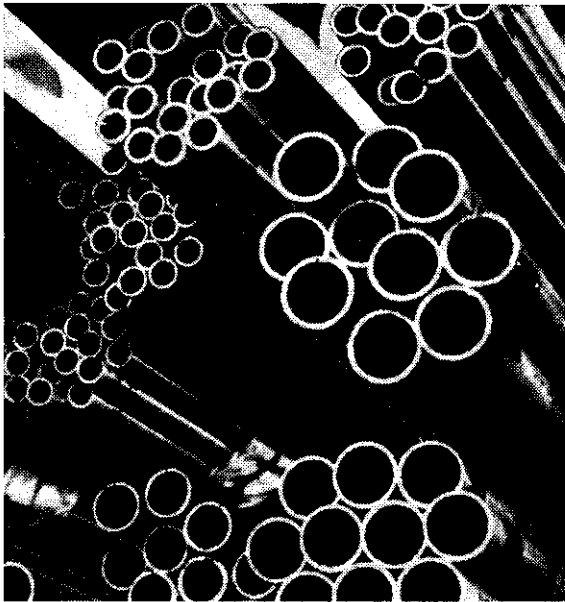
Paavo Maijala:

Kallion liikuntojen havaitseminen seismitronilla.

Halvdan Eklund:

Mittanauhan painumiskorjauksen määrääminen vinomittauksessa.

Kaivostyönjohtajien koulutus.



»RUOSTUU KAIVOKSESSA KISKOT . . .»

eikä ainoastaan kaivoksessa,

vaan kaikkialla

rauta on herkkä ruostumaan.



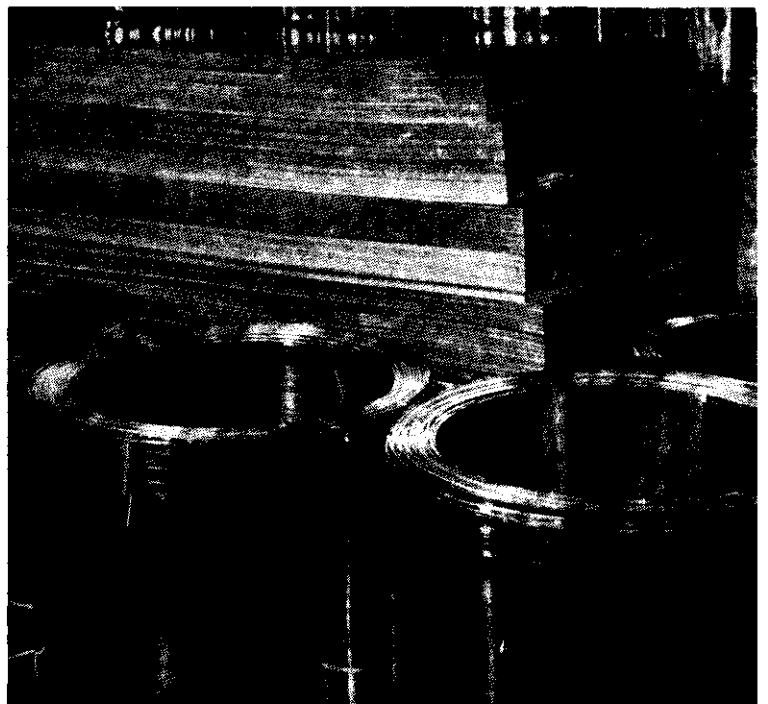
...kupari kestää

Kupari ei ruostu ja sillä on myös erinomainen syöpymiskestävyys.

- Katoissa
- Vesi- ja lämpöjohtoputkistoissa
- Erilaisissa teollisuusputkistoissa

— kaikkialla, missä kuparia voidaan käyttää, tulee se ajanmittaan rautarakenteita edullisemmaksi.

Kupariputkia ja -levyä saatte nyt myös kiepillä ja rullalla.

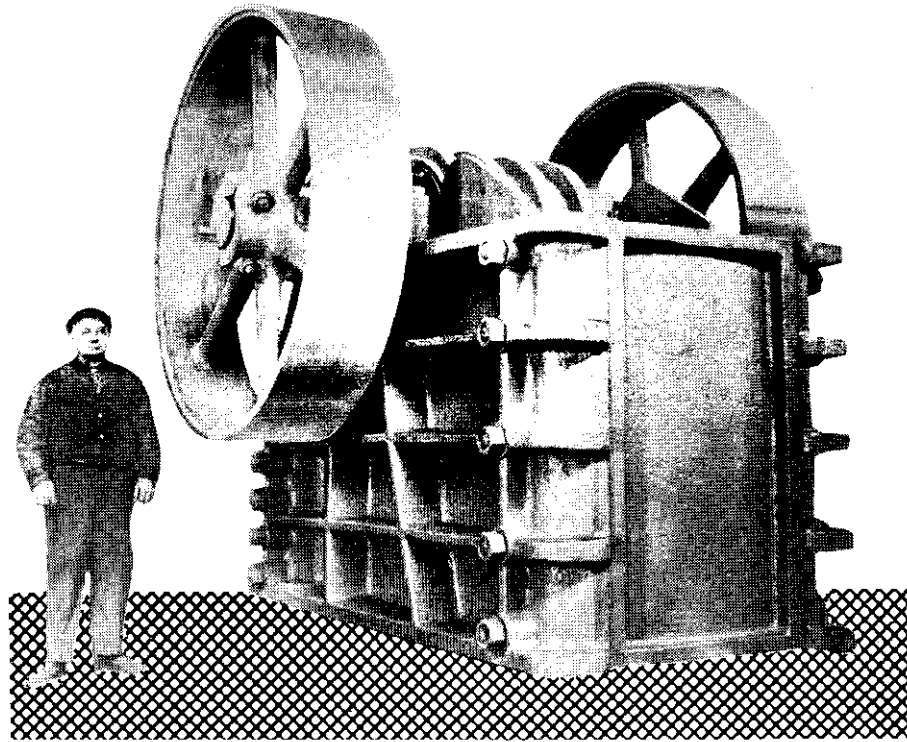


Välttää korjaus- ja uusimiskustannuksia

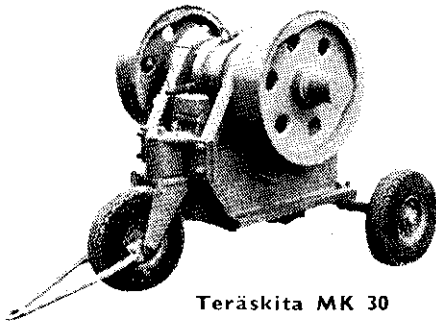
— *käyttää kuparia.*

Outokumpu Oy

Helsinki, Malminkatu 16, puh. 10 510.



KESTÄVYYTTÄ JA VOIMAA



Teräskita MK 30

sekä käyttövarmuutta edustavat LOKOMO-murskaimet, täryseulat ja lajittelulaitteet.

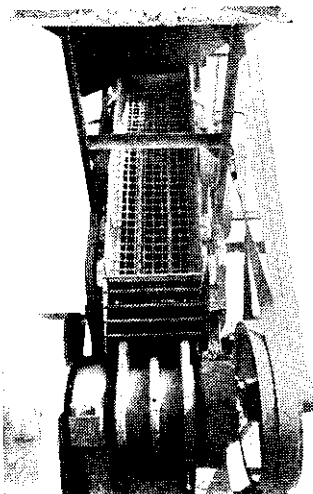
Olemme jo yli kolmekymmentä vuotta valmistaneet eri tyyppisiä murskaimia kehittäen ja parantaen jatkuvasti niiden rakennetta.

TERÄSKITA MK 30, kita-aukko 300x200 mm

MK 50 500x200/280 mm

MK 63 630x400 mm

MK 85 850x560 mm



Valmistamme myös kulumista kestävää ja muuta erikoisteräsvalua, kuten kaivukoneiden osia, malmiraappoja, kauhoja, kauhan kynsiä ja murskaimen leukoja.

Pyytäkää lisätietoja!

Lokomo Oy
KONEPAJA • TERÄSTEHDAS • TAMPERE

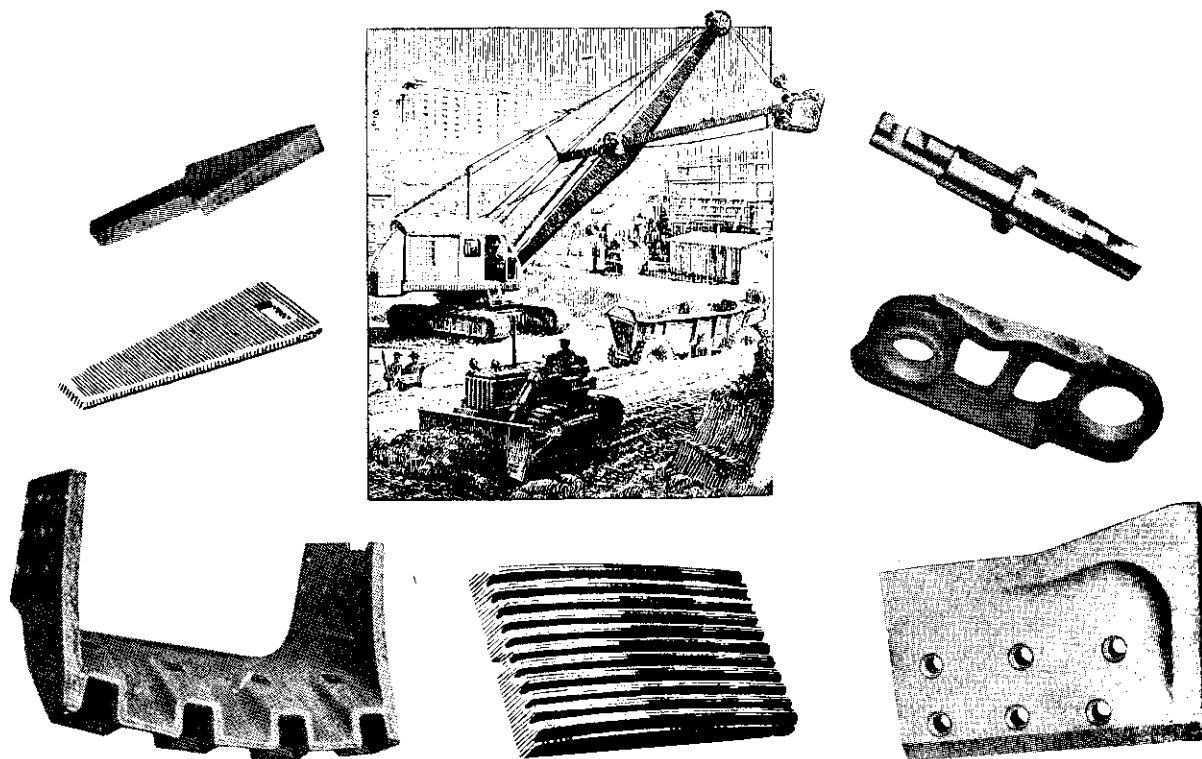
BOFORS

VARAOSIA

KAIVINKONEILLE, TRAKTOREILLE JA MURSKAAJILLE

RESERVDELAR

FÖR GRÄVMASKINER, TRAKTORER OCH KROSSAR



Myös kanki- ja telaharjaterästä suoraan varastosta.

Stång- och kamprofilstål även direkt från lager.



OY SUOMEN BOFORS AB

HKI - LÖNNROTINK. 32 - HFORS - LÖNNROTSG. 32

KULJETUS- JA ELEVAATTORIIHNOJA



Teollisuuden
tavallisiin kuljetuksiin



Keveämmän tavaran
kuljetukseen



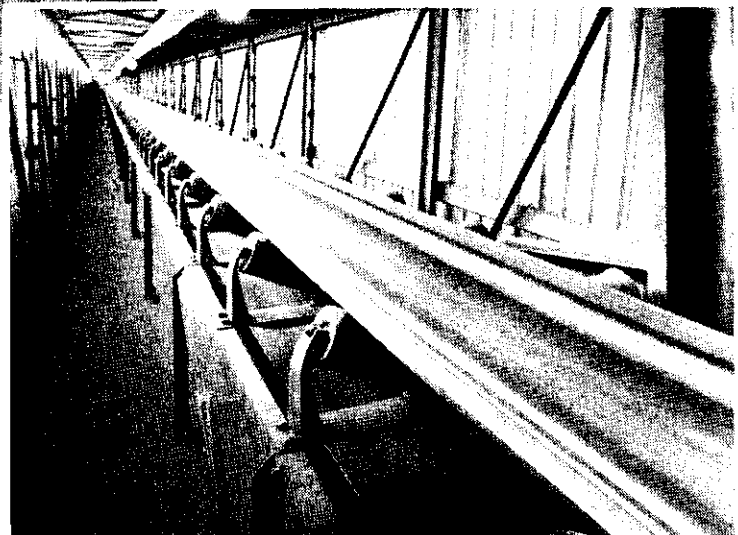
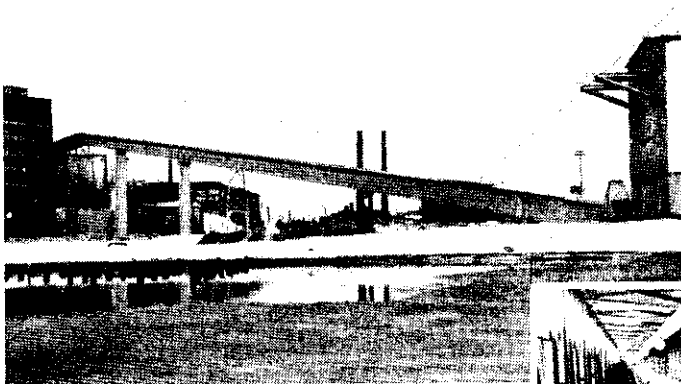
Kuljetushihna, joka myös on
erikoisen sopiva
elevaattorihihnaksi

Toimitamme myös

erikoisvalmisteisia kuljetushihnoja

kuten:

- kumipäällysteisiä puskurikudoksiin (Breaker Strips), kivi-, malmi- ja propsikuljetuksiin
- lämmön ja öljynkestäviä
- kohokepintaisia suuriin nostokulmiin



TRANSPORT- OCH ELEVATOR- REMMAR

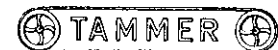
Vi levererar också

specialtillverkade remmar

såsom:

- gummitäckplattan förstärkt med buffertväv (Breaker Strips), för sten-, malms- och propsransporter
- värme- och oljebeständiga
- med refflad yta för större lyfthöjder

För industrins
vanliga transporter



För lättare transportgods

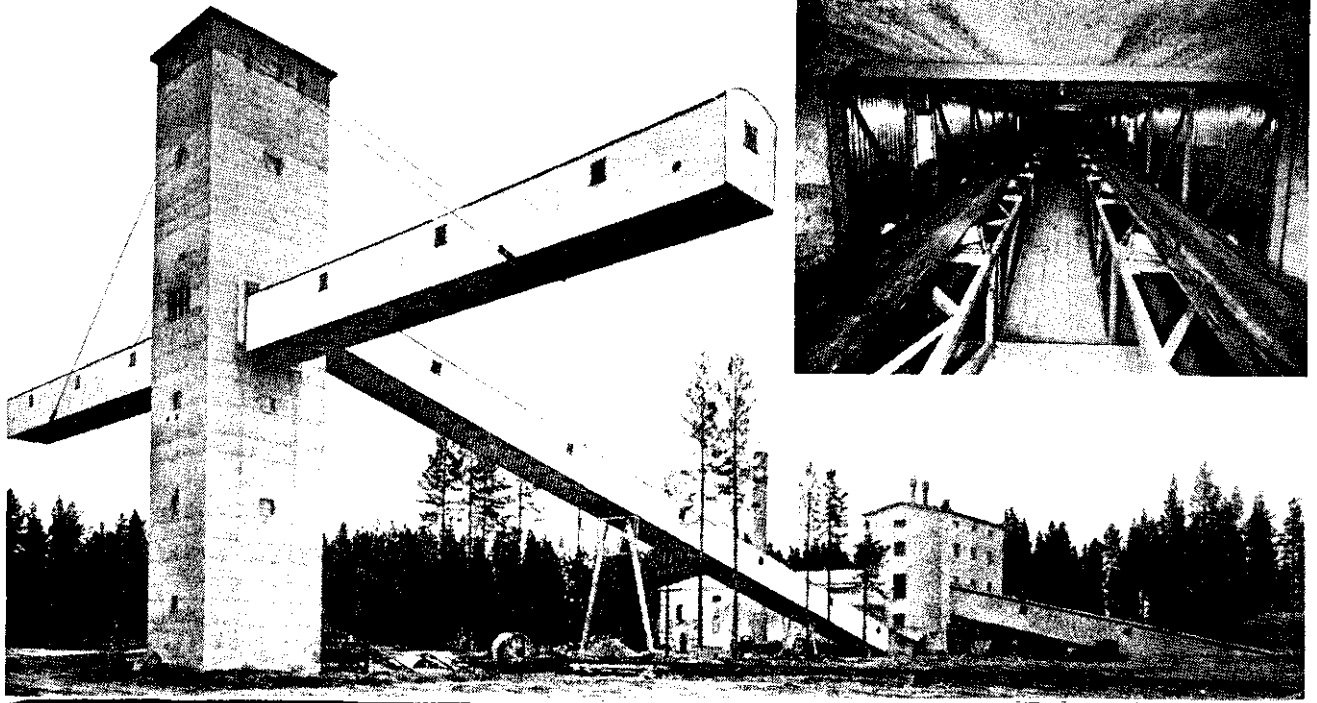


Transportrem, lämplig även
för elevatorer



Tammer Tehtaat Oy

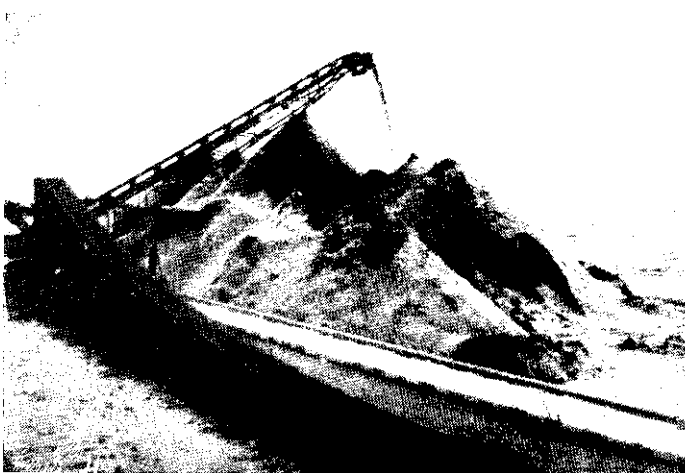
Tampere - Tammerfors



KULJETTIMIA KAIVOSTEOLLISUUDELLE

Ylläolevat kuvat esittävät Outokumpu Oy:n Keretin kaivoskuilun rikasteen varastoimiskuljettimia. Torniin johtavassa kaltevassa käytävässä on kaksi rinnakkaista hihnakuuljetinta, jotka vievät kupari- ja rikkirikasteen kuivaamosta torniin. Täällä rikaste putoaa kuvassa näkyvien 23,5 m pituisten ulokkeiden sisällä oleville hihnakuuljettimille ja edelleen ulokkeiden päistä varastoon.

Kuljettimien hihnanleveys on 450 mm, nopeus 1,2 m/sek. ja kuljetusteho 40 tonnia tunnissa.



Oulun malmisatamaan valmistamamme hihnakuuljetinjärjestelmä, jonka koko pituus on 358 m ja teho 1000 tonnia tunnissa.

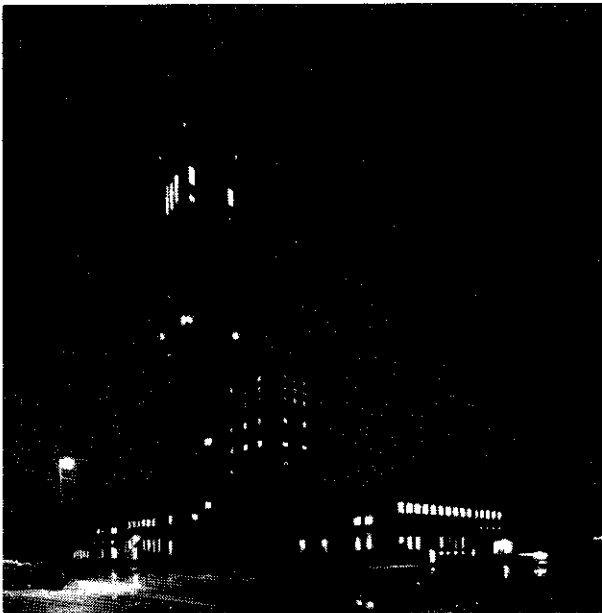
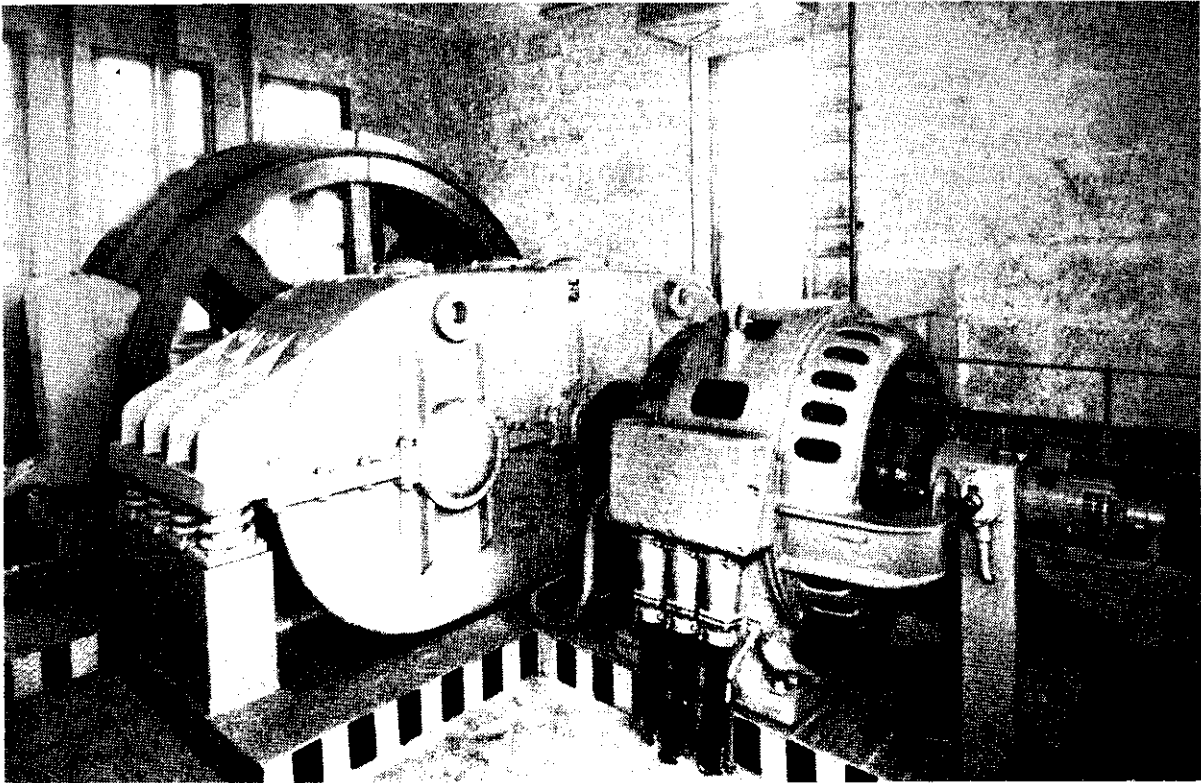
Paitsi erilaisia kuljettimia valmistamme kaivosteollisuudelle myös mm.

**raappavinttureita
hammasvaihteita
jauhinkuulia
kuumasinkittyjä rautarakenteita
dieselvetureita
kaivosvaunuja
ilmastointilaitteita**

**Hihna-,
ketju-,
köysi-,
laahaus-,
kauha-,
kierto-
ym. kuljettimia**

VALMET

VALMET Oy,
KAIVOKATU 10, HELSINKI. PUH. 11 441



*Annamme mielihyvin
lähempiä tietoja
kaivosteollisuuskoneistamme!*

OUTOKUMPU OY:n Vihannin kaivosta

varten toimitimme v. 1954—55 painonappiohjat-
tavan automaattisen KOEPE-rakennetta olevan
kahdella köydellä varustetun malminnostoko-
neen, jonka pääarvot ovat:

hyötykuorma 5000 kg
nostokorkeus 400 m (myöhemmin 1000 m)
nostonopeus 7 m/sek. (myöhemmin 10 m/sek.)
käyttöpyörä Ø 3 m

Sitäpaitsi kuului toimitukseemme 2 mittataskua
ja näihin yhteenrakennetut hydrauliset, auto-
maattiset vaa'at sekä yksi kuilunajovintturi
seuraavin arvoin:

kuorma 3000 kg
nostokorkeus 300 m
nostonopeus 3—1,5 m/sek.

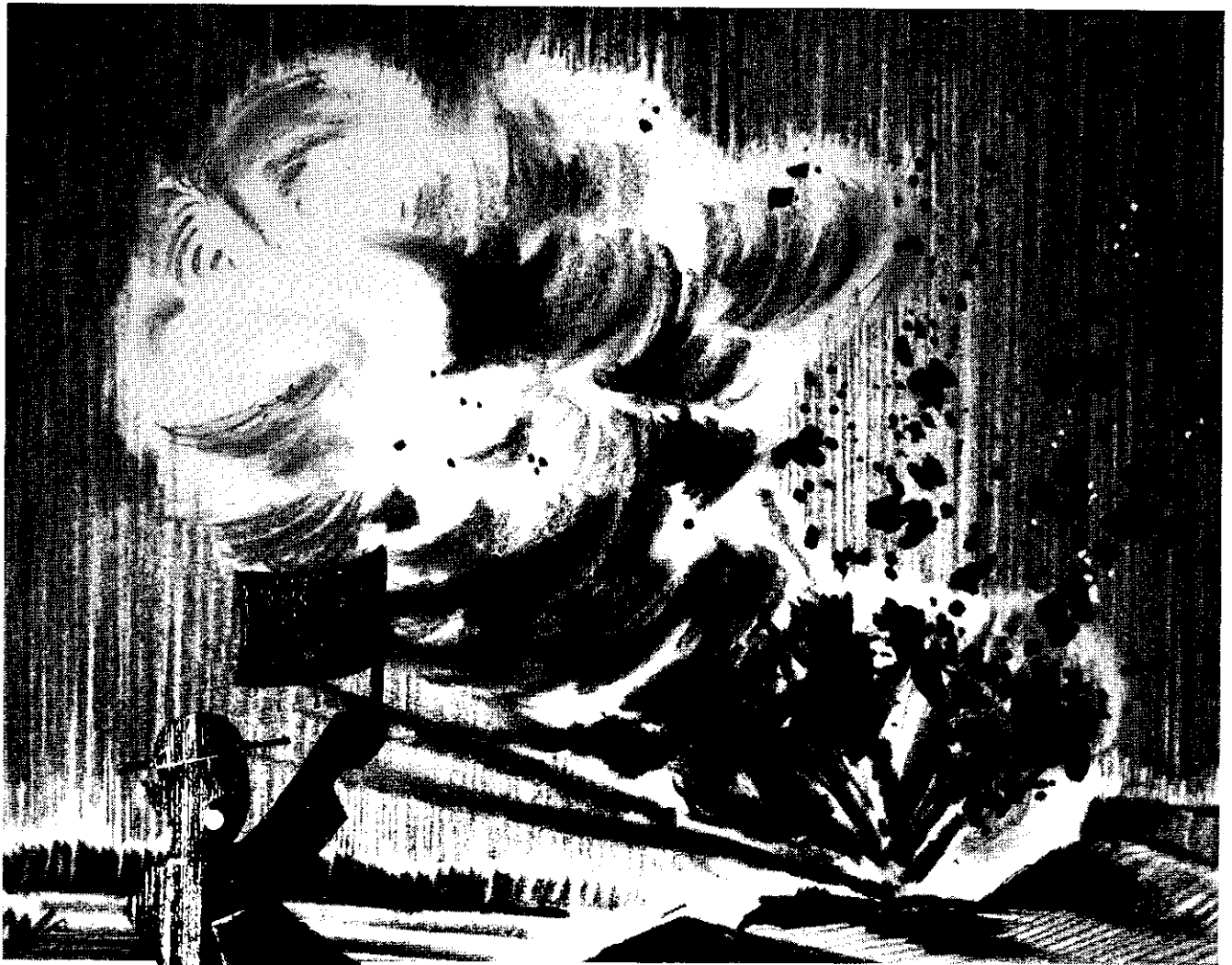
Oy ASEA Ab

Helsinki
Citykäytävä
Puh. 12 501

Turku
Maariankatu 1 B
Puh. 26 020

Kuopio
Puijonkatu 19—21
Puh. 15 071

Vaasa
Hovioikeudenpuistikko 15
Puh. 61 50



PALAA JO!

Kohta räjähtää taas kymmeniä kuutioita kalliota kappaleiksi, sillä työssä on IMATREX!

TALOUDELLINEN

IMATREX on sekä ominaisuuksiltaan että hinnaltaan hyvin taloudellinen kuljetuksessa, varastoinnissa ja käytössä. Se ei kyllästämättömänä ole valmiista räjähdysaineista annettujen ankarien määräysten alainen. IMATREXia on saatavana sekä rakeina että briketteinä. Se kestää kylmän ja kuuman varastoinnin.

TURVALLINEN

IMATREX on erittäin varma ja turvallinen, sillä aine on räjähtämätön ja hajuton sellaisenaan eikä aiheuta fyysillistä vahinkoa käyttäjälleen. Vasta työpaikalla petrohilla kyllästettäessä siitä tulee I-luokan räjähdysaine.

MONIKÄYTTÖINEN

IMATREX on sopivaa kallioiden, kivien, jään, maan, jne. louluntaan. Sen avulla voidaan irroittaa kantoja, siirtää kiviä, räjäyttää veden alla ja kaivaa ojia.

Annamme Teille mielihyvin ohjeita räjäytyspulmissanne.
Ottakaa yhteys meihin!

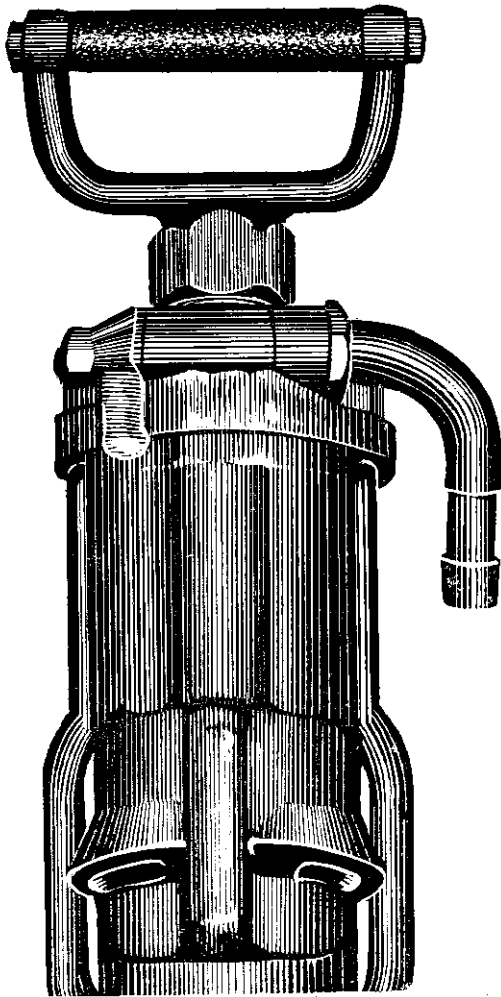
Osakeyhtiö SAVO

ELEKTROKEMIAALINEN TEHDAS

Imatra - Puh. 11 32

Myyntikonttori Helsingissä: Unionink. 9 — puh. 12 420





TAMPELLA T 10 C KALLIOPORAKONE

alentaa porauskustannuksia

koska se on

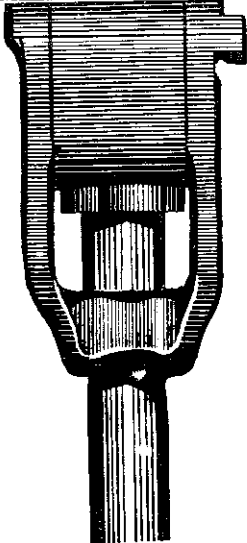
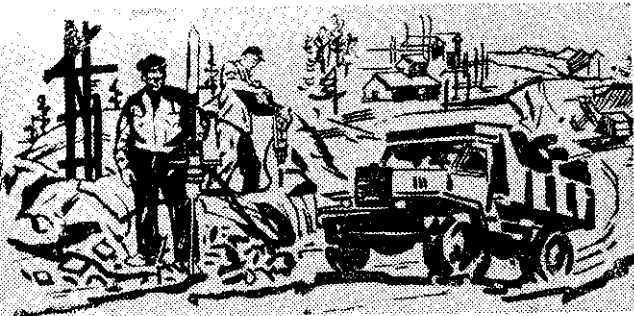
tehokas
kestävä
helppo huoltaa

ja sillä on

pieni ilmankulutus
yksinkertainen rakenne
hyvä varaosahuolto

TAMPELLA T 10 C:n PÄÄMITAT

Paino	26 kg
Pituus poranpitimen päästä kädensijan päähän	700 mm
Ilmanpaine	7 aty
Ilman kulutus 6 aty:n paineella vesihuuhtelulla	2,7 m ³ /min
ilmahuuhtelulla	3,3 m ³ /min
Ilmaletku	3 4"
Vesiletku	1 2"
Tunkeutumisenopeus graniitissa 34 mm Ø poralla	40—70 cm/min



Tampella T 10 C sopii sekä polvi- että yleis-
syöttölaitteelle joko vesi- tai ilmahuuhtelulla.

**PYYTÄKÄÄ ESITTELYLEHTISIÄ
JA KONEEN ESITTELYÄ!**

Myyjät:

Rautakonttori Oy
jäsenliikkeineen
Helsinki
Puh. 12 121

Oy Bermic Ab
Helsinki
Puh. 55 281, 56 952



Tampereen

Konopaja

PERUSTETTU 1842

Chicago Pneumatic

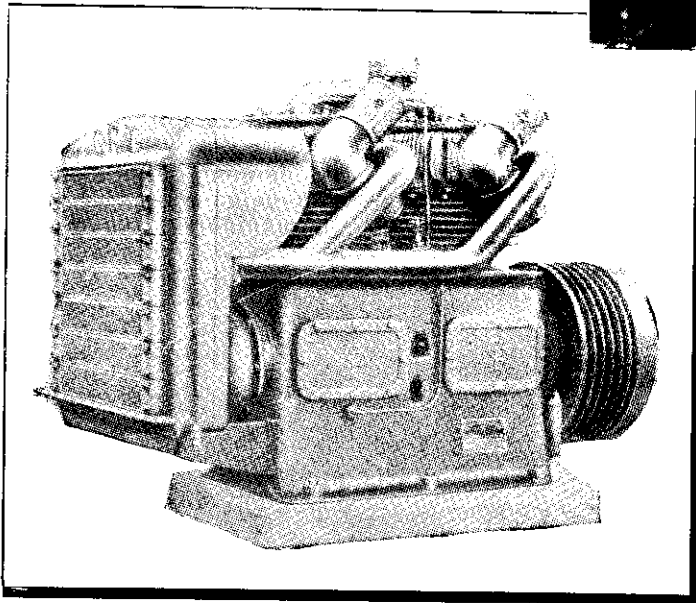
Tool Co:n, USA

ja

Consolidated

Pneumatic Tool Co:n,

Englanti



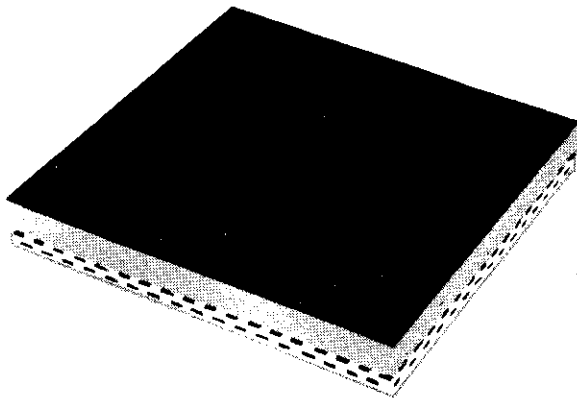
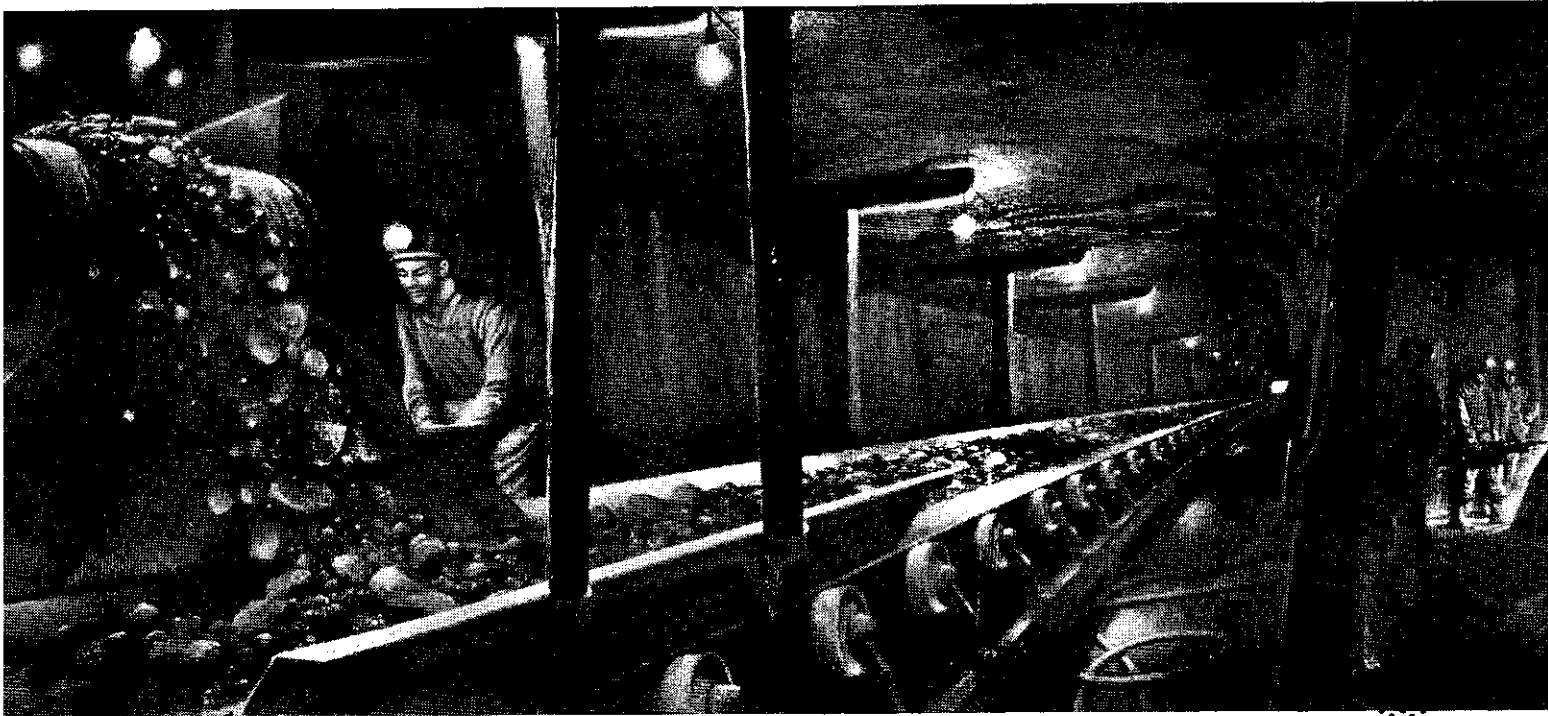
**ilmakompressoreja
kallioporakoneita
driftereitä
stopereita**

toimittaa

KONE- & INS. OSASTO

Mannerheimintie 12, Helsinki

Mercantile
 **30 731**



ARMADILLO- kumipäällyste

suojaa pinnat
kulumiselta

ARMADILLO suojaa mitä varmimmin eri laitteiden kulumiselle alttiita pintoja, kuten syöttösuppiloita ja kouruja, hiekanpuhalluskammioiden seinämiä, kuljettimien kuormauspisteiden jalkalistoja yms. ARMADILLO-kumipäällyste poistaa kalliiksi muodostuvat laitteiden vaihtamiset, sillä sen kulumiskestävyys verrattuna teräkseen on jopa 12 : 1.

ARMADILLO-kumipäällyste on sitkeää ja lujaa levyn muotoista kumia, joka on verrattavissa GOODYEAR-autonrenkaiden huippuhuokan kulutus pintakumiin. ARMADILLO:n keskimääräinen vetomurtolujuus on 270 kg/cm² ja suurin venymä 575 %.

ARMADILLO on helppo asentaa. Se voidaan kiinnittää joko naulaamalla, pulteilla tai liimaamalla (Goodyearin Pliobond'illa). Sitä voidaan liittää eri tavalla. ARMADILLO on helposti leikattavissa kostutetulla veitsellä.

GOOD YEAR

Päämyyjä

oy Premia Ab

HELSINKI

**GRÖSSTE WIRTSCHAFTLICHKEIT
DURCH HÖCHSTE HALTBARKEIT**

BEI VERWENDUNG VON STEINEN MIT DER ANKERMARKE
IN DEN SCHMELZOFEN DER STAHL- UND GRAUGIESSEREI



ANKROM

CHROMMAGNESITSTEINE

ANKROM-V

MAGNESITCHROMSTEINE

ANKRAL

SPEZIALMAGNESITSTEINE

ANKRIT

SPEZIALMAGNESITSTEINE

STEELKLADSTEINE

MAGNESITSTEINE

**SPEZIAL-MAGNESIT-
STAMPFMASSEN**

MAGNESIT-FORMSAND

MAGNESIT-AUSGÜSSE

VEITSCHER MAGNESITWERKE ACTIEN-GESELLSCHAFT
WIEN AUSTRIA

VERTRETEN IN FINNLAND DURCH
AB. INDUSTRIREGEL, HELSINGFORS, BANGATAN 21

3.800.000 m³

kovaa kalliota . . .

Todella — 3.8 milj. kuutiota kovaa kalliota on louhittu UTASELLA ja lisäksi siirretty 3.2 milj. m³ maata. Siellä on valmistunut Utasen voimalaitoksen 12 km:n pituinen alakanava, jonka leveys on 27 ja syvyys 15 m. Tässä Suomen suurimmassa louhintatyössä, jonka Oulujoki Oy on suorittanut, käytettiin

raskaita kaivukoneita 13 kpl, joista

9 BUCYRUS*

ja raskaita kallioporakoneita 13 kpl,

kaikki JOY

Suomen maaperä asettaa louhintakalustolle poikkeuksellisen suuria vaatimuksia. BUCYRUS- ja JOY-koneet ovat Utasella osoittaneet täyttävänsä nämä vaatimukset.

Olkoon kyseessä suuri tai pieni työmaa — BUCYRUS- ja JOY-tehtaiden täydellisestä valmistusohjelmasta löytyy siihen varmaankin sopiva kone.

Olemme jo toimittaneet kaksikymmentä raskasta JOY-kallioporaa ja toistasataa BUCYRUS-kaivukonetta. Täten saavuttamamme kokemus sekä huolto- ja varaosapalvelumme ovat aina Teidän käytettävissänne.

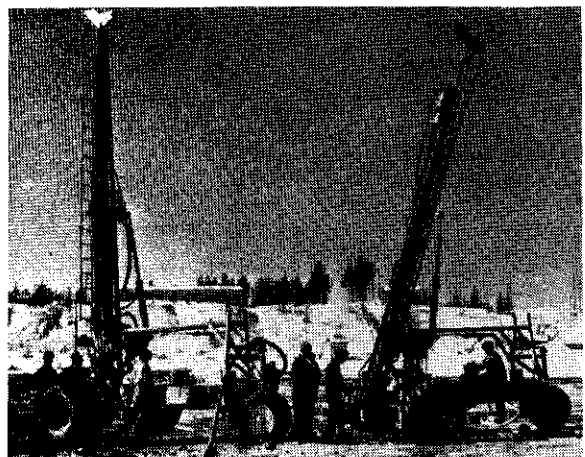
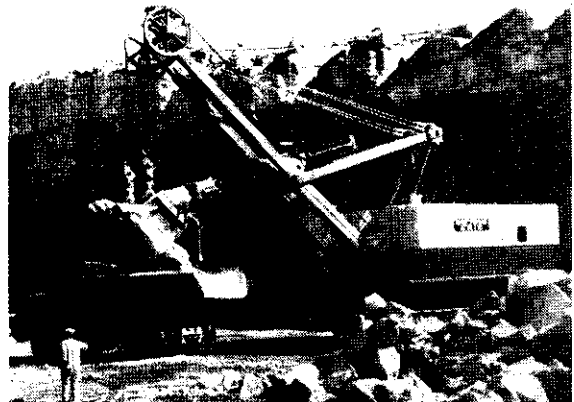
- * 1 kpl 200-W 4.5 m³:n laahauskauha
- 1 » 150-B 4.5 m³:n pistokauha
- 7 » 54-B 2 m³:n pisto-laahauskauha

OSAKEYHTIÖ

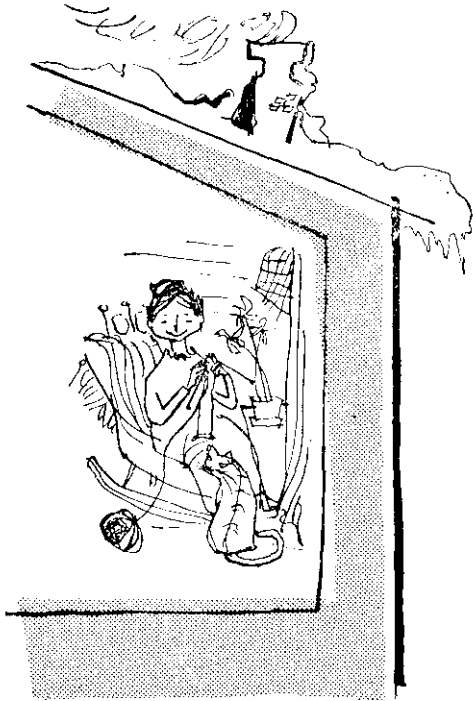
Ekströmin

KONELIIKE

Helsinki - Postilokero 310 - Puh. 11 421



JOKO TUNNETTE VUORIVILLAN KAIKKI EDUT?



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

Vuorivillalevyjä • Vuorivillamattoja • Vuorivillahuopia

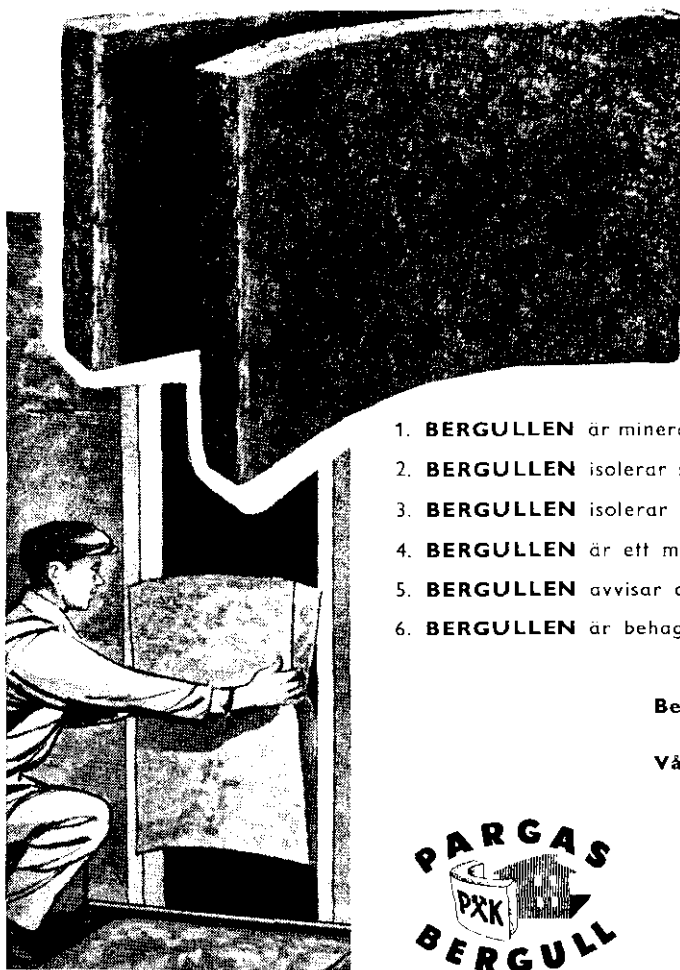
Neuvontapalvelumme on maksutta käytettävissänne.



PARAISTEN

KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ

Parainen • Helsinki • Lappeenranta



KÄNNER NI BERGULLENS FÖRDELAR?

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

Bergullsskivor • Bergullsmattor • Bergullsfilt

Våra rådgivningsavdelningar står gratis till tjänst.

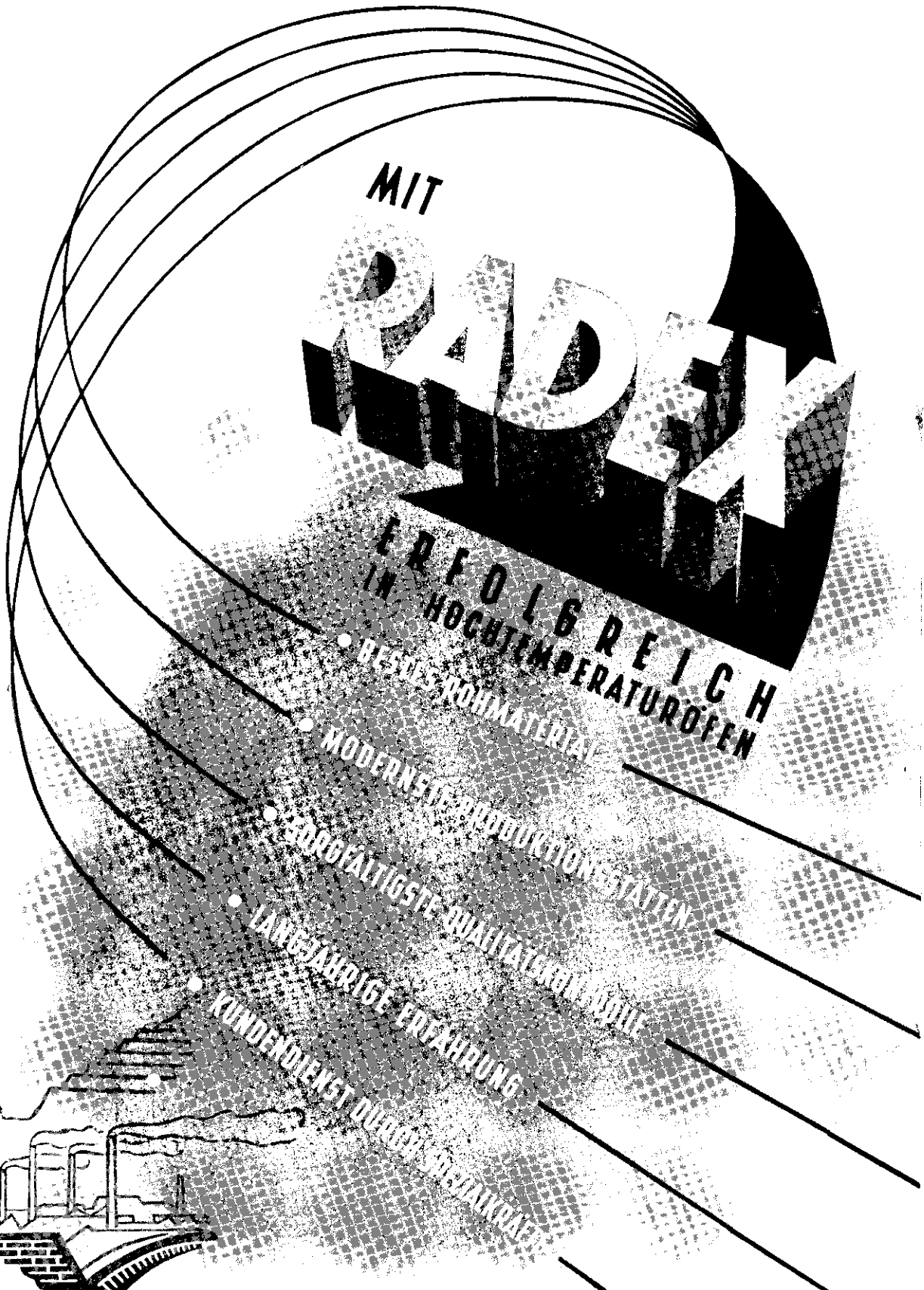


PARGAS

KALKBERGS AKTIEBOLAG

Pargas • Helsingfors • Villmanstrand

E B N E R · W I N T E R

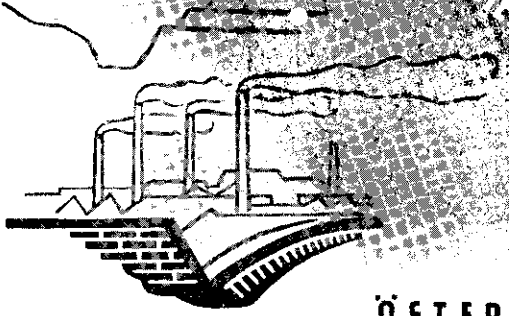


MIT

RADENTH

ERFOLGREICH
IN HOCHTEMPERATURÖFEN

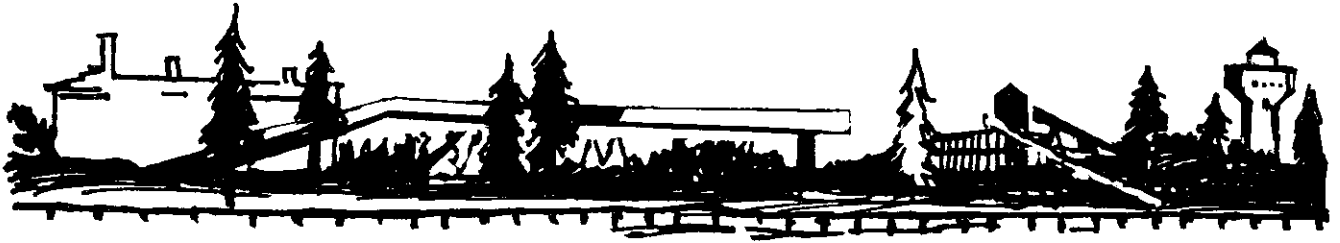
- BESTES ROHMATERIAL
- MODERNSTE PRODUKTIONSMETHODEN
- SOUVERÄNESTES QUALITÄTSPROFIL
- LANGJÄHRIGE ERFAHRUNG
- KUNDENDIENST DURCH VERFAHRENERFAHRUNG



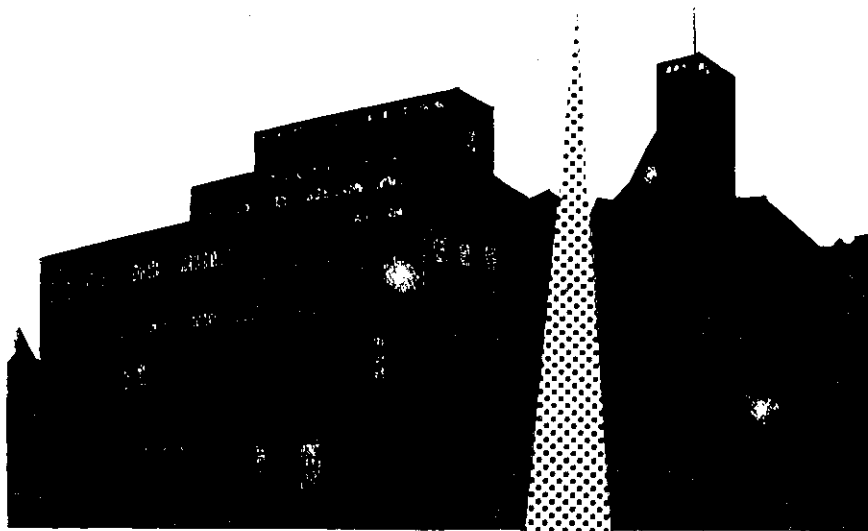
ÖSTERREICHISCH · AMERIKANISCHE
MAGNESIT · AKTIENGESELLSCHAFT
R A D E N T H E I N · A U S T R I A

OY TULENKESTÄVÄT TIILET AB

Helsinki - Helsingfors
Puh. 78 60 98 Tel.



20 vuotta vuorimiesten hyväksi



Kiitämme Teitä, vuorimiehet, 20-vuotisen toimintamme aikana osoittamastanne luottamuksesta.

Näiden vuosien aikana olette oppineet tuntemaan monipuoliset palvelumahdollisuutemme.

Toivomme hyvien liikesuhteidemme jatkuvan edelleen yhtä kiinteinä ja hyvinä kuin tähänkin saakka.

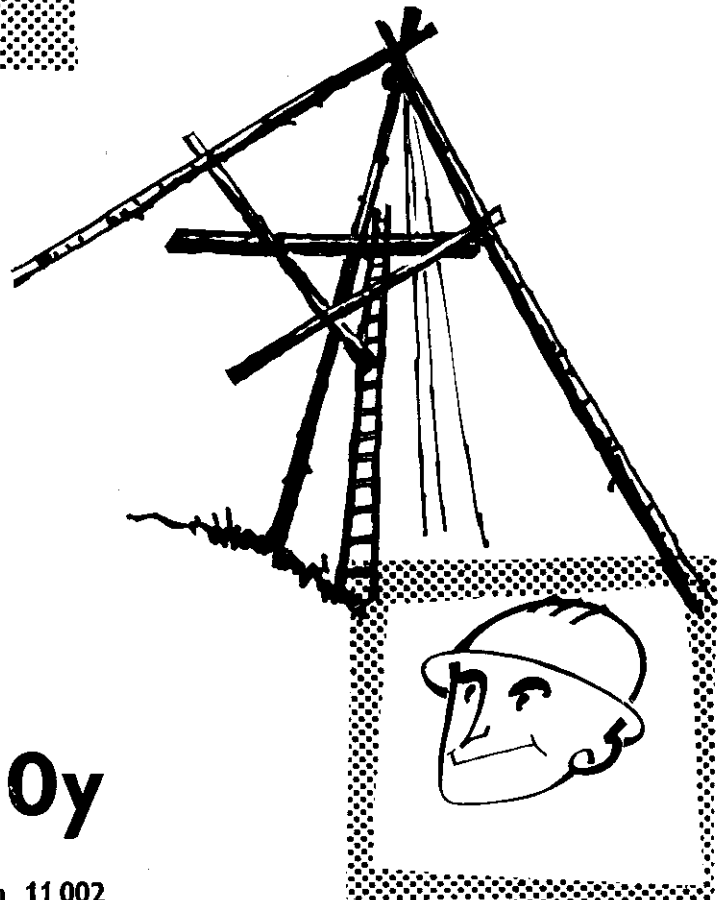
Tarjoamme Teille luotettuja kaivosvälineitä:

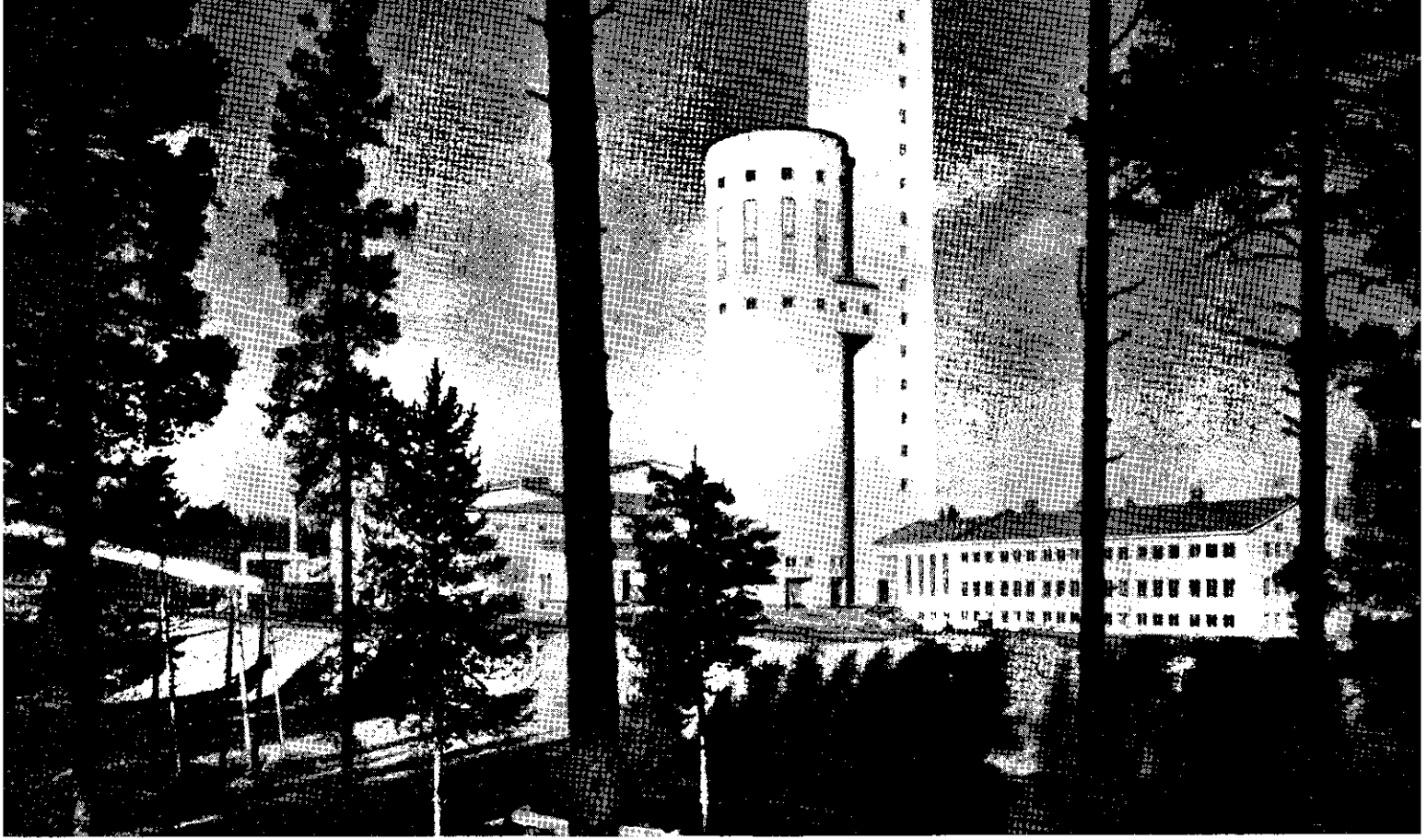
- timantteja
- timanttityökaluja
- kairausvälineitä
- paineilmakompresso-reita ja -varusteita
- murskauslaitteita
- rikastuskoneita
- suojavälineitä

Ottakaa yhteys meihin!

L. A. LEVANTO Oy

Helsinki - Meritullinkatu 3 - puhelin 11 002





Outokumpu Oy:n Keretin kaivostorni, johon asennetun KONE-hissin nostokorkeus on 84 metriä — suurin Suomessa.

Vuoriteollisuuden apuna

KONE Oy:n täysin kotimaista rakennetta olevat hissit ovat käyttövarmoja ja luotettavia. Suunnittelemme ne Teidän erikoistarpeenne mukaan.

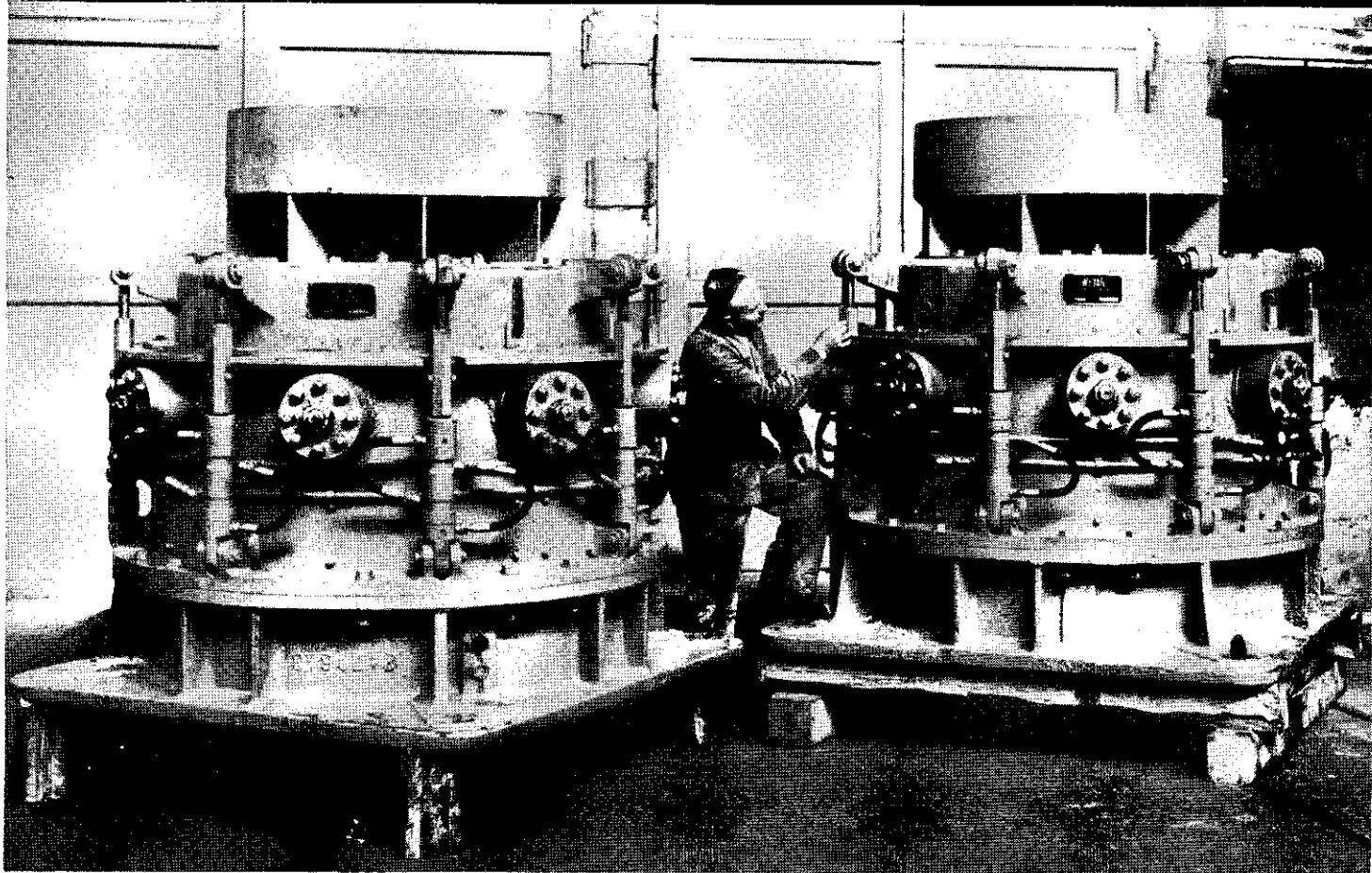
KONE ei tarjoa ainoastaan nostovoimaa vuoriteollisuudelle vaan myöskin veto-voimaa. Missä suuri vetoteho on tiivistettävä pieneen tilaan, siellä tarvitaan KONE-kaivosveturia. Vetovoima on 500 kg vastaten n. 50 t painoista junaa ja nopeus 12 km/t. Veturin paino 4.500 kg ja käyttömootoreina 2 tasavirtamootoria. Vuoriteollisuudessa esiintyviin rautatievaunujen siirtoihin on KONE Oy:n valmistama vetolaite hyvä ratkaisu. Se on erittäin helppokäyttöinen ja korvaa täysin veturin, kun on kysymys lyhyistä matkoista.

Helsinki - Haapaniemenkatu 6 - Puh. 70 511



WEDAG

**Koneita
rikastamoon ja murskaamoon**



KEGELGRANULATOR- uudenaikainen
kartiomurskain

WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG, BOCHUM

OY. LILIUS & Co AB. — HELSINKI

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

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

Hallitus: fil.tri Åke Bergström, puheenjohtaja, dipl.ins. Petri Bryk, varapuheenjohtaja, dipl.ins. Carl-Erik Carlson, dipl.ins. Caj Holm, yli-ins. Fjalar Holmberg, prof. Kauko Järvinen, tekn.lis. Urmas Runolinna, fil.tri Oke Vaasjoki.

Rahastonhoitaja: dipl.ins. Paavo Maijala, Mäntytie 3, virkapuh. 10 510.

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

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

Metallurgijaosto: professori Matti Tikkanen puheenjohtaja, dipl.ins. Olavi Peura sihteeri, Ulvilantie 19 b 39, Munkkiniemi, virkapuh. 12891.

Geologijaosto: fil.maist. Kurt Lupander, puheenjohtaja, fil.maist. Ilpo Laiti, sihteeri, Pohjoisranta 20 C, virkapuh. 30 771.

Toimitus: teollisuusneuvos Herman Stigzelius, päätoimittaja, puh. 628714, tri.ins. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, puh. 11151, rouva Karin Stigzelius, toimitussihteeri, puh. 35 546.

Toimifuksen osoite: Bulevardi 26 A 10, Helsinki, puh. 35 546.

Ilmoitushinnat: kansilehdet 20.000:—, muut lehdet 15.000:—, puolisivu 10.000:—, neljännessivu 6.000:—

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 1

1957

15 VUOSIKERTA

Syrgasanvändning vid ståltillverkning

Dipl.ing. Nils Gripenberg

Oy Vuoksenniska Ab, Imatrankoski

Föredrag vid Bergsmannaföreningens årsmöte den 29 mars 1957

Syrgasens användning inom järnmetallurgin synes vara tidens melodi. L-D-förfarandet och därmed närbesläktade roterugsförfaranden erövra mark överallt i världen. Syrgasanrikad luft provas i masugnar och användes i Thomas-konverterer samt Siemens-Martin-ugnar. Ren syrgas användes i ljusbågsugnar o.s.v. Att inom ramen för ett kort föredrag lyckas ge giva åhöraren en klar bild av de olika processerna och förfarandena samt berätta om erfarenheter är ej lätt. För att få en någotsånär fullständig bild av vad det rör sig om vill jag först i korthet beskriva syrgasanvändningens tillämpning i olika ugnar och till slut litet utförligare berätta om vår metodik och våra resultat i ljusbågsugnarna vid Imatra Järnverk.

Allmänt om syrgas och dess användning

Metallurgisk syrgasanvändning har blivit möjlig sedan man på 1930-talet lärde sig framställa stora syrgasmängder till ett billigt pris, tack vare ett av M. Fränkl föreslaget modifierat värmewäxlingssystem. Alla moderna stora syrgasanläggningar, vilka producera 1000 Nm³/h och mer, arbeta efter Linde-Fränkl-systemet.

Det bör observeras att syrgasens pris är oerhört starkt beroende av produktionsvolymen. I tabellen nedan, vilken jag lånat ur JKA, visas syrgaspriset beroende av produktionsvolymen och gälla de angivna prisen även hos oss som jämförelsetal

Tabell I

Prod Nm ³ /h	1000	2000	5000	10000
Pris öre/Nm ³ 98 % O ₂	9.72	6.54	4.57	3.85

Syrgasens pris är även beroende av sin renhetsgrad. Av bild 1 framgår prisberoendet dels av produktionsvolymen dels av renhetsgraden.

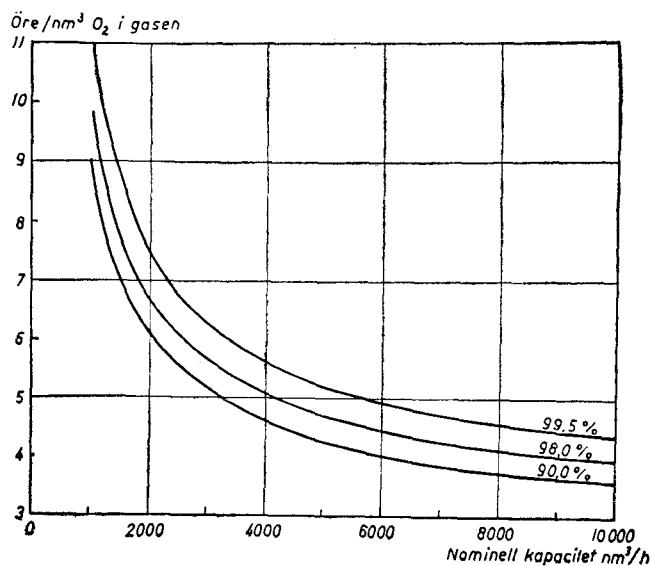


Bild 1. Syrepriset beroende av produktionsvolymen och renhetsgraden.

Gasen kan tagas till fabriken antingen längs rörledning vid förhöjt tryck eller i behållare i flytande form. I det senare fallet blir gasen dock något dyrare. Flytande syre

fordrar naturligtvis en förgasningsanläggning. I båda fallen erfordras ännu buffertbehållare som kunna taga emot stötarna av den ojämna förbrukningen.

Då man använder syrgas eller syrgasanrikad luft för exoterma reaktioner uppnås högre förbränningstemperaturer och mindre avgasmängder. Genom de mindre avgasmängderna ernås mindre värmeförluster med avgaserna. I allmänhet kunna dessa omständigheter utnyttjas för att höja en given ugnns produktionsvolym. — De högre reaktionstemperaturerna ha även skapat förutsättningar för nya förfaranden såsom t.ex. omsmältning och raffinering av Cr-haltigt skrot utan större Cr-förluster.

Då syrgas användes i ljusbågs- eller Siemens-Martin-ugn inbesparas icke enbart el-energi och bränsle på grund av exoterma eller frånvaro av endoterma reaktioner, utan även tid då det med lågan eller ljusbågen tillförda värmets icke begränsar färskningshastigheten.

Då färskning utföres med ren syrgas i S-M- eller ljusbågsugn föres gasen till smältan antingen med tillhjälp av ett vanligt stålrör som doppas i smältan och får brinna av efter hand, eller med en vattenkyld »lans» varvid vanligen en ytblåsning utföres. Syrgasmängderna vilka användas variera mellan 5 och 20 Nm³/min och tillföres vid ett tryck av 7—20 atö.

Förfärskning av tackjärn

Denna operation företages vanligen i skänk under transporten från hyttan till stälverket. Avsikten är att sänka Si-halten då denna har stort inflytande på Thomas-konvertorns och Siemens-Martin-ugnens produktionskapacitet.

Att utföra denna blåsning med gott resultat är ej så enkelt som det vid första påseendet synes. Vid en ytblåsning uppträder svårigheterna i en dålig badrörelse och nytt Si-haltigt material transporteras ej i tillräckligt snabb takt till förbränningszonen. Om blåsröret åter doppas, leder det lätt till en för häftig reaktion med utkok som resultat. Att färskas i skänk mängder överstigande 30—40 ton lönar det sig knappast att försöka. En del stälverk tvivla, på grund av dessa praktiska svårigheter, på nyttan av skänkfärskningen, medan andra såsom t.ex. Brymbo i England och Domnarvet i Sverige utföra den regelbundet.

Användning av syrgas i Siemens-Martin ugnar

Vid Martin-verk har syrgas använts på tre olika sätt nämligen:

- 1) Förbränningsluften anrikas med syre varigenom en hetare låga åstadkommes och en snabbare insmältning uppnås.
- 2) Den egentliga färskningen utföres med syrgas vilken tillföres antingen med tillhjälp av ett stålrör eller en vattenkyld lans. Denna blåsning utföres även för att snabbt höja badets temperatur.
- 3) Luften till Martin-ugnens gasgenerator anrikas med syrgas varigenom en rikare förbränningsgas erhålles.

Enligt litteraturen har Martin-ugnarnas produktion höjts med syrgasens tillhjälp 3—18 % och bränsle sparats 2—15 %. Den största vinsten har kommit i fråga då en rikare förbränningsgas tillverkats med tillhjälp av syrgasanrikad luft.

Vissa svårigheter synes ha förekommit med ugnarnas elfasta infodring.

Det förefaller som om syrgasen spelat sin största roll som produktionsfrämjande faktor i gamla anläggningar.

Moderna Siemen-Martin-ugnar synes vara så väl planerade att större vinster ej stå att uppnå med syrgasens tillhjälp.

Användning av syrgas i Thomas- och Bessemerkonverteror

Syrgas användes rätt allmänt i Thomas-konverteror men lustigt nog tillsvidare knappast alls i Bessemerditon.

Utan att försämra hållfastheten av Thomas-konvertorns elfasta infodring kan blästerns O₂-halt höjas ända till 35 %. I allmänhet användes dock ej en så rik blandning under hela blåsningen. Totala syremängden stannar vid 20 à 30 Nm³/ton.

Användningen av syrgas i Thomas-konverteror har blivit allmän på grund av dess stora produktionsfrämjande inverkan. — Då till 35 % anrikad luft användes är blästerbehovet 40 % mindre och avgasvolymen drygt 30 % mindre än vid blåsning med luft. När man beaktar att avgaserna ur en konvertor avgå ca. 1400° heta, förstår man vilken inbesparing i värme den minskade avgasvolymen möjliggör. Detta tillvaratagna »överskottsvärme» kan utnyttjas för att smälta skrot eller smälta och reducera malm i konvertorn. De mindre värmeförlusterna möjliggöra även blåsning av sådant råjärn som på grund av låga halter av legeringsämnen ej kunnat blåsas i en luftkonvertor.

Thomasstålet har i allmänhet haft ett dåligt rykte på grund av sin dåliga slagseghet i köld. Denna egenskap hos stålet sammanhänger delvis med dess kvävehalt.

Stålets N₂-halt stiger med ökad badtemperatur, kvävet partialtryck och den tid gasen tillåtes vara i kontakt med smältan, alltså blåsningstiden. Då malm användes för kylning kommer såväl en temperatursänkning som en sänkning av kvävet partialtryck i fråga. Den syrgasanrikade luften nedsätter även för sin del kvävet partialtryck förutom att den förkortar blåsningstiden med upp till 35 %. Det har dessutom konstaterats att ju kraftigare oxiderande blästerluften är, desto sämre löser sig kvävet i stålet. Det förefaller som om järnnitriden vore stabilare vid reducerande än vid oxiderande förhållanden.

För att uppnå låga kvävehalter utföres även blåsning av Thomasstål med blästergas bestående av O₂—CO₂; eller O₂—H₂O blandning. Med den senare blandningen har bättre resultat uppnåtts.

Till slut bör dock nämnas att avbrännan vid syreanrikad bläster är något större än med luftbläster.

L—D, Kal-Do, Oberhausen-Rotor

Den kanske största uppmärksamheten har kommit syrgasen till del inom metallurgin tack vare L-D-proceduren.

Som känt behandlas här råjärn i en basiskt infodrad konvertor med syrgas av hög renhet. Blåsningen utföres uppifrån med en vattenkyld lans som sänkes in i konvertorn. Syretrycket hålles mellan 4 och 12 atö. och mängden per tidsenhet, t.ex. i en 30 tons konvertor, 80 Nm³/min. Blåsningstiden är normalt 20 min. Per ton förbrukas således 50—55 Nm³ syrgas.

Detta förfarande möjliggör insmältning av stora malm- eller skrotmängder med »överskottsvärmet». Dofasco i Canada anger att vid en Si-halt i råjärnet på 0.8 % kan 20 % skrot och vid en Si-halt på 1.65 % 30 % skrot insmältas.

Ett av förfarandets stora fördelar ligger även däri att råjärn med praktiskt taget vilka C, Si, och Mn-halter som helst kunna behandlas.

Av färskningens metallurgiska förlopp bör observeras att kolet brinner jämnt under hela blåsningen, smältans Si-halt till trots samt att P-halten sjunker samtidigt med kolet. Den snabba antändningen av kolet beror väl på »brännpunktens» höga temperatur.

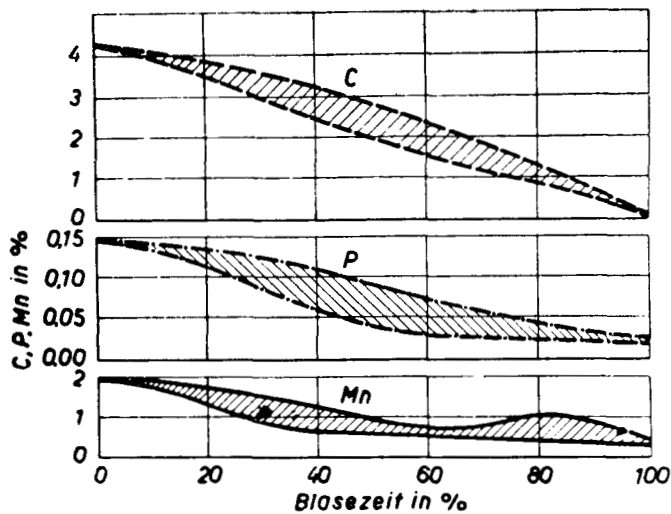


Bild 2. C, P och Mn under blåsningen i L-D konvertorn.

Det färdiga stålets N_2 -halt är avhängig av syrgasens renhetsgrad. 98,5 % syre anses dock tillräckligt för att hålla kvävehalten inom ofarliga gränser.

Under själva blåsningen utvecklas en kraftigt färgad gulbrun rök. Tillvaratagandet av stoffet i avgaserna, eller borde man säga reningen av avgaserna, har i början berett vissa svårigheter, men torde problemet numera vara löst.

L-D-förfarandet som producerar stål, vilket i kvalitativt hänseende närmast är jämförbart med S-M-stål är ekonomiskt sett synnerligen fördelaktigt. V.O.E.S.T. påstår att tillverkningskostnaderna per ton endast belöpa sig till 53 % av motsvarande kostnader för S-M-stål. Detta är naturligtvis en sanning med endast lokal giltighet.

För att färsk råjärn med hög P-halt, vilket icke kan renas i L-D-konvertorn, har i Sverige den s.k. Kal-Do-processen utvecklats. Vid denna färskning sjunker P-halten t.o.m. snabbare än C-halten.

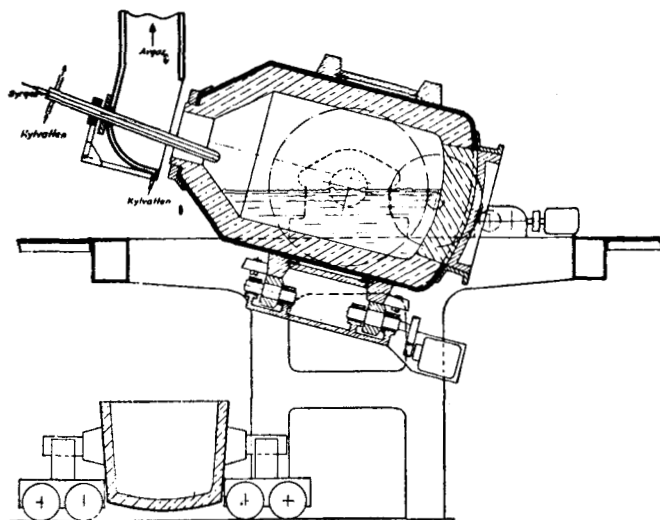


Bild 3. Principskiss av Kal-Do-processens roterande ugn.

Bild 3 visar en principskiss av Kal-Do-processens roterande konvertor.

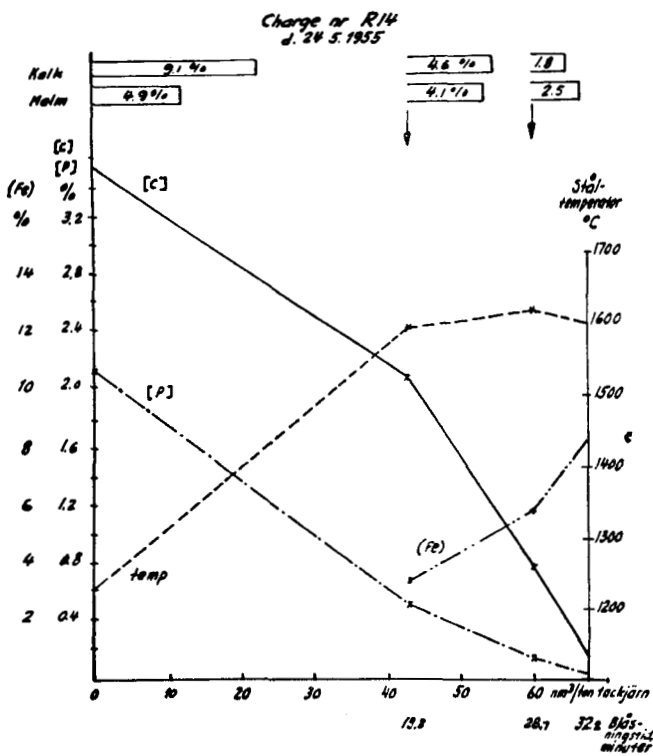


Bild 4. Det metallurgiska förloppet under blåsningen i Kal-Do-ugnen.

Det metallurgiska förloppet i Kal-Do konvertorn framgår av bild 4. Observeras bör den låga P-halten som uppnåtts då kolhalten ännu är 2 %.

I jämförelse med L-D processen är syreförbrukningen här kanske något större per ton insats och blåsningstiden aningen längre. Denna process är dock så ny att fullständiga och tillförlitliga uppgifter äro svåra att få.

En annan något liknande process är Oberhausens Rotor-förfarande som även är en roterande ugn, men i detta fall en rörugn där råjärnet matas in i ena ändan och stålet tappas efter utförd blåsning ur ugnens andra ända.

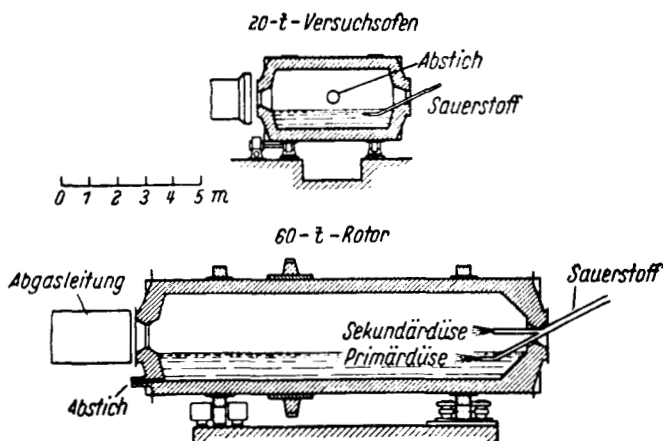


Bild 5. Principskiss av Oberhausens »Rotor»-ugn.

En principskiss av denna ugn framgår av bild 5. Det metallurgiska förloppet i »Rotorn» framgår av bild 6. Även för denna process är det utmärkande att P-halten sjunker snabbt samtidigt som kolet brinner.

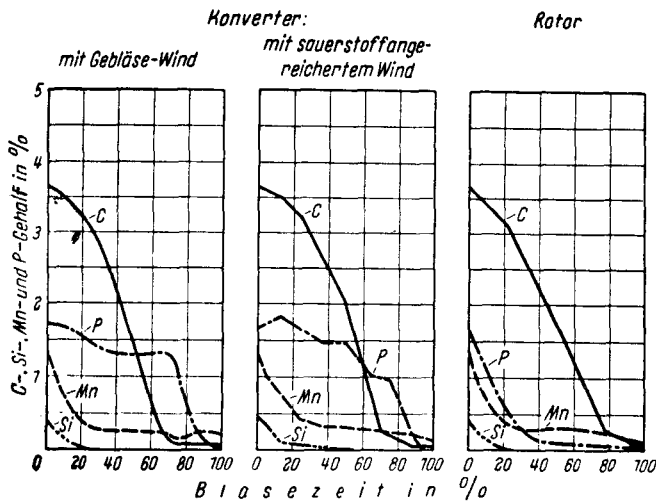


Bild 6. Det metallurgiska förloppet i »Rotorn».

Slaggföringen i »Rotorn» bedrivs så att föregående charges FeO-rika slagg kvarlämnas i ugnen vid tappningen av stålet. Vid följande charge binder denna FeO-rika slagg P ur smältan och reduceras samtidigt Fe till en del ut ur slaggen. Vid en kolhalt av ca 2 % tappas sedan denna slagg och håller den då 18—20 % P_2O_5 och ca. 12 % Fe. Efter denna slaggtappning göres en ny slagg av kalk och malm vilken sedan i sin tur får stå över till nästa charge.

Observeras bör även de dubbla inblåsningrören för syre. Genom det ena som ligger i smältan blåses 95 % »primär» syrgas med en hastighet av 1000 Nm³/h i 60 tons ugn och genom det andra blåses »sekundär» 73 % syrgas med en hastighet av 5500 Nm³/h, för att bränna den vid färsningen bildade CO-gasen till CO₂ och därigenom åstadkomma en bättre värmebalans.

Förfarandets materialbalans framgår av bild 7.

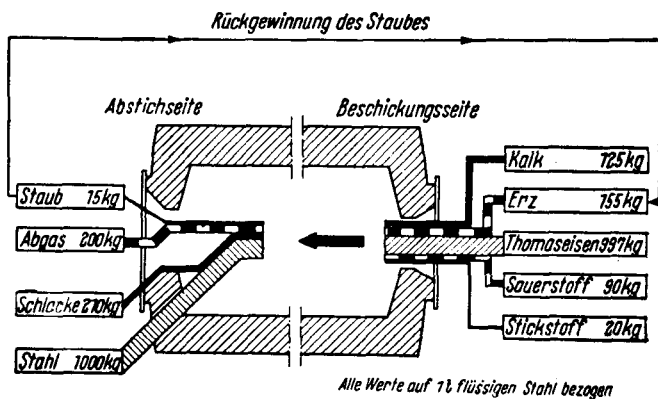


Bild 7. Rotor-ugnens materialbalans.

Den totala syrgasförbrukningen i denna 60 tons ugn utgör ca 70 Nm³/ton.

Anläggningen är så ny att några uppgifter över tillverkningskostnaderna ej stå att få. Anskaffningskostnaderna per producerat ton göt påstås dock ligga 35 % under motsvarande kostnader för S-M-verk.

Användning av syrgas i ljusbågsugnarna vid Imatra Järnverk

Syrgas användes i ljusbågsugnar för att uppnå i princip två skilda mål, nämligen:

1) För att spara på dyra och svåranskaffade legeringsämnen. Syrgasfärsningen skapar nämligen förutsättningar för omsmältning och raffinering av rostfritt skrot på ett ekonomiskt sätt.

2) För att förkorta chargetiderna antingen a) genom att bränna järn under själva nedsmältningsperioden eller b) genom att utföra kolfärsningen med syrgas, varigenom färsningstiden blir kortare än med malm.

I alla dessa fall kommer en energibesparing i fråga på grund av förkortade ugnstider (mindre förluster) och på grund av exoterma eller frånvaro av endoterma reaktioner.

Hos oss i Imatra ha vi använt syrgas såväl för tillverkning av rostfria 18/8 stål av skrot som för färskning av vanliga kolstål.

För vår blåsing ha vi en möjligast enkel utrustning. Woikoskis fabrik ligger ca. 300 m från stälverket. Där finnes batterier av syrgasbehållare för 150 atö. samt en tryckregleringsventil. Syret vilket är 99.3 % kommer sedan till stälverket i ett 2 1/2" s stål rör vid 10 à 15 atö:s tryck. Det via ett värmebatteri och en mätfläns strömmande syret tages ut genom ventiler på lämpliga ställen samt ledes via en högtrycksgummislang till blåsröret. Som blåsrör använda vi 3/4—1" s svetsade stål rör av egen tillverkning, vilka endast vid blåsing av rostfria kvaliteter överdragas med asbesttyg och Karhunitmassa. Vid blåsing föres röret in i ugnen antingen genom arbetsluckan eller genom ett för ändamålet gjort hål i ugnsvägen. Avsikten är att leda in syrgasen i smältan omedelbart under slaggen. Som mätare ha vi en mängdvisande och integrerande ringväg. Denna ringväg är dessutom sammankopplad med en »timer».

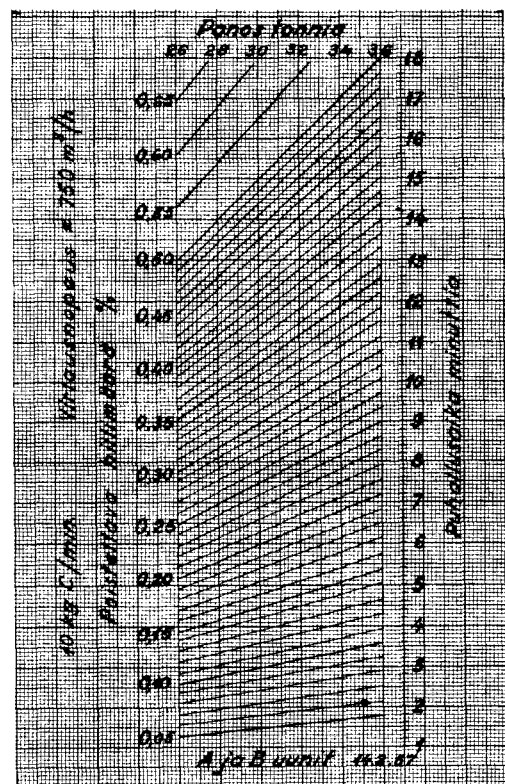


Bild 8. Diagram för beräkning av blåsingstid.

Färskning av handelsstål med syrgas

Då vi färska handelsstål i våra större ugnar vilka chargas med 34 ton, ha vi uppnått ganska konstant färsk-

ningshastighet, varigenom tillvägagångssättet blivit följande: Då chargen är smält tages carbometerprov och bestämmas kolhalten med snabbmetod. Skiftesmästaren bestämmer härpå med ledning av detta prov och tillhjälp av ett diagram enligt bild 8 blåsningstiden.

Badtemperaturen mätes med doppyrometer och då den uppnått 1500° kan blåsningen börja. Smältaren ställer in den önskade blåsningstiden i »timern» samt öppnar syrgasventilen så att den experimentellt bestämda fördelaktigaste strömningshastigheten, d.v.s. 750 Nm³/h uppnås, under det hjälpsmältaren sköter blåsröret. — Under själva blåsningen är strömmen bruten och elektroderna upplyftade. Trots att första förprovet visar max. 0.05 % Si stiger badtemperaturen vanligen 10 à 15° under blåsningen. Då den bestämda blåsningstiden gått till ända alarmerar »timern» och färskningen är utförd. — Ett nytt carbometerprov tages och vid behov göres den sista kolkorrektionen med några skyfflar malm. Vi ha defacto på detta vis uppnått en något större träffsäkerhet än med enbart malmfärskning.

Efter det vi experimenterat med olika tryck, strömningshastigheter, olika blåsrördiametrar och inblåsningvinklar ha vi med ifrågavarande ugnar stannat för ett standardförfarande som ger oss en kolfärskningshastighet om drygt 10 kg/min, utan att slaggen jäser för mycket. Observeras bör dock att vid blåsning genom arbetsluckan kan en dålig lansföring spoliera träffsäkerheten.

I nedanstående tabell har 1" :s och 3/4" :s blåsrör jämförts med varandra. Man kan se att 3/4" :s blåsrör givit såväl större kolfärskningshastighet som bättre syrgasutbyte ävensom en mindre rörförbrukning. I ugn A har blåsningen utförts genom ett i ugnssidan befintligt hål varemot i ugn B blåsningen utförts genom arbetsluckan med sämre styrning och större rörförbrukning som resultat. Det må ännu nämnas att då vi började våra experiment lyckades vi endast uppnå en färskningshastighet om 7 kg/min.

Tabell II

Rör ø	Ugn	C I	Δ C	Δ C		Nm ³ O ² /min	t min	Nm ³	Rör		P atö	antal charger
				kg/min	kg/m ³				m/charge	m/100 Nm ³		
1"	A	.66	.28	7.48	.594	12.6	12F:o	152	2.6	1.7	12.7	21
	B	.76	.28	8.19	.615	13.3	11.4	152	5.0	3.3	12.8	21
3/4"	A	.77	.31	10.50	.835	12.6	10.5	132	2.4	1.9	14.4	21
	B	.75	.27	10.15	.753	13.5	9.0	122	3.9	3.1	13.0	17

Vid dessa ifrågavarande kolhalter blir hos oss drygt 75 % av syret utnyttjat för kol-förbränning. Någon menlig inverkan på valv, väggar eller botten ha vi icke kunnat iakttaga, även om vi till en början voro rädda för detta. Slaggens FeO-halt har visat sig vara aningen mindre vid syreblåsning än vid malmning. Se tabell III

Tabell III

	malm	syrgas
Slaggens FeO-halt vid C=0.4 % ..	9 %	7 %
» » » » C=0.12 % ..	15 %	12 %

Vid samma basicitet på slaggen och en slutkolhalt på ca 0.35 % ha vi fått i tabell IV angivna förändringar i P- S- och Mn-halterna.

Tabell IV

	Syrgas blåsning Ej slagbyte	Malmfärskn. Slagbyte		
Oxiderat C i	42	30	47	
% av utgånghalten	37.5			
P				
oxidation under blasn. %	39	28		
Δ P/Δ C	0.93	0.93		
oxidation efter blasn. %	11	9		
total P oxidation %	45	33	52	
Δ P/Δ C	1.07	1.1	1.1	
Mn				
total Mn-oxidation % ..	27		43	
Δ Mn/Δ C	0.7		0.9	
S				
S-rening under blasn. %	0	0		
» efter blasn. % ..	10	18		
total S-rening %	12	19	15	
Antal charger	19	13	22	

Av tabellen framgår att någon nämnvärd skillnad icke föreligger betr. S- och P-reningsförmågan vid syrgasblåsning kontra malmfärskning. Beaktas bör dessutom att normalt blir slaggen starkare basisk vid syrgasblåsning beroende på avsaknad av malmens SiO₂-haltiga sidosten.

Tack vare den högre färskningstemperaturen sparas något Mn som framgår av tabellen.

Stålets kvävehalt efter malmfärskning resp. syreblåsning har även undersökts, men ha vi icke funnit någon skillnad förorsakad av de olika färskningsförfarandena.

Om vi smälta in 0.3 % över det önskade C-värdet kunna vi ställa upp en kalkyl enligt tabell V för vår 34 tons charge när vi stanna vid ca. 0.4 % C.

Tabell V

Kostnadsfaktorer vid ..	Syrgasfärskning	Malmfärskning
Syrgas	3.75 Nm ³ /ton	
Malm		20 kg/ton
El-energi		40 kWh/ton
Järnrör	0.075 lm/ton	
Ökad Fe utbyte	8 kg/ton	
Mn-inbesparing		0.6 kg/ton
Tidsbesparing		15 min/charge

El-energin och tiden som inbesparas är beroende av Δ C:s storlek. I bild 9 har jag visat detta tidsberoende hos oss vid tillverkning av järnvägsräls.

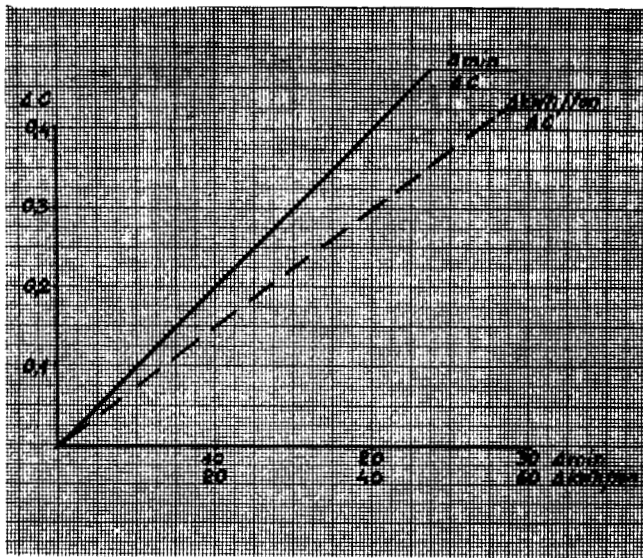


Bild 9. Effekt- och tidsbesparingen som funktion av färskningskolet i Imatra 30 tons ugn.

Användning av syrgas för färskning av Cr-haltigt skrot

D.C. Hilty och medarbetare har med sina undersökningar lagt grunden för den ekonomiska syrgasfärsningen av Cr-haltigt skrot. Vid högre temperaturer blir de flesta oxider mera instabila med undantag av CO. Av bild 10 ser vi huru jämvikterna påverkas av temperaturen.

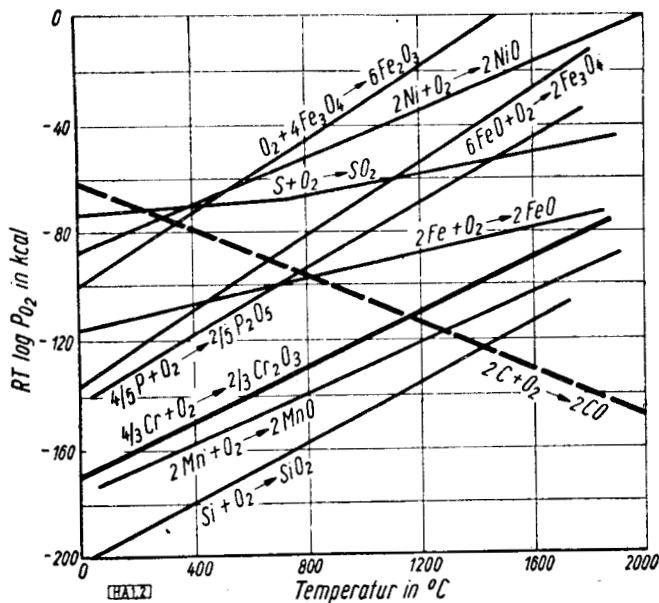


Bild 10. Oxidationsjämvikternas beroende av temperaturen.

Genom att vid syrgasblåsningen förbränna Si och något Cr uppnår badet snabbt höga temperaturer och C-färskningen försiggår utan större Cr-förlagging. Största delen av de förlaggade metallerna Cr, Mn och Fe kunna efter slutförd oxidering återreduceras till stålet.

För att ernå ett gott Cr-utbyte är det av vikt att uppnå höga temperaturer och få till stånd möjligast snabb kolfärskning. Bilderna 11 och 12 hänför sig till en 500 kgs tysk försöksugn och visa kolfärskningshastighetens beroende av badsammansättningen samt Cr-utbyttets beroende av färskningshastigheten.

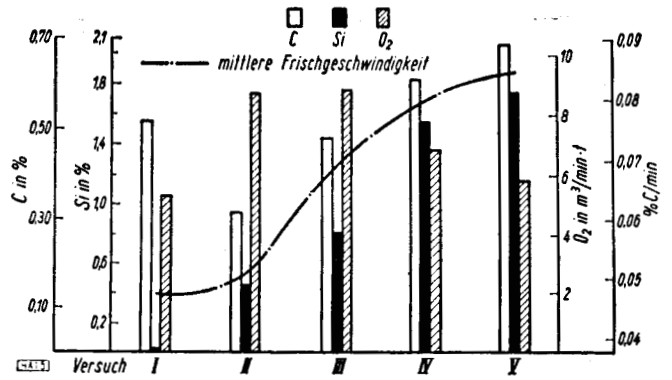


Bild 11. Färskningshastighetens beroende av badsammansättningen

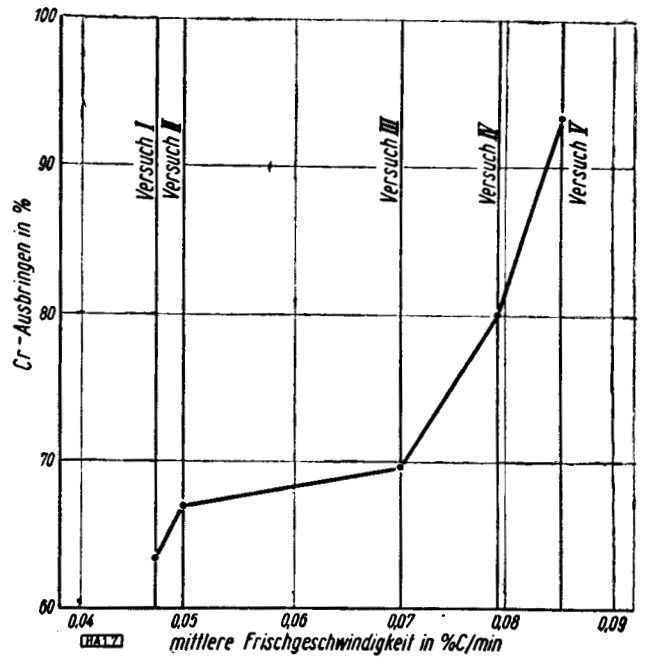


Bild 12. Cr-utbytet som funktion av färskningshastigheten.

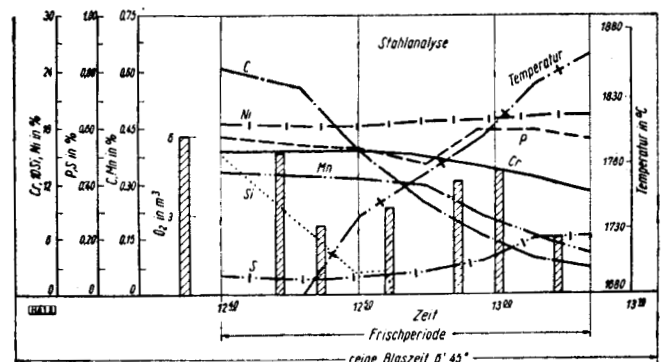
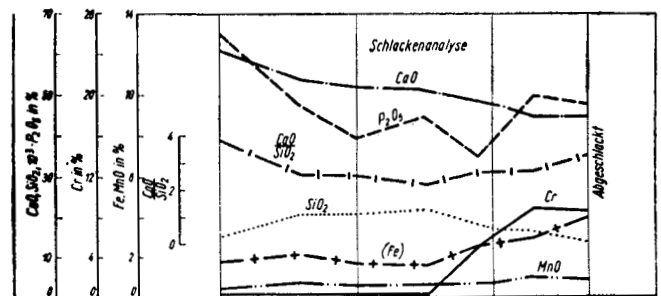


Bild 13. Det metallurgiska förloppet vid blåsning av en Cr-Ni-haltigt skrotcharge.

Bild 13 visar det metallurgiska förloppet under blåsningen i samma ugn. Blåsningen har börjats vid ca 1 600°C.

I Imatra ha vi tillverkat 18/8 stål av skrot i vår 3½ tons Rennerfelt ugn. Orsakerna att vi arbetat med denna ugn ha i huvudsak varit två, nämligen:

1) Genom att arbeta med en liten ugn är det lättare att blanda om badet efter legeringstillsetserna och sålunda få en homogen blandning och representativa prov under tillverkningens gång.

2) Vår syrgasutrustning tillåter ej sådana syrgasmängder och strömningshastigheter att en blåsning i 15 eller 30 tons ugn kunde genomföras med framgång.

Metodiken och produktionsgången ha varit följande:

Ugnen har chargerats med 18/8 skrot, beräknad Ni-mängd och högkolhaltig FeCr, det sista för att höja C-halten något före blåsningen. Efter det chargen har smultit och prov tagits har badets temperatur fått stiga till 1 600°C förrän blåsningen börjats. — Blåsningen har utförts med 3/4" rör vilket överdragits med asbest och Karhunitmassa. Arbetsstrycket har varit 12 atö. och strömningshastigheten 10 Nm³/min. (d.v.s. allt vi lyckats få ut ur vårt ledningsnät). Blåsningen har utförts genom arbetsluckan. — Ungefär 1½ minut efter blåsningens början uppträder i ugnsluckan en klart lysande CO-låga. Blåsningen fortsättes tills denna låga försvinner då C-halten är ca. 0.05 %. Under själva blåsningen stiger badets temperatur kraftigt och uppnår värden, på 1800 till 1900 °C. Vid en utgångs Cr-halt på 18—19 % har stålets Cr-halt efter blåsningen hållit sig vid ca 12.5 % vilket vid 0.05 % C tyder på en temperatur av över 1 900°C. Dessa höga temperaturer äro farliga för ugnens elfasta infodring, och ha vi därför genast efter blåsningens slut tillsatt 400 kg grovt kylskrot. Härefter reduceras slaggen snabbt med FeSiCr, FeSi eller FeSiMn och största delen av de förslagade metallerna Cr, Mn, och Fe återreduceras till stålet. Efter denna slaggreduktion drages slaggen och ny reducerande basisk slag göres. — Under tiden för dessa operationer har första förprovets (taget före blåsningen) analys meddelats till ugnen och med ledning av denna samt erfarenhet av Cr- och Mn-förluster under blåsningen tillageras eventuellt erforderligt lågkolhaltigt FeCr, FeMn, FeSi och Ni. Efter detta är chargen snart klar för tappning och sista reduktionen utföres i skänken med Al.

Tack vare de exoterma reaktionerna behöver strömmen ej påkopplas efter det den avslagits före blåsningens början.

Chargertiden från tappning till tappning är ca 4 ½ h av vilken tid 3 till 3 ½ h åtgår till insmältningen.

Totalutbytet av Cr har i början varit hos oss ca 85 % men i slutet av försökskampanjen över 90 %. Mn-utbytet har varit sämre eller runt 70 %.

El-energi har sparats i jämförelse med vanliga smältor 100 kWh/ton.

Syre har använts ca 70 Nm³ per smälta vilket betyder 18 Nm³/ton och en blåsningstid av 7 min. Av denna syrgasmängd åtgår för oxidation av C ca. 4 %, till oxidation av Si, Mn, Cr och Fe ca. 80 %.

Rörförbrukningen var hos oss, trots det elfasta överdraget, nära 1,5 m/min varför vi måste arbeta med flera rör. För att blåsningen ej skall bli onödigt avbruten vid rörutbyte arbeta vi med en omkastningsventil och kunna då genast föra in ett nytt rör då det föregående slutförbrukats.

Den enda svårigheten vid denna process synes vara att behärska stålets P-halt. Kromet skyddar nämligen, som av

bild 10 redan framgick, fosfor från oxidation. Av någon outgrundlig slentrian har P-halten i rostfria stål ganska internationellt föreskrivits till max. 0.04 %, trots att all sakkunskap är ense om att detta är en onödigt sträng fordran. Om skrotet är P-rikt och man blir tvungen arbeta med vissa FeCr-kvaliteter, vilka hålla 0.05—0.06 % P, skjuter man lätt över den föreskrivna gränsen.

Ifrågavarande syrgasfärskningsmetod kan även användas, om prisskillnaden på låg och hög C-haltig FeCr är stor, d.v.s. större än skillnaden i Cr-utbytet vid syrgasfärsknigen och den konventionella tillverkningsmetoden.

Trots de höga temperaturerna vilka uppnås vid syrgasfärskning av rostfritt skrot, ha vi med vår ugn icke haft några svårigheter varken med ugnens väggar, botten eller valv. Under försökskampanjen i sept/okt. —56 tillverkades ett trettiotal charger för valsverket, dock icke alla i en följd, och därefter sporadiskt en eller ett par charger efter vårt gjuteris behov. Under julhelgen —56 revs ugnens infodring för att kontrollera dess skick samt för att mura in ett botten av för detta ändamål rekommenderade specialstenar. Härvid kunde dock konstateras att denna ommurning var onödig och att vår sinterdolomitstampade härd var i förstklassigt skick. Ugnsväggarna och valvet hade gått 230 charger vid ommurningstillfället och voro ännu icke slutförbrukade.

Slutord

Syrgasen har under de två sista decennierna fått en allt större betydelse för järn och stålmetallurgin. Förutom som produktionsfrämjande hjälpmedel i konventionella S-M- och ljusbågsugnar samt Thomas konverterer har helt nya tillverkningsprocesser framkommit. Dessutom öppnar syrgasen nya vägar att spara dyrbara legeringsämnen. — Då man ytterligare beaktar att god färskningsmalm blir allt svårare att uppbringa, förstår man att syrgasen idag är ett oumbärligt hjälpmedel för stålmetallurgin och kommer dess betydelse inom järnmetallurgin att växa från år till år.

Litteratur

- Radex Rundschau 1949 s. 33—53
 JKA 1956 Vol 140 N:o 9 s. 607—673
 Drei Jahre L-D Stahl
 Stahl und Eisen 1957 Heft 1 s. 1—10
 Journal of the Iron and Steel Inst. 1955 Vol 186 part 2 s. 116—128
 Neue Hütte 1955 Heft 1 s. 11—19
 Imatra Järnverks undersökningsrapporter

Summary

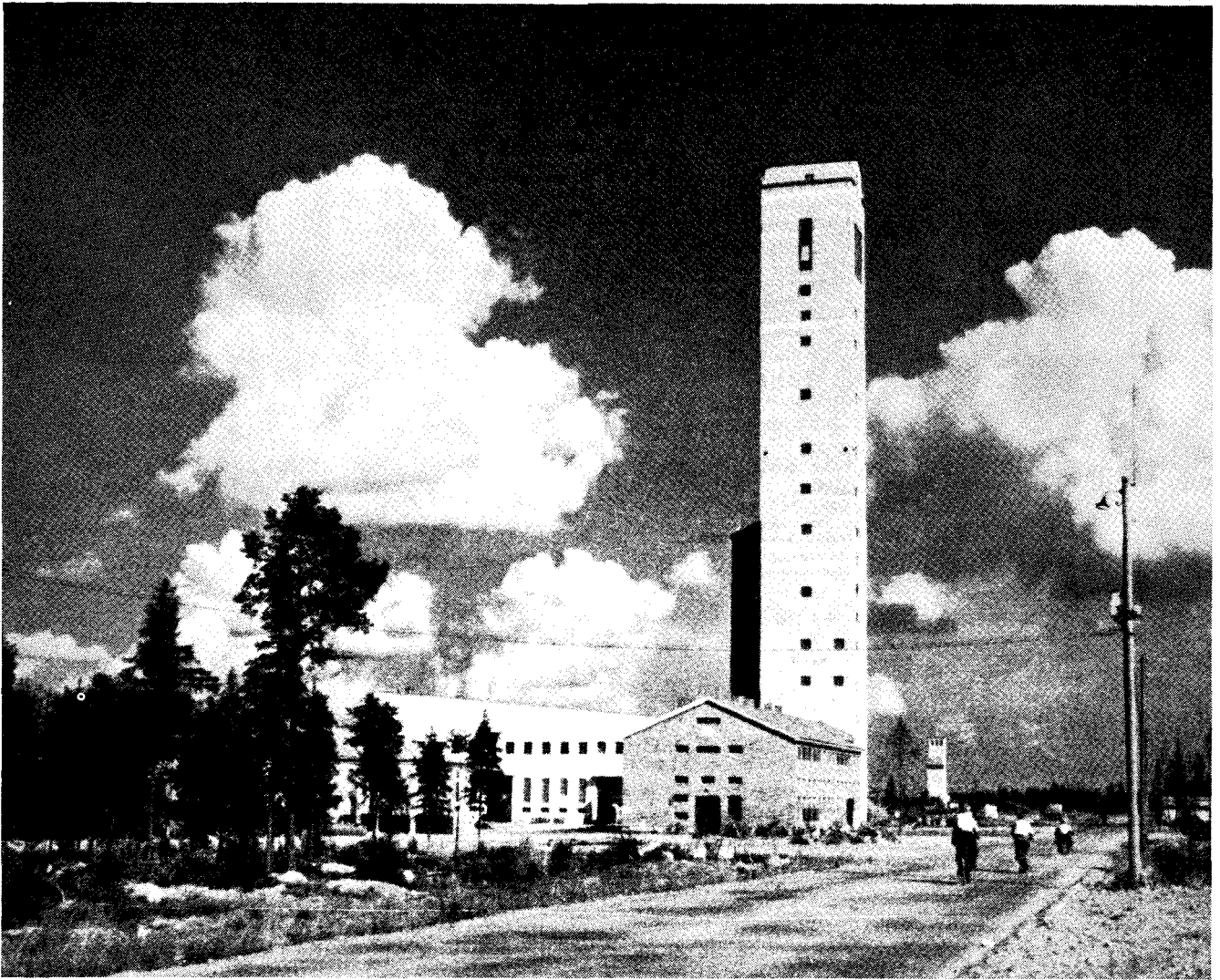
The Use of Oxygen in Steel Production

Some general aspects concerning the use of oxygen in ferro-metallurgy are shortly discussed.

The use of oxygen, for desiliconizing pig iron in the ladle, as a means of increasing production in the S-M furnace and as a quality improver and tonnage increaser in the Thomas convertor, is briefly described.

Three relatively new oxygen using processes, the L-D, Kal-Do and Oberhausen »Rotor», are surveyed and the metallurgical reactions in the furnaces are dealt with.

The method and the results, when ore is replaced by oxygen in the electric arc furnaces at Imatra Steelworks in the production of plain carbon steels, as well as in the lancing of stainless scrap in a 3 ½ ton furnace, are reviewed.



OUTOKUMPU Oy:n VIHANNIN KAIVOS

Kaivosyhdyskunta

Dipl.ins. G. Laatio

Vihannin kaivosyhdyskunnan löytöhistoria ja yksityiskohdat kaivoksesta ja rikastamosta on kerrottu toisissa yhteyksissä, mutta kuvaus jäisi puutteelliseksi ellei myöskin tällaiseen yhdyskuntaan liittyviä yleisiä asioita mainittaisi.

Rakennustyöt Vihannin kaivoksella aloitettiin Lampinsaaren kuilun rakennusryhmällä ja tämän kuilun 4000 m³ käsittävät maanpäälliset rakennukset teki oma rakennusosasto. Sanotut rakennukset valmistuivat jo keväällä —53, joskin siihen liittyvä sepelimurskaamo tuli käyttöön vasta viime vuoden syksyllä.

Ristonahon tehdasalueen rakennustyöt aloitti Oy Constructor Ab kesällä —53. Tämän rakennuskompleksin yhteinen kuutiomäärä on n. 75.000 m³ ja sisältää 87 m korkean nostotornin, joka tehtiin liukuvaluna, torni-

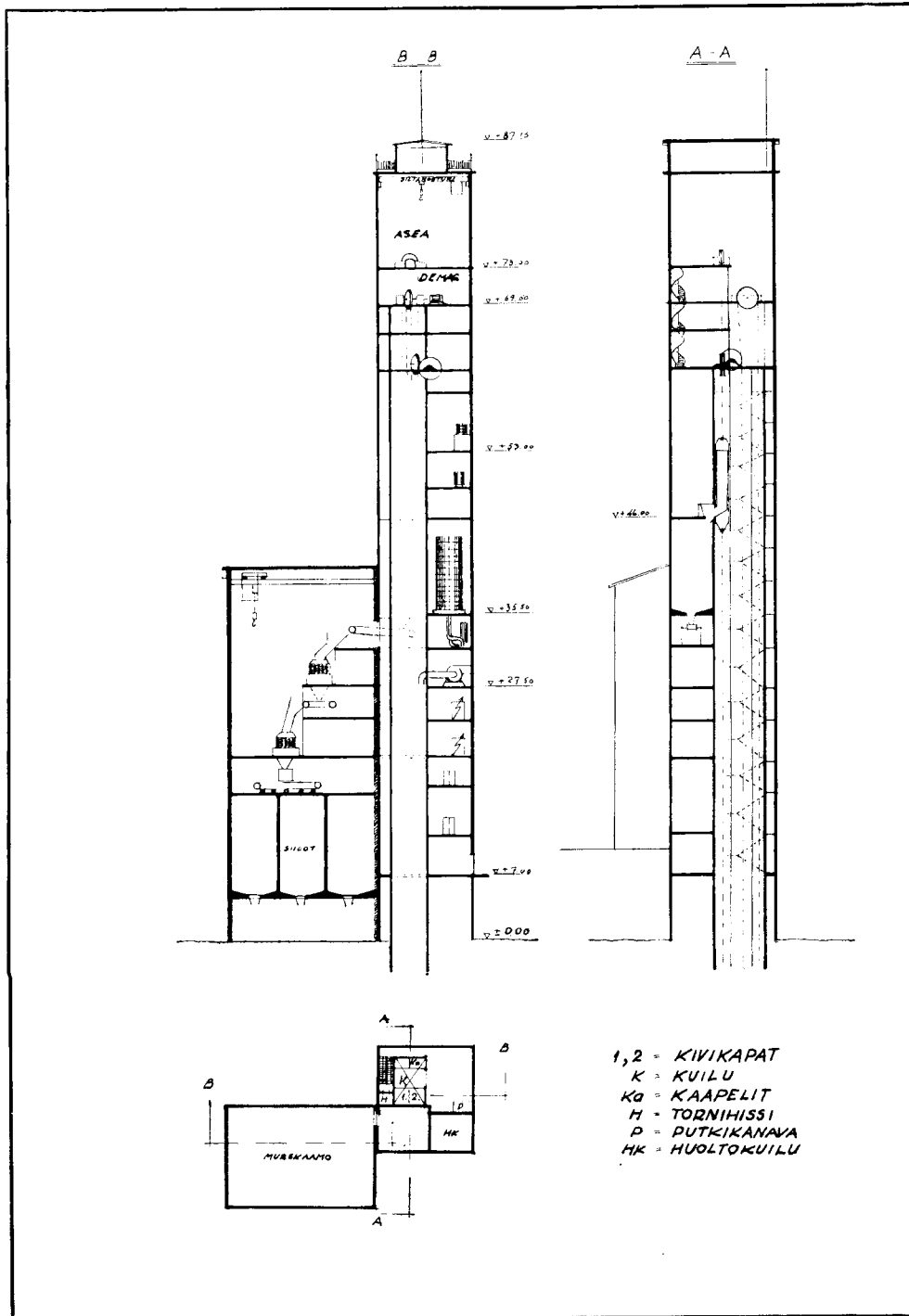
murskaamon, rikastamon, korjauspajat, varastot, lämpökeskuksen ja paloasema-autotallirakennuksen. Ristonahon torniin voitiin sijoittaa, kuten tornileikkauksesta (kuva1) näkyy, nostokoneitten lisäksi m.m. vedenpuhdistamo, vesisäiliöt, kaivostuuletin, sähkömuuntajia, sähkönjakeluasemia j.n.e.

Sähköenergian saantia varten on rakennettu 28 km pitkä 110 kV:n linja.

Koska vesistöjä ei ole läheisyydessä, oli turvaututtava 4,5 km:n päässä olevan Alpuan harjun pohjavesivaroihin, joista nyt sekä tehdas- että kotitalousvesi saadaan.

Tulevan rakennustyön helpottamiseksi ja tuotteitten kuljettamiseksi rakennettiin kaivokselle Vihannin asemalta alkava n. 12 km:n pituinen rautatie.

Rikasteet varastoidaan kuivaamattomina taivasalla



Kuva 1.

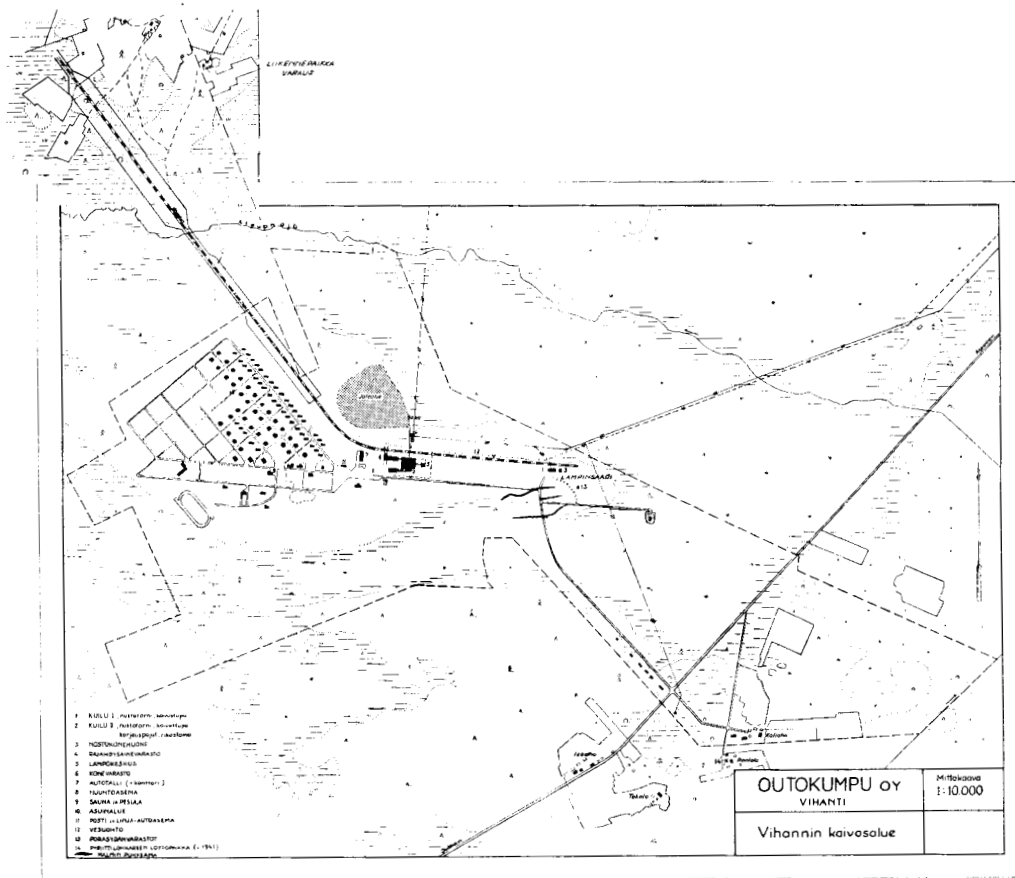
rautatien varressa ja lähetetään touko- ja lokakuun välisenä aikana lukuunottamatta kuparirikastetta, jota voidaan kuljettaa ympäri vuoden.

Asutuskeskuksia ei ole läheisyydessä, joten henkilökunnalle on yhtiön toimesta rakennettu asuntoja. Työvoimatarve on n. 400 henkeä ja on heitä varten yhtiön toimesta tehty 87 asuintaloa, joissa on 254 huoneistoa. Koko asemakaavapiirroksessa (kuva 2) näkyvä kaavoitettu alue on varustettu vesi- ja viemärijohtoverkostolla ja on kaikissa huoneistoissa vesi- ja viemärijohtot. Talot ovat 2- ja 3-perheen asuintaloja ja on runsaat puolet keskuslämmitteisiä.

Asuntoalueella ovat kaikki muut rakennukset ja rakenteet yhtiön tekemät paitsi kansakoulu ja 3 kpl liiketaloja.

Yhtiöllä on ensiapuasema ja kevään kuluessa saataneen lääkäri juuri valmistuneeseen virkataloonsa.

Kun lähellä kaivosaluetamme ei ole vesistöä, on palolammikko järjestetty myös lasten kahluaaltaaksi ja meren rannalta Raahesta on varattu muutaman hehtaarin alue kesänviettopaikaksi, jonne yhtiön toimesta on rakennettu majoitus- ja seurusteluparakit. Täällä on yhtiön palveluksessa olevilla oikeus viettää myöskin kesälomansa perheineen.



Kuva 2. Vihanniin kaivoksen teollisuus- ja asuinalue.



Kuva 3. Näkymä Ristonahon tornista asuinalueelle.

Malmiesiintymän geologia

Fil.tohtori Aimo Mikkola

Löytöhistoria

Voimakkaan 1930-luvulla suoritetun etsintäpropagandan ansiosta Vihannin pitäjä tuli malminetsijöiden tietoisuuteen ensimmäisen kerran v. 1936, jolloin geologinen toimikunta suoritti sieltä lähetettyjen rikkikiisulohkareiden (J. Salo, J. ja A. Lumiaho) johdosta tutkimuksia. Nämä eivät kumminkaan antaneet minkäänlaisia lupauksia. Seuraava ja todella mielenkiintoinen sinkki- ja pittoisen lohkarin löytö tehtiin v. 1939 (Edvard Kesälä) Lumimetsänkylän Törminperällä. Sota kummin-kin pimitti pitkäksi aikaa tämän lohkarin merkityksen. Jälleen v. 1941 oli lohkarilähetys. Tällöin Alpuan kylän Rantalan talon kaivosta löydettiin (A. Lumiaho) rikas rikkikiisulohkare. V. 1943 geologinen toimikunta jatkoi alueella tutkimuksia glasiaaligeologisella pohjalla tarkoituksella selvittää, mistä suunnasta nämä lohkarit ovat peräisin. Sodan loputtua jatkettiin etsintää suorittamalla geofysiikkallisia mittauksia moreenitutkimusten suosittelemalla alueella (vrt. Vuoriteollisuus N:o 1 1950). Magneettinen ja sähköinen häiriö tavattiin n. 1,5 km Rantalan talosta NW. suoalueella, jossa vain pieni metsäsaareke (Lampinsaari) antoi kiinteää pohjaa askeleelle. Geologisen tutkimuslaitoksen määrärahojen puitteissa ja kalustokapasiteetin sallimissa rajoissa aloitettiin timanttikairaukset v. 1946 ja jatkettiin niitä v. 1950, jolloin oli kairattu kaikkiaan 41 reikää. Näitten kairauksen tuloksena oli todettu useampia rikkikiisulohkareita mineralisoituneita vyöhykkeitä. Eräät niistä sisälsivät sinkkivälkettä sekä hiukan kuparikiisua ja lyijyhohdetta, toiset melkein puhdasta magneetti- tai rikkikiisua.

Tutkimuksia ryhtyi jatkamaan Outokumpu Oy v. 1951, jolle Suomen valtio luovutti tehdyllä sopimuksella valtausalueet ja kerääntyneen aineiston. Timanttikairauksia suoritettiin v. 1953, jolloin ne keskeytettiin. Tällöin oli kairattu kaikkiaan 84 reikää yhteispituudeltaan 14245 m.

Yleinen geologia

Vihannin malmiesiintymä sijaitsee Keski-Pohjanmaan laajan graniittialueen N.-laidalla. Pinnanmuodostukseltaan on koko alue alavaa ja tasaista moreenimaata, jota halkovat monet joet ja muutamat harjujaksot, kummatkin NW.-SE.-suunnassa. Järviä siellä on vain muutamia. Niitä korvaavat suuret suot. Tästä johtuen kallio paljastumat alueella ovat harvassa ja geologinen tietous hataraa. Seutu kuuluu W. W. Wilkman'in julkaiseman (v. 1929) Kajaanin karttalehden alueeseen, jota varten kenttätöitä oli tehty jo vuosisadan alussa. Geologisen tutkimuslaitoksen suorittama uudelleenkartotus on parhaillaan käynnissä, ja muutamia lehtiä on jo julkaistukin.

Malmiesiintymän lähiympäristön pääkivilajina on paljastumista päätellen mikroliinigraniitti, joka on kauniisti porfyyristä värin ollessa useimmiten ruskean punertava tai harvemmin harmaa. Varsinkin länteen päin on laaja graniittialue, joka alkaa n. 5 km:n päässä kaivoksesta.

Graniitin keskellä pistää esiin useita emäksisiä syväkivimassoja. Näiden kokoomus vaihtelee pyrokseenigabrosta dioriittiin. Muutamat tyyppit ovat lähes puh-

taita hypersteenigabroja. Yleisesti ottaen sarvivälkegatro on kuitenkin levinnein. Rakenteen on useimmiten ofiittinen liistakkeisen plagioklaasin antaessa asun. Varsin selvästi nämä emäksiset kivet näkyvät aeromagneettisella kartalla, ja usein ne paljastuvatkin moreenin läpi. Itäänpäin kaivoksesta on lähin gatro Alpuassa n. 3 km:n päässä. Tämän pinta-ala on n. 20 km². Lännessä on vastaavanlainen, mutta pienempi, n. 5 km:n päässä Seppälässä. Kontaktisuhteet graniitin ja gabron välillä osoittavat, että edellinen on lävistävää muodostaen usein kauniita breksioita, esim. Haaralan mäellä Oulaisissa.

Intrusiivikivien keskellä tapaa siellä täällä liuskeitakin. Tosin paljastumat ovat suhteellisen harvinaisia johtuen näiden kivien helposta rapautumisesta. Ehkäpä liuskeita on tunnettua huomattavasti runsaamminkin, kuten esim. Vihannin kaivoksen ympäristössä suoritettujen tutkimukset osoittavat. Liuskeet ovat alkuperältään joko sedimenttejä tai vulkaniitteja. Edellisessä ryhmässä tavataan kaikkia rapautumissedimenteistä peräisin olevia liuskeita, kuten grauvakkoja, kvartsiitteja, kiilleliuskeita, dolomiitteja ja näistä johtuvia karsia. Vulkaaniittien ryhmään kuuluu lähinnä amfiboliitteja. — Liuskeet ovat vanhempia kuin e.m. gabrot ja graniitti.

Kaivoksen geologia

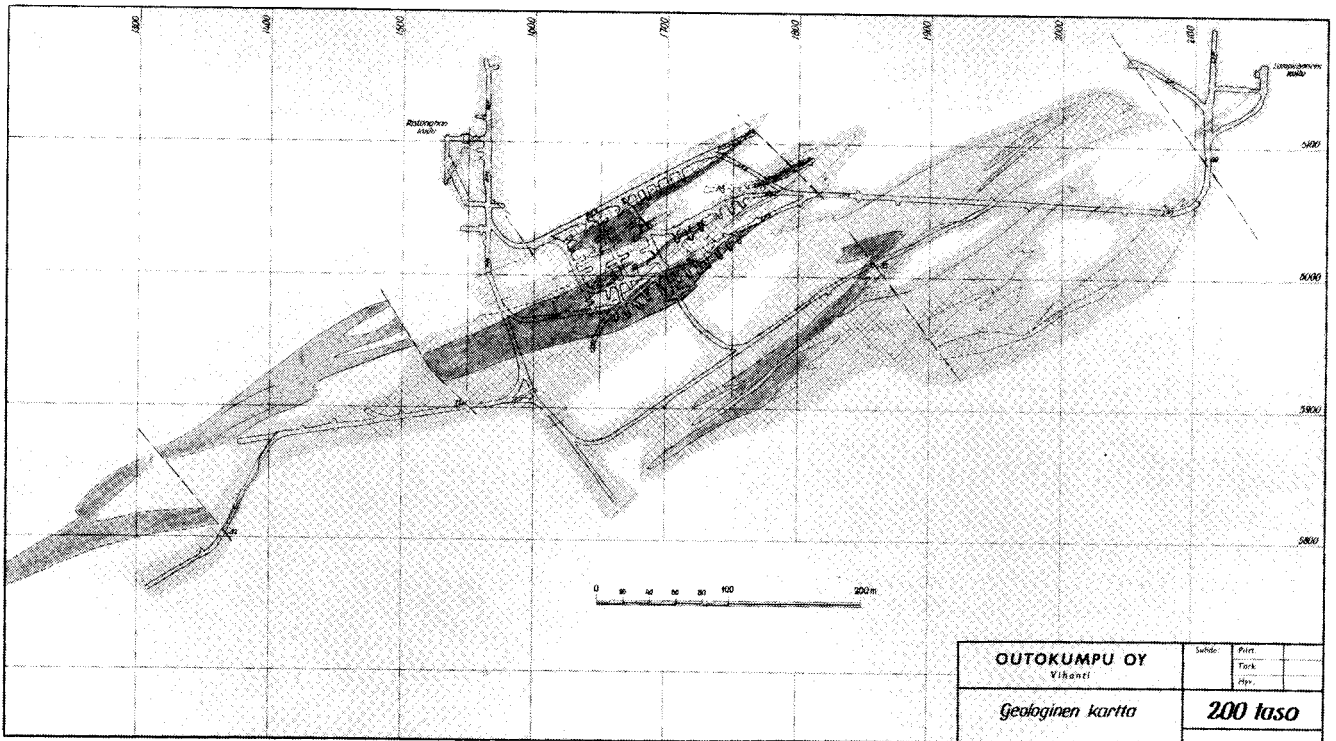
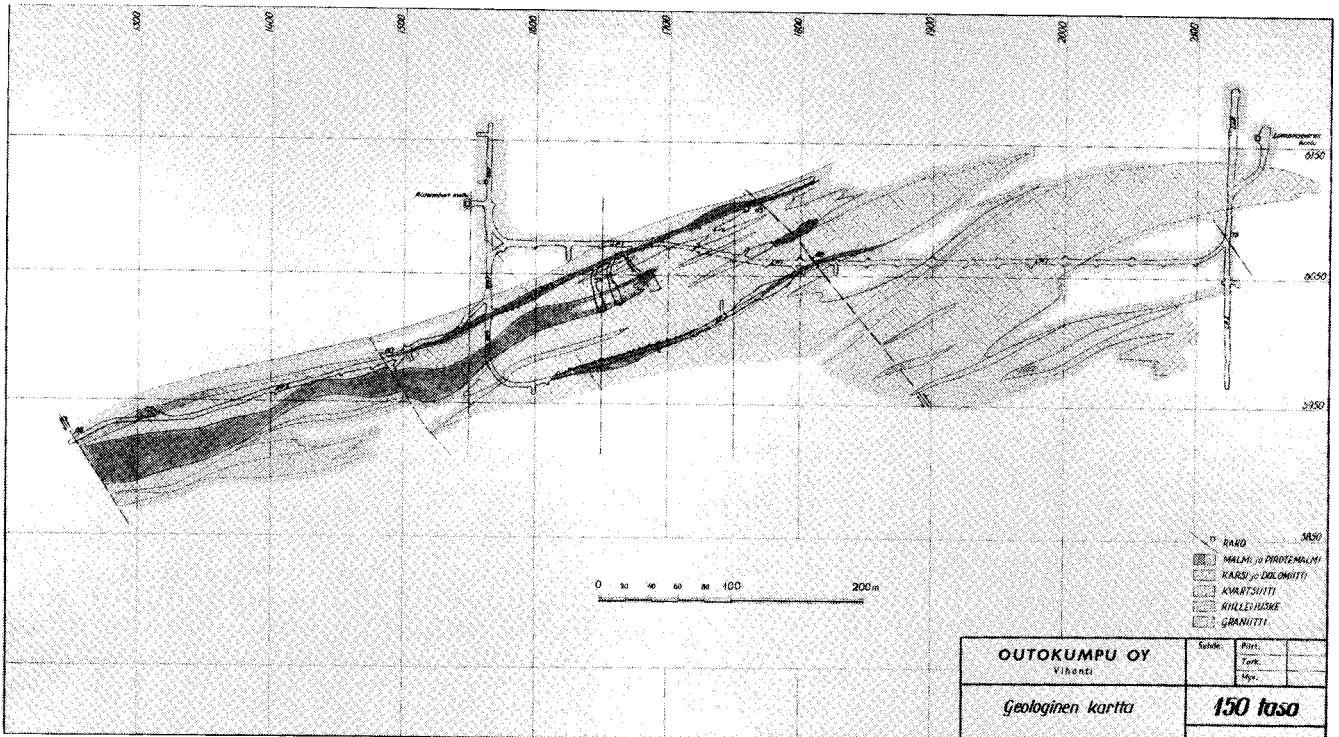
Kivilajit.

Vihannin malmista ei tavata yhtään paljastumaa, vaikka se muutamissa kohdin puhkeakin pintaan n. 2—5 m:ä paksun moreenikerroksen alla. Lähimmät ja ainoat kalliopaljastumat ovat n. 1,5 km päässä näistä puhkeamista. Senvuoksi kaikki geologinen tietous perustuu yksinomaan kaivoksesta ja timanttikairauksista saatuaan materiaaliin.

Malmi sijaitsee liuskemuodostumassa, jonka kivilajien järjestys pohjoisesta etelään on seuraava: kiilleliuske, kvartsiitti, dolomiitti-karsi, kvartsiitti, kiilleliuske tai -gneissi (kuva 1).

Malmiesiintymän N.-puolella oleva kiilleliuske on jokseenkin hienorakeista biotiittiliusketta. Vaihtelua tälle kivelle antavat runsaasti esiintyvät diopsidikarsilinsit tai -luivot, jotka ovat liuskeisuuden suunnassa. Näiden koko on hyvin vaihteleva, mutta paksuus tuskin koskaan saavuttaa metriä. N.-puolen kiilleliuskeissa tavataan vain harvoin granaattia, ja silloinkin hyvin rajoitetulla alueella ja pienirakeisena. S.-puolella on kiilleliuskeille ominaisia alumiinirikkaita mineraaleja kuten sillimaniittia, kordieriittia ja serisiittia, joka alkuaan lienee ollut andalusiittia. Kiilleliuske vaihtuu kiillegneissiksi kalkkihorisontista pois päin. Tällöin sen kvartsi- ja maasälpämäärä lisääntyvät sekä raesuuruus kasvaa. Mielenkiintoinen on 150 m tasolla tavattu kordieriittigneissi-patja, joka sijaitsee kvartsiitin ja kiilleliuskeen välissä. Ominaista sille on sellaisten mineraalien kuin kordieriitin, flogopiitin ja talkin runsas esiintyminen, mikä merkitsee suurta Mg-määrää.

N.-puolen kiilleliuske vaihtuu malmia kohti mentäessä kiveksi, jonka yleisnimenä on käytetty kvartsiittia. Puhtainta kvartsiittia tavataan 200 m:n ja 250 m:n tasoilla Ristonahon kuilulla. Täällä se on vaalean harmaata grauvakkamaista kiveä. Muualla kvartsiitiksi nimetty kivi on jokseenkin tummaa johtuen väri biotiitista ja mahdollisesti myöskin grafiitista. Paikoin tässä



Kuva 1. Vihanniemi kaivoksen geologinen kartta, ylempi 150 m taso, alempi 200 m taso.

kvartsiittihorisontissa on nimittäin aivan hienorakeisia mustaliuske- (grafiitti-) kerroksia. Edelleen kvartsiitti sisältää runsaasti kapeita karsikerroksia, joista vahvimmat saattavat olla n. 0,5 m:n paksuisia, ja on niillä usein jatkuvuutta kulun suunnassa. Kaivosgeologian kannalta on erittäin mielenkiintoinen sellainen kvartsiitti, joka sisältää pieniä kivilajipalloja. Tämä grauvakkamainen kivi näyttää esiintyvän määrättyssä hori-

sontissa ja muodostaa siten helposti tunnettavan merkkihorisontin. Palloset ovat pääasiassa kvartsiita, joskus myöskin maasälpää sisältäviä tai harvoin kvartsiittimaisia. Lähellä malmia palloset ovat luonteeltaan sinisiä, poikkeuksellisesti harmaita tai valkoisia. Niiden koko ja muoto ovat hyvin vaihtelevia. Tavallisin on n. 2—3 mm:n läpimittainen pyörästynyt tai liuskeisuuden suuntaan venynyt pallonen. Mutta paikoin pallojen läpi-

mitta saattaa olla jopa 1,0 cm:kin. Tällöin ne usein ovat kulmikkaita. Pallojen lukumäärä on hyvin vaihteleva, ja voivatpa ne puuttua kokonaankin mainitusta horisontista sekä kaateen että kulun suunnassa.

Malmiesiintymän kannalta on tärkein kivilaji kalkkikivi karsijohdannaisineen. Muuttumaton kalkkikivi on jokseenkin hienorakeista harmaata tai kellertävää dolomiittia. Serpentiiniä on aika runsaasti joko pisaramaisesti tai kapeina suonina. Pääasiassa reunoiltaan on dolomiitti karsitunut, jolloin tremoliitti ja diopsidi ovat päämineraalit useimmiten yhdessä tai kumpikin erikseen. Puhtaat diopsidikarret ovat suhteellisen harvinaisia. Ne ovat karkearakaisia, massamaisia ja sisältävät usein heikon lyijyhohde-, kuparikiisu- tai magneettikiisupitotteen. Sädekivikarsi on vaalean vihreää jossain määrin liuskeutunutta kiveä, missä tremoliitin ohella on aina hiukan diopsidia ja kvartsia, usein vielä pieniä kvartsiittisia liuskefragmentteja. Vain harvoin tavataan aivan puhdasta tremoliittikartta ja silloinkin pieninä linseinä. Tällöin tremoliitti on kauniina aurinkoina raesuuruuden saavuttaessa jopa 2—3 cm:n läpimitan. Muina karsimine-raaleina on kirkkaan ruskeaa turmaliinia, joka esiintyy kasaumina sädekivikarressa. Näissä kasaumissa on jokseenkin säännöllisesti tavallista runsaammin kiisuja. Apatiitti on yleinen karsissa. Erikoisuutena mainittakoon forsteriitti ja klinohumiitti. Diopsidi kuten forsteriittikin ovat serpentiiniytyneet, kun taas tremoliitti on talkkiutunut.

Intrusiivikivistä harmaa porfyrynen mikroliinigraniitti esiintyy juonina varsinkin kaivoksen itäosassa. Niinpä Lampinsaaren kuilulla 200 m tasolla tämä graniitti on kauniisti paljastuneena. Louhoksissa tavataan erityyppisiä pegmatiittijuonia, jotka kumminkin kuuluvat samaan ryhmään kuin mikroliinigraniitti. Kirjograniittirakenne ja suuret maasälpäkiteet ovat silmiinpistäviä näille pegmatiiteille. Musta turmaliini eri suuruisina kiteinä on tyypillistä. Graniitti- ja pegmatiittisuonet lävistävät sekä liuskeita että malmia.

Juonikivistä mainittakoon vielä diabaasit, joita on erityyppisiä ja ilmeisesti myös eri-ikäisiä. Eräät ovat rakenteeltaan ja kokoomukseltaankin hyvin lähellä dioriittia, kun taas toiset ovat kovin hienorakeisia ofiitti-

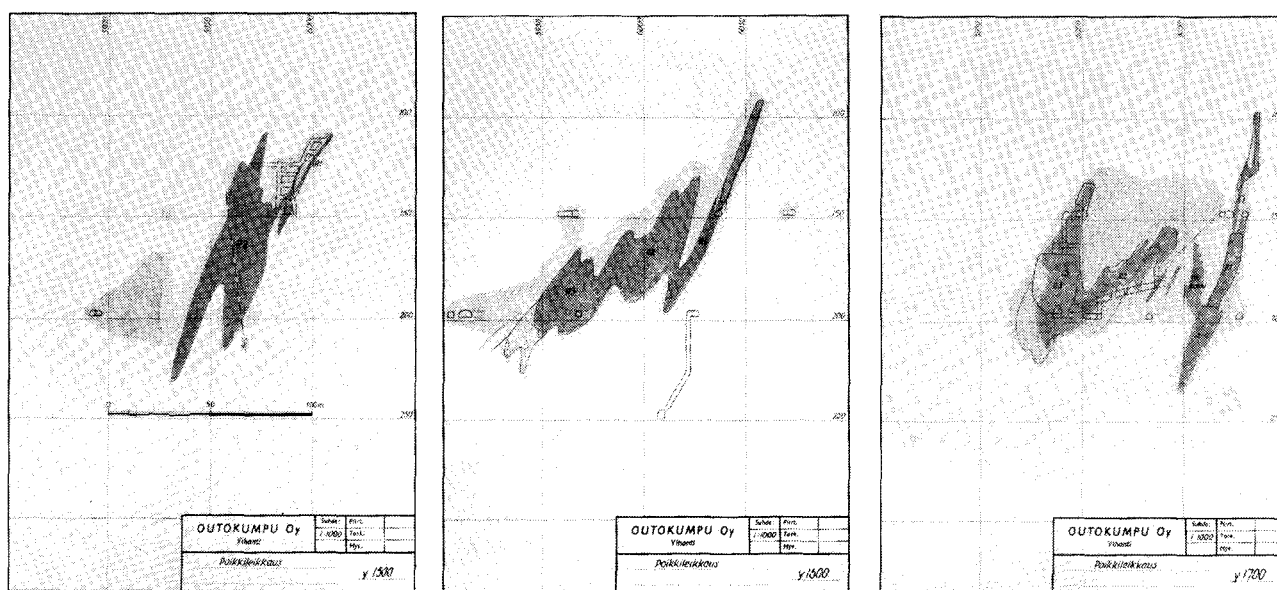
sia sarvivälkediabaaseja. Nämä v.m:t ovat yleistä kulkua leikkaavia ja usein asettuneet rakovyöhykkeisiin. Diabaaseilla on malmiesiintymän kannalta merkitystä siinä, että ne paikantavat rakoilun ja ovat siten ennakkomerkkinä mahdollisista siirroksista.

Rakenne

Nykyisen tiedon mukaan kaivoksen liuskeet muodostavat synkliinin, jonka akselitaso kallistuu keskimäärin n. 60° S. Kaade kaivoksen itäosassa on huomattavasti pystympi, n. 80°—90° ja loivenee länteenpäin. Poimukseli kallistuu suurissa puitteissa n. 15—20° W ja on sen kulku N75°E (kaivoskoordinaatiston mukaan). Synkliinin sydämen muodostaa kalkki-karsihorisontti, jossa sen molemmat kyljet ovat yhdessä. Ajatusta tukee se, että horisontin S-puolella tavataan samat kivilajit kuin N-puolella, mutta vastakkaisessa järjestyksessä. Tämän horisontin paksuus on esim. 150 m tasolla n. 250—300 m.

Liuskeisuuden kulku on sama kuin akselitason. Kaade vaihtelee sensijaan jonkin verran mutta on keskimäärin n. 60°—70° S. Kerroksellisuus ja liuskeisuus näyttävät suurissa puitteissa olevan samansuuntaisia, mutta on siitä paljon poikkeuksiakin. Nämä johtuvat lähinnä voimakkaasta pienenpoimutuksesta (kuva 2), joka tunnetaan synkliinin N.-kyljellä. Täällä liuskeisuus leikkaa kerroksellisuutta. Samasta syystä kerroksellisuuden kaade pienissä puitteissa on hyvinkin vaihteleva. Valitettavasti voimakas metamorfoosi on usein hävittänyt kerroksellisuuden, niin että sitä on vaikea, jopa mahdoton, havaita pienten poimujen harja- ja allasosissa.

Kaivoksessa tavataan useita rakoja, jotka lähes kaikki näyttävät olevan malmia nuorempia. Vallitseva on poikkirakoilusysteemi. Sen kulku on n. N40W ja kaade jotta-kuinkin pysty. Tähän systeemiin kuuluvia suurehkoja rakoja tunnetaan jo nyt avatussa kaivoksen osassa kaikkiaan viisi. Rakojen laajuus vaihtelee sekä kulun että kaateen suunnassa. Paikoin saattaa rako olla vain n. 5—10 cm, mutta toisin paikoin jopa lähes 1 m, jolloin siinä on useampia vieri vieressä. Täytteenä on tavallisesti kalsiittia, joskus suurina kauniisti kehittyneinä ska-



Kuva 2. Poikkileikkauksia Vihannin malmin. Merkinnot samat kuin kuvassa 1.

lenoedreina; parissa raossa tavataan myöskin zeoliittia. Mutta pienet tyhjät ontelotkaan eivät ole harvinaisuuksia. Eräissä kohden näytävät diabaasijuonet seuraavan rakoja, mutta ovatko ne samanikäisissä raoissa kuin kalsiitti-zeoliitti täyte, on toistaiseksi ratkaisematon kysymys.

Rakojen pitkin on tapahtunut siirroksia, joista eräät ovat sitä luokkaa, että niillä on merkitystä malmin seuraamisessa. Suurin tähän mennessä tavattu siirros on n. $y=1300$:n paikkeilla. Länsipuoli on siirtynyt itäpuolen suhteen sekä alas että etelään päin. Siirroksen suuruus kumpaankin suuntaan lienee n. 50 m:n luokkaa.

Malmi

Malmi sijaitsee edelläkuvatun synkliinin N.-kyljellä karren ja kvartsiitin kontaktissa tai karressa kvartsiitin läheisyydessä. Se seuraa jokseenkin tarkasti pienoispöimutusta (=kerroksellisuutta), mutta myöskin liuskeisuus näyttää olevan määrätystä merkityksestä. Missä liuskeisuus leikkaa kerroksellisuutta saattaa malmi seurata sitä jonkin matkaa kvartsiittiin. Näin on laita pöimujen terävissä käännekohdissa. Kvartsiittia vasten kontakti on tavallisesti jokseenkin jyrkkä. Vain rautakiisuja on siinä kontaktin läheisyydessä. Ollen kompetentti kivi on kvartsiitti usein rikkoutunut, ja näin syntyneissä raoissa tavataan silloin muitakin kuin rautakiisuja. Karteen päin sensijaan kontakti on vähittäinen, tosin hyvin jyrkästi. Kompaktia sinkkimalmia reunustaa tällä puolella heikko pirotalmi, jossa sinkkivälkkeen ohella on tavallisesti kupari- ja magneettikiisua.

Malmi sisältää valtaminaalina sinkkivälkettä sekä lisäteijöinä jonkun verran kuparikiisua, lyijyhohdetta ja rautakiisuja sekä vaihtelevasti baryyttia, karbonaattia, silikaatteja ym. liukenemattomia mineraaleja. Edelleen malmi sisältää hiukan tennantiittia tetrahedriittia, kubaaniittia, mahdollisesti valleriittia sekä muita lähemmin määräämättömiä kiisuminaaleja. Suurissa puitteissa on malmi jokseenkin homogeenista sinkkivälkkeeseen nähden. Paikallisesti se vaihtelee hyvinkin suuresti, sillä malmihorisontissa olevat kvartsiitti- ja syrjäytymättömät karsi- tai dolomiittiosat alentavat kiisumäärää huomattavasti. Tällainen vaihtelu on ilmeisesti seurausta alkupe-raisestä isäntäkiven epähomogeenisuudesta. Muitten kii-

sujen jakaantumisessa ei ole havaittu säännönmukaisuutta. Tosin kuparikiisu näyttää rikastuneen malmin katto-, ts. karren puolelle, ja malmin sisässä kvartsiittisiin osiin. Mutta tästäkin on kyllä poikkeuksia, mm. Ristonahon kuilulta länteenpäin aina siirroksen saakka on huomattava kuparikiisu-konsentraatio läpi lähes koko malmin. Lyijyhohde on jokseenkin tasaisesti jakautuneena. Tosin se näyttää suosivan eniten karkeaa diopsidikartta esiintyen siinä pirotteena varsinaisen malmin ulkopuolellakin. Rikki- ja magneettikiisua on aina jonkin verran sinkkimalmissa. Mieluimmiten nämä kumminkin esiintyvät erikseen. Toistaiseksi on ratkaisematta, mikä yhteys sinkkivälke- ja rautakiisuminalisatiolla on. Eräissä tapauksissa sinkkimalmin ylimmät huiput ovat magneettikiisurikkaita ja mineralisaatio näyttää jatkuvan rautakiisuina pintaa kohti.

Vihannin malmi on syrjäyttämISRakenteinen, jossa tavataan kaikki asteet heikosta pirotteesta lähes kompaktiin tavaraan. Isäntäkivistä on kumminkin jällellä parhaimmassakin paikassa voimakkaasti syrjäytyneitä diopsidi- tai tremoliittirakeita. Karsikivessä on breksioituminen heikkoa, mutta sitä kauniimpia rakenteita tavataan kvartsiittissa. Näin on laita varsinkin rikki-magneettikiisuminalisation yhteydessä (esim LP-5 200 m tasolla). Kvartsiittifragmenttien koko vaihtelee suuresti; perän seinässä saattaa nähdä yli 0,5 m:nkin läpimittaisia murskaleita. Vaikka fragmentit ovat yleensä kulmikkaita, on niiden reunoilla tapahtunut aina syrjäytymisestä johtuvaa pyöristymistä.

Malmin sijaintia näyttää tähänastisen tiedon mukaan kontrolloivan ainakin kaksi seikkaa. Ensimmäisenä on otollinen horisontti, jollaisen muodostaa karsikivi. Sinkkimineralisaatio on melkein poikkeuksetta karsikivessä ja useimmiten vielä joko suorastaan kvartsiitin kontaktissa tai sen välittömässä läheisyydessä. Toisena kontrolloivana tekijänä on synkliinin kyljellä tapahtunut pienoispöimutus. Tästä seikasta ei vielä ole paljonkaan tietoa, sillä kaivostahan on avattu vasta kovin vähän. Mutta se, että e.m. horisontti ja kontakti on lävistetty useissa kohti tapaamatta mineraalisaatiota, tukee ajatusta. — Mahdolliset muut kontrolloivat tekijät selviävät kaivostöiden edistyessä ja geologisen tuntemuksen kasvaessa.

Kaivos

Dipl.ins. *Lars Wetzell* ja dipl.ins. *Esko Pihko*.

Kaivoksen avaaminen

Lampinsaaren malmikentän siirryttyä Outokumpu Oy:n hallintaan aloitettiin Lampinsaaren kuilun ajo marraskuussa 1951. Kuilu on poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoinen, mitoiltaan $3,9 \times 4,4$ m ja jaettu seuraaviin osastoihin:

- henkilö- ja materiaalihissi
- kappi, joka on edellisen vastapainona
- putket ja kaapelit
- portaat

Kuilu rakennettiin maanpäällä valmiiksi tehdyillä $8'' \times 8''$ kehikkorakenteilla k/k 3,5 m, ja johteet ovat $7'' \times 7''$. Kuilusta avattiin tasot +100, +150, +200, +215 ja +238. Kuilu ajettiin +258:aan, ja valmistui se maaliskuussa 1953. Kuilun kivien lastaus tapahtui käsin, ja oli kokonaisteho 14,2 j/m valmista kuilua/kk mukaan-

luettuna kuilun kauluksen ja tasojen valut sekä tasojen avaukset. Vuonna 1956 aloitettiin kuilun syvennys tasolle +284 ja valmistui se helmikuussa 1957. Lampinsaaren kuilu toimii nyt raakunnosto-, ilmanvaihto- ja huoltokuiluna.

Elokuussa 1952 aloitettiin pääkuilun, Ristonahon kuilun ajo. Se on sijoitettu Lampinsaaren kuilusta 600 m länteen malmin jalkapuolelle lähelle Ristonahon malmin painopistettä, ja on sen lyhyin etäisyys malmista 100 tasolla 65 m. Kuilu rakennettiin kuten Lampinsaaren kuilu $8'' \times 8''$ ja $7'' \times 7''$ parruista. Sen poikkileikkaus on $3,9 \times 6,0$, ja on se jaettu seuraaviin osastoihin:

- henkilö- ja materiaalihissi
- edellisen vastapaino- ja ilmanvaihto-osasto
- putket, kaapelit ja portaat
- malmikapit, jotka ovat toistensa vastapainoina.

Kuilusta avattiin tasot +100, +150, +200, +250, +270 ja +300. Kuilu ajettiin 301 m syvyyteen eli tasolle +325, ja valmistui se elokuussa 1954. Kuilun ajon kokonaisteho oli 13,6 jm valmista kuilua kuukaudessa.

Lampinsaaren kuilun valmistuttua aloitettiin keväällä 1953 150 tason ajo Lampinsaaresta käsin ja syksyllä myös 200 tason ajo, ja saavutettiin yhteydet kuilujen välille toukokuussa 1954 ja helmikuussa 1955.

Ristonahon henkilöhissin tultua käyttöön syyskuun lopulla 1954 päästiin aloittamaan säiliö- ja murskaus- systeemin tilojen louhinta Ristonahon alatasoilla, ja samaan aikaan alkoivat myös louhinnan valmistavat työt. Valmistavien töiden ja louhinnan malmi (75.500 tonnia) nostettiin vuoden 1955 heinäkuuhun asti Lampinsaaren kuilun kautta maanpäälle ja kuljetettiin kuorma-autoilla Ristonahon tornin juurelle, mistä se tilapäisillä laitteilla nostettiin kartiomurskaamon yläsiiloon. Rikastamon koekäynti oli alkanut lokakuussa 1954. Malminnosto Lampinsaaren kautta lopetettiin 10.7.55 ja 26.7. voitiin ottaa käyttöön nykyinen Ristonahon murskaus- ja säiliösystemi sekä Asean täysautomaattinen malminnostokoneisto.

Ristonahossa tasoilta +150 ja +200 n. 750 tonnin vetoiseen kaatonousuun kaadetut malmi syötetään 250 tasolla ketjuilla ja luukulla suljettavasta 1,5 m leveästä mekaanisesta rännistä lohkarermurskaimen AR-120 kiitaan. Murskaimen asetus on 250 mm, iskuluku 200 iskua/min ja moottorin teho 52 kW. Tasolta +250 malmia kaadetaan murskaimeen suoraan Granby-vaunuista.

Lohkarermurskaimen alla olevasta noin 100 tonnin siilosta syötetään malmi 100×160 tärysyöttäjällä 270 tasolla olevaan 600×900 leukamurskaimeen, jonka asetus on 110—120 mm ja iskuluku 240 iskua/min. Leukamurskaimen läpi mennyt malmi putoaa noin 1350 tonnin suuruiseen siiloon, josta se 300 tasolla syötetään kahdella 100×160 tärysyöttäjällä ja 1000 mm levyisellä hihnalla mittataskuihin. Molemmat siilot samoin kuin kaatonousut ovat pystysuoria. Murskaamot ja mittataskuasema on kalliopultattu ja betonirapattu. Molempia murskaimia käyttää sama mies, jonka kulkemisen helpottamiseksi on tasojen välille ajettu kulkunousu.

Nosto Ristonahossa

Malminnostokoneena on tornissa ASEA:n valmistama Koepe-kone ja ovat sen arvot seuraavat:

rumpu 3 m Ø
köydet 2 kpl 32 mm Ø, galvanoidut
jarrut paineilmakäyttöiset
nopeus 7 m/sek
nostomatka 330 m
nettokuorma 4,4 ton
teho 200 ton/h
moottori 440 kW ja 380 V

Nostokone toimii täysautomaattisesti. Punnitsevat mittataskut ovat mukana automatiikassa niin, että mittataskun saatua 4,4 tonnin kuormansa pysähtyvät kappalastaustason vastaava tärysyöttäjä ja kuljetushihna. Kappan saavuttua täyttöasentoonsa tyhjentyvät mittatasku ja luukun sulkeuduttua lähtee lastattu kappa nousemaan, ja samanaikaisesti käynnistyvät mittataskun kuljetushihna ja tärysyöttäjä. Mittataskut toimivat paineilmalla ja niiden punnitus hydraulisesti. Kapat ovat pohjasta tyhjentyviä. Malmisäiliö tornissa on n. 350 tonnin suuruinen.

Henkilönostokoneena on Demagin valmistama käsin ohjattu Koepe-kone, jonka arvot ovat:

rumpu 3 m Ø
köysi 40 mm Ø, galvanoitu
jarrut paineilmakäyttöiset
nopeus 5,5 m/sek
henkilönosto 30 henkilöä
materiaalinosto 5 ton
moottori 315 kW ja 380 V

Sekä malminnosto- että henkilönostokoneen köysillä on erillinen taittopyörä n. 10 m nostokoneiden alapuolella. Nostokonehuone on varustettu 10 tonnin siltanoturilla, jota voidaan käyttää myöskin kartiomurskaamon tarvikkeiden nostoon torniin sijoitetussa erillisessä huoltokuilussa.

Raakunnosto ja murskaus Lampinsaarella

Raakunnosto tapahtuu Lampinsaaren kuilun kautta.

Nostokoneena on Lampinsaarella Ruona Oy:n vuonna 1953 valmistama rumpukone, jonka kuorma 4,0 ton, nopeus 3,5 m/sek ja moottoriteho 160 kW. Henkilöhissikori ja pohjasta tyhjentyvä kappa, joka on samanlainen kuin Ristonahossa, ovat toistensa vastapainoina. Kappalastausta tapahtuu tällä hetkellä tasolla +238, mutta siirtyä keväällä tasolle +264. 150 ja 200 tasoilla olevien 35 cm säleikköjen läpi mennyt raakku nostetaan murskaamattomana Lampinsaaren tornisiiloon, johon mahtuu n. 350 tonnia. Siilosta syötetään raakku 60×120 tärysyöttäjällä leukamurskaimeen, jonka läpi mennyt kivi putoaa 4' kartiomurskaimeen. Murskattu raakku seulotaan 100×250 täryseulalla ja varastoidaan myyntiä varten.

Kuljetus

Päätasojen kuljetusperät ajetaan 2,6 m korkeina kaarikattoisina porausjumboa tai porauslavavaunua käyttäen leveyden pohjassa ollessa 3,2 m. Kaksiraiteisia perä on vain kuilujen lähistöllä. Kalliopulttausta on suoritettu melkoisesti varsinkin perien risteyksissä. Kuljetusperät ajetaan yleensä 3 ‰ kaltevuudella ja kaartet 20—30 m säteellä. Raideväli on 750 mm, ja 30 kg:n kiskot liitetään hitsaamalla pääkuljetusväylillä.

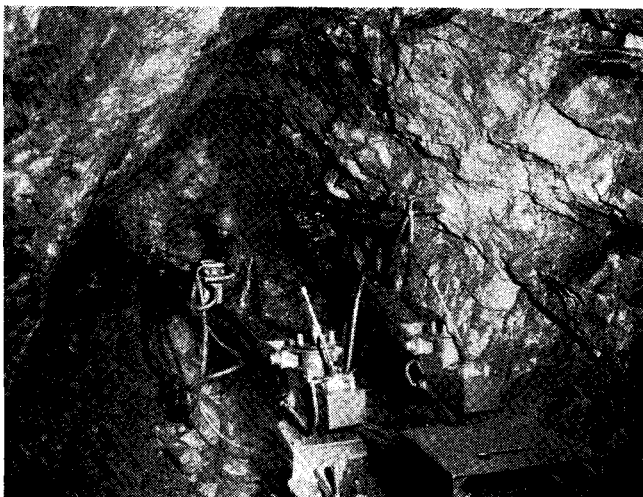
Kaivosveturit ovat kaikki diesel-käyttöisiä; niitä on 6 kpl Valmetin Move-41 mallia (34 hv) ja 1 kpl 27 hv:n Ruston 30 DLU-tyyppiä. Ne mahtuvat puskurit irrotettuina hissikoriin. Veturien polttoainetäydennystä varten on kullakin päätasolla säiliö, josta polttoaine laskeaan suoraan veturiin.

Varsinaista malmin ja raakun kuljetusta varten on 32 kpl 3,5 m³:n Granby-vaunuja ja puhdistuslastauksia varten 3/4 m³:n kuuppavaunuja. Diesel-veturien vetokyky sekä eräät 20 m:n säteellä tehdyt radan kaartet rajoittavat vaunuluvun junassa neljään. Granby-vaunut tyhjennetään kaatopaikoilla paineilmasyylinterillä. Niillä kaatopaikoilla, jotka kuuluvat Ristonahon kaatonoususysteemiin, ei ole säleikköä, vaan noin metrin aukoin asennetut palkit estämässä vaunuja putoamasta kaatonousuun.

Lastaus

Raappalastausta varten on 6 kpl 40 hv ja 3 kpl 50 hv raappavintturia. Raappakauhat ovat 120 ja 150 cm leveitä kynsikaupoja. Valtaosa on Mn-teräksisiä kiintein kynsin.

Raappavinttureita käytetään makasiinilouhinnan kiiven lastaukseen louhoksen suuntaisesta väylästä raappaussillan tai kevyen rännin kautta suoraan vaunuihin,



Kuva 1. Peränajo porausjumbolla.

tai niiden siirtämiseen väylästä kaatonousuun alemmalla tasolla 120 cm leveästä mekaanisesta rännistä lastattavaksi.

Päätasojen välillä olevat raappausväylät sekä välitasolouhinnan perät ajetaan tavallisesti raappaamalla.

Konelastauskalusto käsittää 7 kpl Eimco 21 konetta sekä 5 kpl Salzgitter-konetta 400 litran kauhalla. Jälkimmäisiä käytetään vain louhosten alla kuljetusperään nähden poikittaisista peristä lastattaessa (kuva 2). Edellisiä käytetään etupäässä vaunujen päästä lastaukseen, koska ne pystyvät lastaamaan normaalikorkuisiin vaunuihin. Niitä käytetään myös poikittaiseen konelastaukseen valmistavien töiden kiviä lastattaessa.

Kaikki konelastaus G-vaunuihin suoritetaan kahden miehen ryhmän. Poikittaisessa lastauksessa veturinkuljettaja siirtää vaunujonoa lastauksen aikana ja lastaaja seuraa mukana tyhjentämään vaunuja. Päästälastauksen aikana veturinkuljettaja retkomalla parantaa vaunun täyttöastetta; vaunujen vaihdon sekä kuljetuksen he suorittavat yhdessä. Pitkien perien lastauksessa kekeillaan paraillaan syväkairauskuprikkaan asennettavaa vaunusiirtäjää vaununvaihtoperien eliminoimiseksi.

Makasiinilouhinnan väyläraappauksen teho oli v. 1956 150 tonnia/vuoro mukaanluettuna suppiloissa ampuminen. Poikittaisen konelastauksen teho makasiini- ja välitasolouhinnassa oli XI. 56 — II. 57 välisenä aikana 260 tonnia/vuoro lastauskoneen siirrot, vaunujen kuljetus ja tyhjennys sekä lastaajan suorittama ammunta mukaanluettuna.

Paineilma

Ristonahon kompressoriasemalla on 4 kpl AR-3 kompressoria (16 m³/min), Lampinsaaren kaivostuparakennuksessa 1 kpl AR-2 (12 m³/min) kompressori sekä rikastamolla 1 kpl AR-2 kompressori, joka voidaan kytkeä kaivoksen paineilmaverkostoon. Yhteensä ne tuottavat noin 88 m³/min, joka ajoittain ei ole riittävä. Sen vuoksi on ryhdytty 2.500 m³:n hydraulisen paineilmasäiliön louhintaan Ristonahon kuilun lähistössä 180 tason syvyydessä. Sen paineisesäiliö tehdään 100 tasolle. Ilmanpaine säiliössä tulee olemaan 7,5—8,0 icy.

Paineilmasäiliöllä säästytään lisäkompressorien hankinnasta sekä niiden vaatiman tilan rakentamisesta. Sen lisäksi on laskettu voitavan alentaa sähkötehon huippua 385 kW:lla ajamalla tavallisesti vain kahdella AR-3

kompressorilla ja koko kompressorikapasiteetilla vain yöllä sekä normaalivuoroilla malminnoston ollessa pysähdyksissä.

Paineilmaputki kuilussa on 8" tuubia. Tasoputki ensimmäiseen perähaaraan asti on 6" ja pääperäputket 4" tuubia. Uusiin suoriin kuljetusperiin on asennettu 4" galvanoituja Victaulic-liittimillä varustettuja putkia, jotka on myöhemmin helppo purkaa louhinnan valmistavien töiden tieltä.

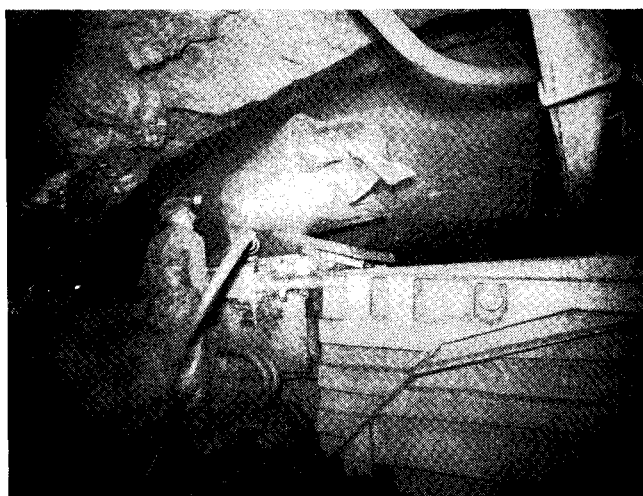
Poraus

Vleiskoneena porauksessa on ollut Atlas-Copcon RH-656-kone. Jatkotankoporausessa on päädytty Tampellan T-10 koneeseen hyvän tunkeutumisenopeuden ja tehokkaan huuhtelun johdosta. Pystyjen alakätisten reikien porauksessa käytetään Tampellan yleissyöttölaitetta ja pystytasossa olevan alakätisten reikien muodostaman porausviuhkan tekoon kevyttä ketjusyöttöllä varustettua porausvaunua sekä osittain yleissyöttölaitetta ja loivissa reijissä myös polvisyöttöä. Myös porausjumboissa tulee käyttöön T-10 koneet. Muussa lyhytreikäporauksessa on T-10 kone saavuttamassa yhä suurempaa suosiota. RH-koneet pyritään käyttämään loppuun nousunajossa, kalliopulttauksessa ja louhinnassa, ja T-10 koneita sijoitetaan ensi sijassa raakkutyömalle, joissa niiden paremmasta tunkeutumisenopeudesta saadaan suurempi hyöty.

Kuljetusperien ajossa käytettäviä porausjumboja on 3 kpl. Kaksikoneisen porausjumbon käyttäjänä on aina yksi mies (kuva 1).

Sekä metristä että 80 cm:n porasarjaa käytetään, ja pääasiassa siten, että metrinen on käytössä polvisyöttäjällä porattaessa ja 80 cm:n sarja noususyöttöllä porattaessa. Porausjumboissa käytetään vain 240 cm pituutta. Porien hionta tapahtuu kullakin päätasolla olevalla hiontapaikalla. Porakonekorjaamo on 200 tasolla hiontaja ruokailupaikan läheisyydessä.

Kovametalliporien kestoikä vaihtelee tavattomasti kivilajin mukaan. Jalkapuolen kvartsiitissa ja itäisissä kvartsiitissa malmeissa niiden kestoikä on saattanut olla vain 50—60 m. Karsiraakussa yleensä 100—120 m. Pehmeässä sinkkimalmissa on saavutettu jopa yli 300 metrin kestoikä. Louhinnan yhteydessä porattavat raakkukohdat alentavat kestoikää louhoksissa, ja keskimääräinen kestoikä koko kaivoksessa oli v. 1956 noin 125 m/pora.



Kuva 2 Lastaus Salzgitter HL-400:lla.

Tunkeutumisnopeus 33 mm Ø terällä, 6,0 iky:n paineella ja RH-656-koneella vaihtelee kovimmassa kvartsiittiraakussa alle 20 cm:stä 45 cm:iin pehmeässä malmissa. Karsiraakku on usein helposti porattavaa.

Jatkotankokalustoon kuuluu 35 mm Ø ja 30 cm pitkä teräkappale, 225 cm pitkät jatkotangot sekä noin 75, 150 ja 225 cm pitkät niskatangot. Muhviliitokset ovat kartiokierteillä ja kaikki tangot käytöstä poistettua 7/8" poraterästä. Jatkotankoporauksen teho on ollut 19,8 po.m/vuoro lataus mukaan luettuna.

Vedennosto

Vettä tulee kaivokseen noin 400 ltr/min, josta osa — Ristonahosta pumpattu — käytetään rikastamolla.

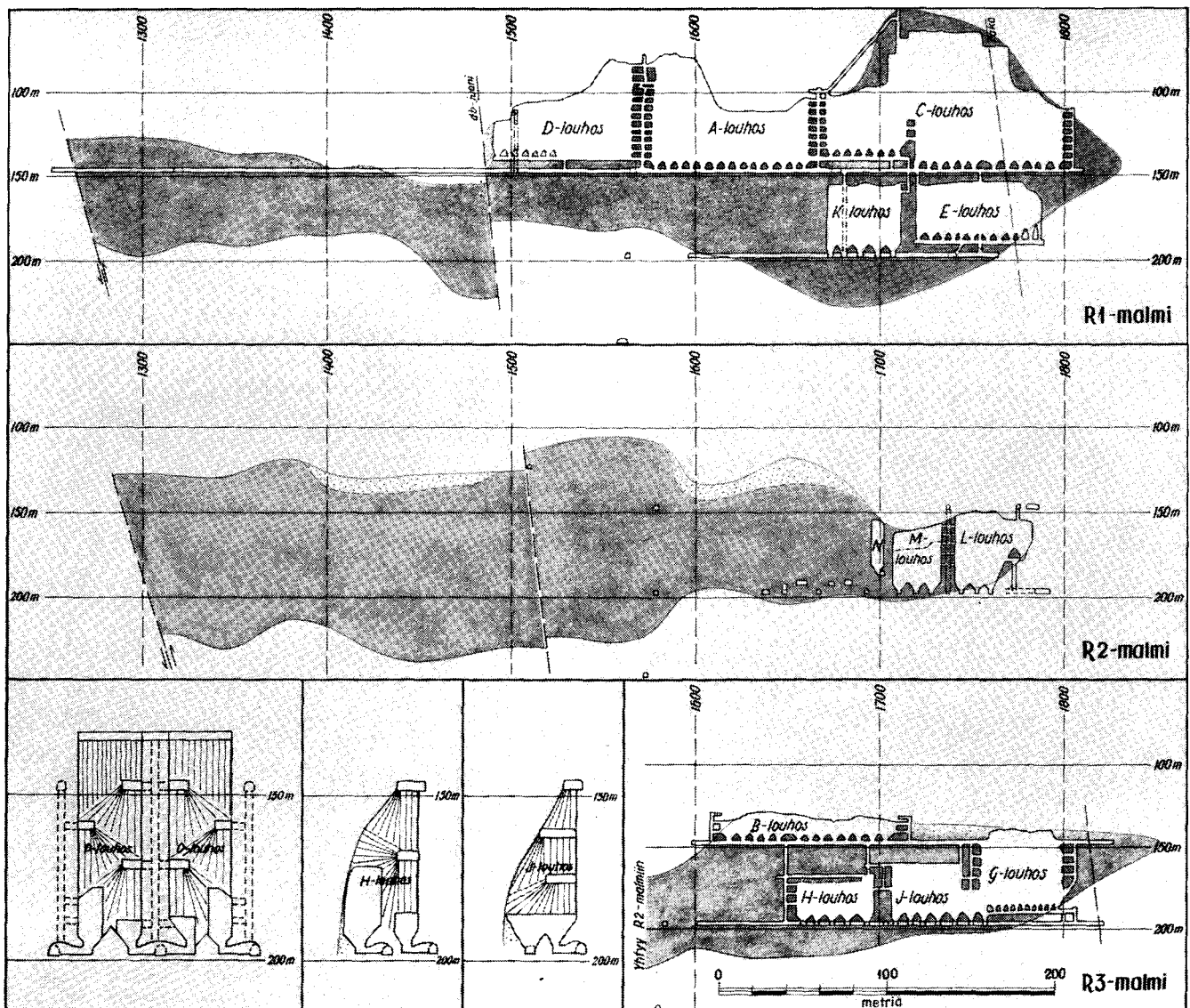
150 ja 200 tasoilla virtaavat vedet leikkauksesta y = 1775 lähtien Lampinsaaren päin, jossa 215 tasolla on automatisoitu pumppuasema, mistä vesi nostetaan maan pintaan Serlachiuksen 6AV60 pumpulla. Ristonahon puolella on järjestely tilapäinen 100 ja 300 tasoilla olevine pumppuasemineen. Valmistumassa on 200 tason alapuolelle kahdella 80 m³:n saostusaltaalla ja 270 m³:n vesisäiliöllä varustettu pääpumppuasema, josta vesi nostetaan 6AV60 pumpuilla maan pintaan. 300 tason asemaa jää edelleen käyttöön. Kuilujen pohjapumppuina on

paineilmakäyttöiset Fritz-Gründer M350 pumput. Kaikki 250 tason vedet tulevat virtaamaan Ristonahoon, ja mahdollisesti tullaan myöhemmin pumppaamaan Lampinsaaren vettä vedenjakajan yli Ristonahoon.

Ilmanvaihto

Ristonahon torniin on sijoitettu puhallin teholtaan 1.000 m³/min ja paineeltaan 70 mm. Sillä voidaan kuilussa olevaa torvea myöten joko imeä ilmaa 150 tasolta tai puhalttaa k.o. tasolle raitista ilmaa. Kesällä puhallin imee, jolloin Lampinsaaresta alas virtaava ilma ohjataan 200 tasolle, josta se nousee louhoksia ja nousuja myöten 150 tasolle. Sen apuna on tällöin 200 tasolla 400 m³/min antava puhallin. Syystalvella luonnollinen ilmanvaihto on samansuuntainen niin, että tornipuhallinta käytetään vain ajoittain imevänä ja talvella on Lampinsaaren kuiluun muodostuvien jäiden sulattamiseksi käännettävä tornipuhallin ajoittain puhaltamaan kaivoksen.

Ennenpitkää on vähintään 500 m päähän pääkuilusta länteen ajettava nousu maanpintaan läntisten alueiden ilmanvaihdon takia, vaikka malmin harja siellä todennäköisesti on runsaasti 150 tason alapuolella.



Kuva 3. Pitkittäispystyleikkauksia ja välitasolouhinnan reijityskaavioita.

Makasiinilouhinta

Aloitettaessa lokakuussa 1954 louhinnan valmistavia töitä olivat tiedot Ristonahon varsinaisesta malmin vielä puutteelliset. Kuilujen välisen yhteyden ajo Lampinsaaresta päin 200 tasolla oli vielä käynnissä. Valmistavia töitä hidastutti kauan pitkä kuljetusmatka Lampinsaareen sekä malmin ja raakun peräkkäinen käsittely siellä. Lisäksi oli Ristonahon henkilöissä varattuna pääasiassa murskaus- ja säiliösystemin louhinnan raakujen nostoon.

Ensimmäinen makasiinilouhos (A-louhos) avattiin 150 tasolla jalanpuoleiseen malmiin. Tämä R-1 malmi oli kapea ja 70° pysty ja näytti jatkuvan melkoisesti tason yläpuolelle. Malmin sen pituussuunnassa 150 tasolla ajettu perä tuli toimimaan raappausväylänä kumpaankin päähän rakennettuine raappaussilltoineen. Louhoksen päihin suunniteltuihin pilareihin ajettavat nousut seurasivat malmin kaadetta. Samaan malmiin on 150 tasolla avattu vielä C ja D makasiinit sekä katonpuoleiseen R-3 malmiin B-makasiini (kuva 3).

R-1 malmin vahvuus on vaihdellut 2—12 m. Malmin harjan korkeus on ollut vaihteleva, ja on malmi jatkunut C-louhoksessa odotettua korkeammalle, niin että malmin louhimiseksi oli ajettava nousu maan pintaan saakka. K.o. nousua tultane käyttää louhosten jätetäyttöön.

Seuraavat makasiinit avattiin 200 tasolla Ristonahon malmin itäpäässä, missä malmi on jakautunut pituussuuntaisiksi, pystyiksi ja melko erillisiksi malmihaaroiksi. E-, F- ja G-louhokset olivat edelleen makasiineja väyläraappauksella, joskin jälkimmäisen alla oli jokunen poikittainen konelastausperä. Oli näet todettu helposti jauhautuvan sinkkimalmin raappauksessa syntyvän malmilietteen aiheuttamat haitat, niin että pyrkimys louhosmalmin konelastaukseen, missä se vain on mahdollista, tuli yleiseksi. Seuraavat vielä malmin pituussuunnassa olevat makasiinit K, L ja M suunniteltiin poikittaisella konelastauksella. N-makasiini on poikittainen, raappausväylä huomattavasti 200 tason yläpuolella malmin asemasta johtuen (kuva 4).

Raappausväylän sijoitus päätasoon nähden on riippunut paikallisista olosuhteista, liikenneseikoista ja malmin sijainnista, jolloin myös rakenteet vaunun täyttöpaikalla ovat erilaiset, kuten lastauksen yhteydessä mainittiin. Raappausväylä on ajettu tavallisesti 2,7×2,8 m

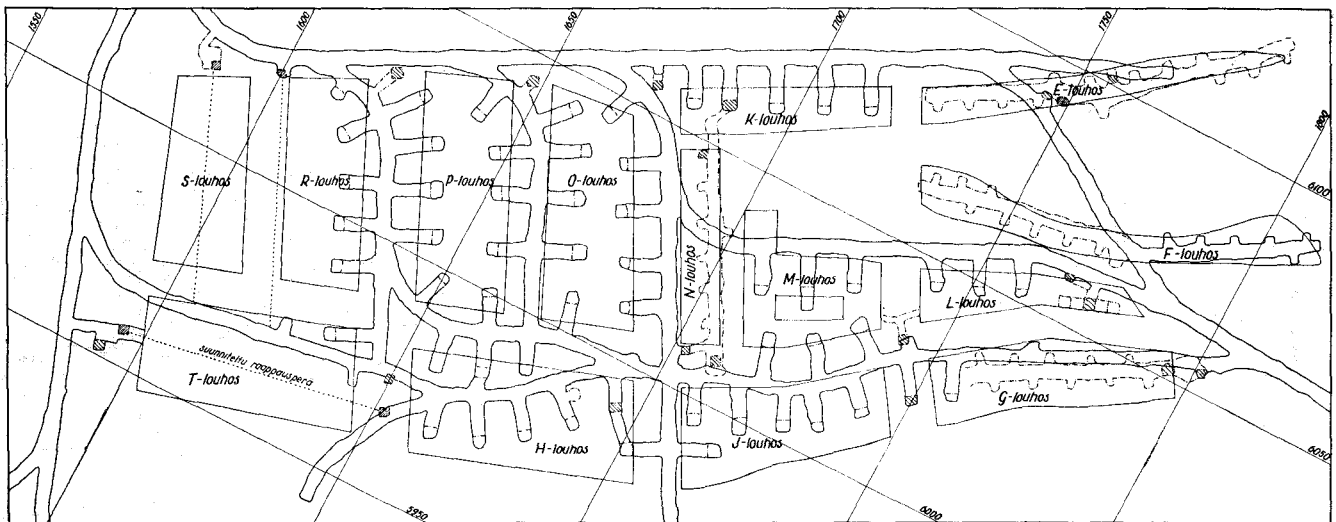
mittaisena ja siihen avautuvat lastausaukot viimeksi 2,0 m leveinä ja 7—9 m välein. Erikoista huomiota on pyritty kiinnittämään suppiloimien huolelliseen suoritukseen. Louhoksen pohja on avattu 6 m raappausperän yläpuolelle ja kulku perättäisiin louhoksiin on järjestetty välipilareihin ajettujen nousujen ja siipiperien kautta. Eräissä tapauksissa on tyydytty yhteen louhoksen rajojen sisäpuolelle ajettuun kulkunousuun. Tällöin on k.o. nousu leveähkössä malmissa sijoitettava louhoksen päähän, jotta louhoksen katto olisi turvallinen nousun ympärillä.

Malmien ollessa lähes pystyt on nousut ajettu yleensä aivan pystyinä, ja useimmissa tapauksissa on päältä päin ajettu vastaan kairaus- tai jatkotankoreikä tuuletuksen parantamiseksi nousunajan aikana. Nousut on ajettu ilman väliseinää. Porauslavan rakentaminen on tapahtunut yhdellä vuorolla ja poraus toisella. Pystyt nousut on rakennettu lopuksi 3—5 m korkeusvälein sijoitetuin lepotasoin ja varustettu puutikkailla ja porapulkka-aukulla, jossa on kevyet johteet.

Louhinnassa ja louhoksen pohjan avauksessa käytetään miltei yksinomaan sähkönalleja. Katto pudotetaan 3 tai 4 metrin vaakasuorilla rei'illä käyttäen etupäässä millisekuntinalleja kivien rikkoutumisen edistämiseksi. Räjähdyksineena on ollut yksinomaan 45 %:nen dynamiitti.

Vuoden 1956 alusta siirryttiin louhinnassa kahteen työvuoroon, kun aikaisemmin tuotannollisista syistä makasiiniporaus oli tapahtunut kolmessa työvuorossa ja maksimimäärällä poraajia kussakin louhoksessa. Myöhemmin on päästy vielä tehokkaampaan ja turvallisempaan työtapaan järjestämällä poraus makasiinissa vain yhdellä vuorolla tapahtuvaksi lastauksen ollessa toisella. Rei'ityksen tiheyttä on tutkittu ja määrätty normaalit edut ja reikävälit eri louhosleveyksille. Muutamat makasiinit on louhittu tonniurakalla hyvällä menestyksellä.

Louhintateho on vuoden 1956 aikana ollut jatkuvan kehityksen alaisena, joten k.o. vuoden tehojen keskiarvo tuskin antaa oikeata kuvaa tilanteesta, varsinkin kun varastoidun makasiinikiven määrä lisääntyi noin 70.000 tonnilla. Lastattuihin tonneihin perustuvan tilaston mukaan makasiinilouhinnassa saatiin 31 ton/louhintatyövuoro (vapaasti vaunussa), 82 ton/poraus + lataustyövuoro, 3,74 ton/kiintokivessä käytetty dynamiittikilo sekä 1,67 ton/porometri. Irtokivissä ja suppiloissa käytettiin 34,5 kg dynamiittia/1 000 malmitonnia.



Kuva 4. 200 tason louhosten sijoitus

Välitasolouhinta

Makasiinilouhintavaihe on antanut aikaa malmin rajojen ja pitoisuuksien yksityiskohtaiseen tutkimiseen sekä louhinnan suunnitteluun makasiinialueen länsipuolella. Myös saatuja kokemuksia malmin ja sivukivien lujuusominaisuuksista sekä geologiensaamia rakennetietoja on voitu hyväksikäyttää suunnittelussa.

Pilareihin jäävän malmin määrän takia ei tavallista makasiinilouhintaa voitu ajatella uudella alueella, kun jänneväli olisi pitänyt rajoittaa 10–12 metriin. Sorroslohinnosta levylohinta olisi muodostunut liian kalliiksi, kun malmin epäsäännöllisyyden ja ehkä liian pienen malmin määrän takia ei tarpeeksi suuria koneyksiköitä olisi voitu käyttää. Valitun louhintamenetelmän — välitasolouhinnan — eduista mainittakoon:

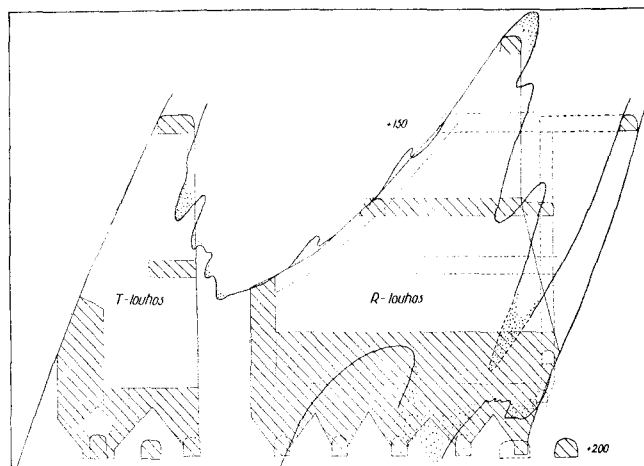
- halpuus
- suuret jänneväli mahdolliset, kun poraus tapahtuu perästä käsin
- pilareihin jäävän malmin osuus täten kohtuullinen
- poraus tapahtuu turvallisesta paikasta ja voidaan suorittaa »sarjatyonä»
- poraustyötä voidaan varastoida valmiiden reikien muodossa
- pitkien reikien sijoitus mahdollinen siten, että pilarien seinät jäävät ehjiksi ja suoriksi helpoittaen niiden myöhempää louhintaa
- ammunta tapahtuu harvemmin ja räjähdysainekäyttöä voidaan paremmin valvoa
- irroituskustannukset pienet, niin että valmistetulta alueelta kannattaa louhia melko heikkoprosenttistakin katto- tai reunamalmia.

Ensimmäinen välitasolouhos n.s. J-louhos avattiin R-3 malmissa G-louhoksen länsipuolella (kuva 3). Pohjan avaus oli 15–22 m leveä ja tehtiin jättämättä tilapäisiä malmipilareita katon tueksi. Louhos kapeni ylöspäin ja sen rei'itystapa ilmenee kuvasta 3. Molemmat välitasot on louhittu loppuun, ja louhinta 150 tasolta käsin on alkamassa. Avausnousu itäpäässä laajennettiin pitkällä rei'illä.

Jatkotankoreikä on J-louhoksessa porattu noin 6.900 m ja saatu 5,6 tonnia malmin/po.m, 110 tonnia/poraus+latausvuoro, 11,3 tonnia/dynamiittikilo kiintokivessä. 1000 malmitonnia kohti on tarvittu konelastaussuppiloissa lisäksi 44 kg dynamiittia. Poraus on suoritettu 1,5 m edulla ja 2,0 m reikävälillä pystyissä reijissä. Ammunnat ovat onnistuneet, mutta kivi lastaussuppiloissa on ollut niin karkeaa, että lastauskoneen ja veturin seisonta-ajan vähentämiseksi on täytynyt käyttää lastauspaikoilla ylimääräistä ampujaa. Konelastausteho on ollut 185 tonnia/työvuoro vaunujen kuljetus, koneen siirrot ja lastaajan suorittama ampuminen mukaanluettuna. Jos lasketaan ylimääräisen ampujan työvuorot mukaan, jäi teho neljältä viimeiseltä kuukaudelta noin 100 tonniin/työvuoro.

Muissa kuva 4:n välitasolouhoksissa, jotka sisältävät kukin 70–100.000 tonnia malmin, ovat valmistavat työt käynnissä. O, P ja H louhoksista sekä osittain R-louhoksesta tullaan lastaamaan koneella. R, S ja T louhoksien alla on suunniteltu raapattavaksi väylässä. Edellisten kohdalla malmi ei ulotu tasolle asti, ja T-louhoksen alla on vaikea sijoittaa konelastaussperät sopivasti. Lisäksi halutaan saada tuotanto liikennesyistä jaetuksi eri tasolle raappaamalla malmi kaatonousuja myöten 250 tasolle.

Malmin pituussuunnassa kulkeva pilari sijaitsee synkliinikohdalla, joten siinä ei ole malmin koko tasovälillä. Poikkittaisista pilareista louhittane O- ja P-louhosten



Kuva 5. Poikkileikkaus R ja T louhosten kohdalta.

välinen sekä R- ja S-louhosten välinen pilari ensimmäisinä jätettyön jälkeen. Muut poikkittaiset vähintään 8 m vahvat pilarit ovat runkopilareita.

Uusissa välitasolouhoksissa ei pohjaa avata yhtenäisenä, vaan on avaus jaettu pitkittäisellä 3–4 m:n pilarilla kahtia. Runkopilarin puoleista avauksen osaa louhitaan makasiinina jonkin matkaa ylöspäin, jotta porauskaavion reiät eivät muodostuisi ylipitkiksi. H-louhoksessa on katon puoleinen osa avauksista louhittu makasiinina myös siitä syystä, että on haluttu seurata todellista malmin rajaa, joka oli osittain kattoraakussa kupari-kuisupiroteen johdosta.

K.o. makasiiniosan takia tarvitaan H-louhoksessa vain yksi välitaso, kun osa jatkotankorei'istä ajetaan yläkätisiksi (kts. rei'ityskaaviot). Samoin tehdään T-louhoksessa. Muissa louhoksissa tulee olemaan 2 kpl 3–6 m leveää välitasoa. Välitasoperät on sijoitettu pitkien pilaria, jotta pystyillä rei'illä saataisiin pilarit jäämään mahdollisimman ehjiksi. 150 tason yläpuoleinen malmi tulee louhittavaksi samoihin louhoksiin kääntämällä kuitenkin välitasoperät malmin suuntaisiksi (kuva 5).

Louhinnan aloittamista varten on louhoksen toiseen päähän ajettava nousu, joka laajennetaan avaukseksi. Tämä päädyn avaus tapahtuu kuitenkin makasiinilouhinnalla ainakin ensimmäiselle välitasolle asti. Kulku välitasoille, pohjan avaukseen ja makasiiniosaan tapahtuu välipilareihin sijoitettujen nousujen ja siipiperien kautta. Nousujen ja siipien sijoituksessa on ajateltu tulevaa jätettyttä, jolloin niitä tarvitaan lietteen dekantointiin. Nousut on ajettu mikäli mahdollista pystyinä, yleensä 2×2 m. Pohjan avauksessa oleva 3–4 m:n välipilari rei'itetään etukäteen matalamman avauksen puolelta ja lyhennetään sitä louhinnan edistyessä.

Malmin voimakkaan poimuttumisen, epäsäännöllisyyden ja pitoisuuksien vaihtelun vuoksi on valmistavien töiden yhteydessä suoritettulla geologisella kartoituksella ensiarvoinen merkitys. Kuvaa on usein täydennettävä näyttereikäporausten avulla ja monet detaljiasiat voidaan ratkaista vasta valmistavien töiden yhteydessä.

Sähkö

Ristonahon nostokoneita varten on nostotornissa 6 kV/400 V muuntaja. Kaivokseen sähkövoima viedään 6 kV:na 200 ja 270 tasoilla oleville 500 ja 300 kVA:n muuntajille. Jälkimmäinen on 250 tasoa, murskaimia sekä 300 tason kappalastausasemaa ja pumppuasemaa varten. Kaapeliverkosto on melkoinen raappojen, perien

tuuletukseen tarvittavien puhaltimien ja valaistuksen takia. Ratapihat ja useat pääkuljetusperät on varustettu loistevalaisimin.

Sähkön käyttö jakaantuu nykyään seuraavasti:	
Paineilma	3,8 kWh/tonni
Nosto	2,4 »
Raakun murskaus sepeliksi	1,0 »
Veden nosto	0,9 »
Malmin murskaus	0,6 »
Raappaus	0,3 »
Kaivostuvat, tuuletus, valaistus y.m.	1,0 »
Yhteensä 10,0 kWh/tonni	

Henkilöstö ja tuotanto

Kaivososaston sekä geologiosaston kaivospiirialueella toimivan miehistön kokonaisvahvuus on noin 205. Tästä on insinöörejä ja geologeja 6, työnjohtajia 11, työntutkijoita ja mittausteknikoita 2, toimistohenkilökuntaa 4 sekä työntekijöitä 182, joista maan alla 160.

Työntekijöiden jakaantuminen työn laadun mukaan on suunnilleen seuraava:

— poraus	35
— lastaus ja kuljetus	32
— nosto ja murskaus	16
— kone-, työväline- ja räj.ainehuolto	10
— rakennus-, pulttaus- ja putkityöt	30
— mittaus ja geol. tutkimus	12
— vahtimestarit ja siivoajat	9
— koulutus ja turvallisuus	4
— muut työt	19
— poissa työstä	15
Yhteensä 182	

Kokonaisteho v. 1956 oli 8,3 tonnia nostettua kiveä kaivososaston maanalaista työvuoroa kohti ja tuotanto 305.887 tonnia malmia sekä 35.359 tonnia raakua. Vuoden 1957 tuotannoksi on arvioitu 400.000 tonnia malmia vastaten 33.500 tonnia kuukaudessa.

Rikastamo

Dipl.ins. Pentti Mattila

Yleistä

Vihannin malmin rikastustutkimukset suoritettiin Outokummun kaivoksen koelaboratoriossa vuosien 1952—1954:n aikana. Nämä osoittivat, että malmista voidaan selektiivistä vaahdotusta käyttäen saada erilliset sinkki-, kupari-, lyijy- ja rikkirikasteet. Tutkimukset olivat sitten perustana rikastamon suunnittelulle, joka aloitettiin vuoden 1952 alussa.

Käytyään läpi useita eri muodonvaihdoksia kiteytyi kokonaissuunnitelma lopulliseen muotoonsa huhtikuussa 1953.

Rikastamon rakennustyöt aloitettiin 30. 5. 53, ja saatiin se vesikattoon 11. 11. 53. Viimeistelytyöt, koneperustusten, välitasojen ja lattioiden valut jatkuivat sitten läpi talven ja valmiina oli rakennus kesäkuussa 1954. Rikastekuljetinkäytävät ja jäteputkisilta rakennettiin loppukesällä.

Murskaamo-siilo-osa rakennettiin teräsbetonista liukuvalumenetelmää käyttäen. Se on perustettu kallio-pohjalle, joka tällä kohtaa on n. 7—8 m maanpinnasta. Kuutiotilavuus on n. 6.000 m³.

Rikastamorakennus on teräsbetoninen runkorakennus, pilarirunko myös ulkoseinissä, joiden rakenne pilarien välissä ja ulkopuolella käsittää: ½ sementtitiili + 10 cm vuorivillamatto + 1 tiilen paksu muurattu sementtitiili-seinä. Vesikatto on teräsbetoninen laatta- ja palkkirakenne. Šiinä on käytetty valmiiksi valettuja teräsbetonisia kattoelementtejä. — Rakennus on perustettu moreenikerroksen päälle. Kuutiotilavuus on n. 36.000 m³.

Koneiden asennus aloitettiin huhtikuussa -54. Murskaamo saatiin käyntiin 15. 10. 54 ja rikastamon koekäyttö alkoi 25. 10. 54. Täyteen tuotantoon päästiin syyskuussa 1955. Rikastamo on käsitelty malmia seuraavasti:

v. 1954	12.824 tonnia
» 1955	175.254 »
» 1956	305.887 »

Murskaamo

Malminnostokapat tyhjentyvät nostotornissa olevaan 500 tonnin siiloon. Sen alapäästä syötetään malmi 100 ×

160 cm tärysyöttäjän ja 1000 mm:n hihnakuuljettimen avulla 5 ½' Symons Standard (Medium) kartiomurskaimiin. Tämän alta vie 1000 mm:n hihnakuuljetin kiven 1000 × 2500 mm:n täryseulalle, jonka seulaverkon silmäsuuruus on 15 × 40 mm. Seulalle jäävä malmi menee 5 ½' Symons Short Head (fin) murskaimiin, ja seulan läpi menevä malmi suoraan malmisiilojen päällä oleville murskatun malmin jakohihnakuuljettimille. Murskaus tapahtuu siis avoimessa piirissä.

Koneiden käynnistys ja pysäytys ovat määrättyssä lukitusjärjestelmässä. Mikäli joku kone syystä tai toisesta pysähtyy, pysähtyvät kaikki sitä edeltäneet koneet paitsi murskaimet, jotka vielä aikareleen säätäminä pyörivät 2 min, joten murskaimet ovat tyhjätsä pysähtyessään. Murskaimilla on mittarit öljynpainetta ja puhallinilmaa varten. Sähkönjakokeskus on omassa erillisessä huoneessaan.

Pölynpoistoa varten on sykloonipatteri. Pölyä imetään kolmesta eri kohdasta, nimittäin molempien murskaimien alta sekä seulan päältä. Viimeksimainittu on koteloitu.

Koneiden siirtoa varten on 10 tonnin siltanosturi. Murskaamo käy kahta vuoroa ja kummallakin vuorolla on 1 mies.

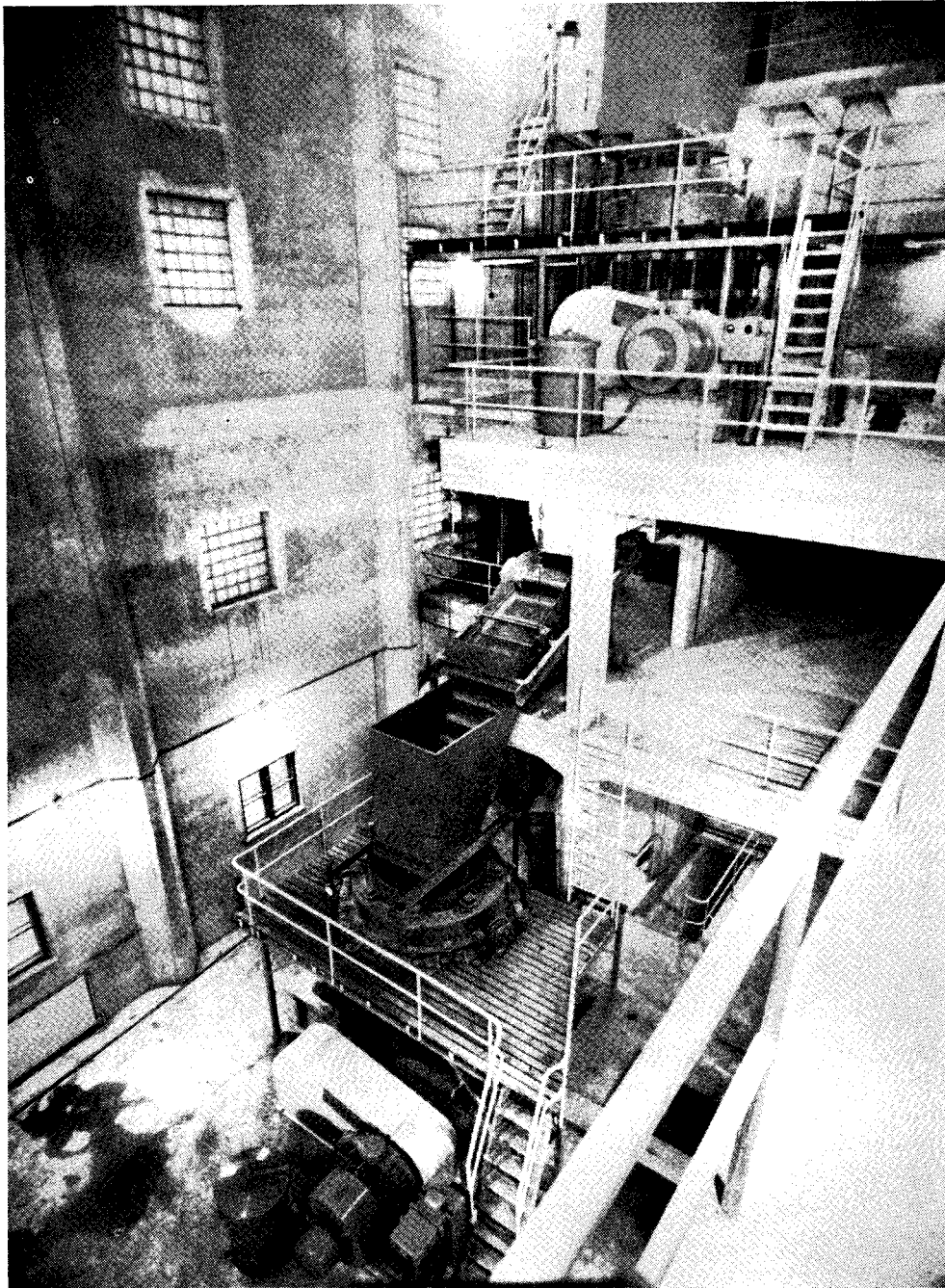
Päivässä murskattava kivimäärä on 1500—1600 tonnia.

Kapasiteetti on ollut 120—140 tonnia tunnissa. Standardin asetus 25 mm ja Short Headin 6—8 mm.

Murskainten vaippojen kulumisesta voidaan mainita, että Standardin ylävaippa kesti 502.805 tonnia.

Jauhatus

Murskaamon alla oleva siilosysteemi käsittää kaikkiaan 6 siiloa, joiden tehollinen tilavuus on n. 1.700 tonnia. Tämä vastaa vajaata 1 ½ vrk:n syöttöä. Se, että suunnitelmissa päädyttiin tällaiseen useita siiloja käsittävään systeemiin, johtui siitä, että varattiin mahdollisuus erilaisten malmilaatujen tarkoituksenmukaiseen käsittelyyn. Nythän on toistaiseksi käsitelty ainoastaan sinkkimalmia, ja on se ollut verrattain tasaista laadultaan.



Kuva 1. Murskaamo.

Ilmeisesti maanalaisissa säiliöissä tapahtuu hyvä sekoittuminen.

Malmin syöttö silloista tapahtuu tärysyöttäjien, 60 × 120 cm, avulla tankomyllyn syöttöhihnoille. Järjestely on sellainen, että jokaisesta sillosta voidaan syöttää kumpaan tankomyllyyn tahansa.

Syötön määrän punitusta varten on kaksi hihnavälikä.

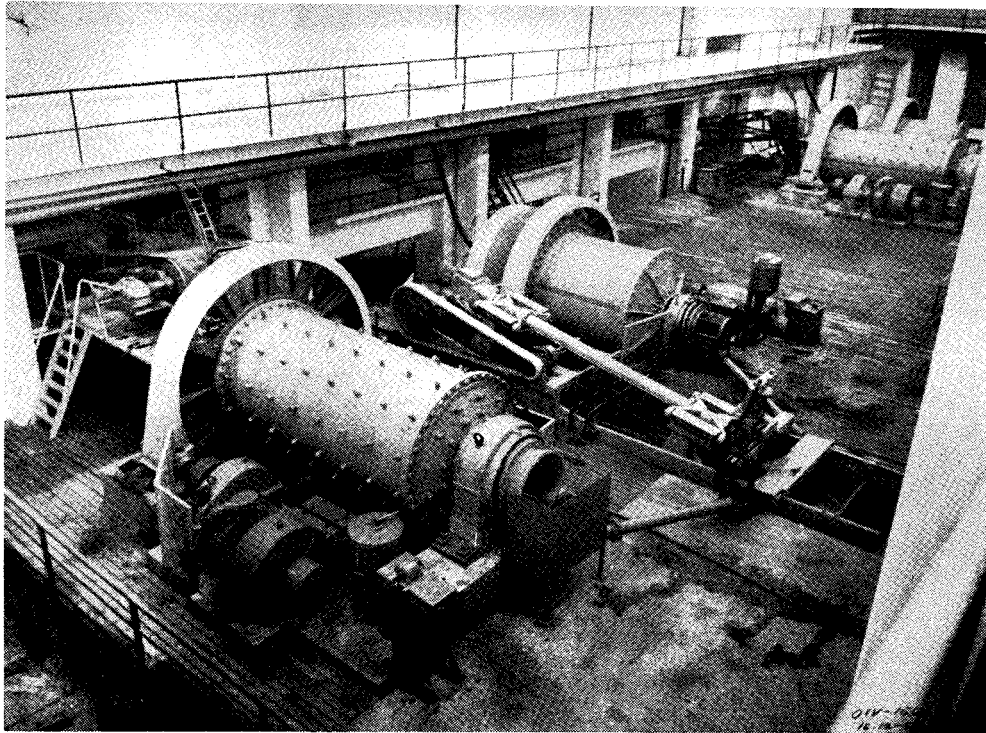
Jauhatustavoite on 55--60 % alle 200 mesh.

Jauhatus tapahtuu kahdessa vaiheessa tanko- ja kuulamylyissä. Tankomyllyt, joita on kaksi, toimivat avoimessa piirissä. Niiden koko on 6' Ø × 12'. Jälkijauhatusta varten on kaksi 2,2 m × 2,2 m kokoista kuulamylyä, jotka ovat suljetussa piirissä raappaluokittelijoiden 6' × 28' kanssa. Kuten kytkinkaaviosta käy ilmi on siis kaksi rinnakkaista jauhatuspiiriä.

Myllyjen teknilliset arvot

	Tankomyllyt	Kuulamylyt
Tyyppi	ylijuoksu	ylijuoksu
Koko	6' × 12'	2,2 m × 2,2 m
Kierrosluku	20,7 k/min	21,0 k/min
» kriittillisestä ...	66 %	72 %
Jauhinkappaleet	3" ø tangot	1 1/4" ø kuulat
Ljetetiheys	70 %	65 %
Moottorin koko	220 kW	160 kW
Tehontarve 28 t:n syötöllä	125 kW	80 kW
Tankokulutus	300 g/tn	
Kuulakulutus.....		600 g/tn

Tankomyllyjen päätyvuoraukset ja kehävuorauksen levyt ovat Cr-terästä, korokepalkit Mn-terästä. Niiden kulumisesta on toistaiseksi saatu seuraavia lukuja: koro-



Kuva 2. Jauhatusosasto

kepalkit 5600—7300, kehävuorauksen levyt 8400, syöttöpään päätylevyt 7000—11 000 ja poistopään levyt 11 000—12 000 käyttötuntia. — Kuulamyllyissä on palkki- vuoraus. Palkit ovat Cr-terästä. Päätyvuorauslevyt ovat joko Cr-terästä tai Ni-valua. Palkit ovat kestäneet 7300, syöttöpään levyt 10 000 ja poistopään levyt 8400—12 000 käyttötuntia.

Seula-analyysejä jauhatuksesta:

% seulan läpi mennyttä

Seula mm	Tankomyllyn syöttö	Tankomyllyn tuote	Luokitteijan ylite	Luokitteijan hiekka	Kuulamyllyn tuote
15	89,8				
10	50,7				
6	30,1				
3	20,4				
2	17,7				
1,5	15,1	94,5			
0,8	13,2	82,8		72,5	89,3
0,6	12,1	80,0		58,9	86,9
0,4	11,0	71,7		45,6	83,4
0,3	9,5	63,1	96,9	34,0	78,2
0,2	7,8	53,0	88,8	22,8	68,9
0,15	6,2	44,4	78,6	15,7	58,9
0,10	4,7	34,9	64,9	10,6	46,8
0,074	3,8	28,9	54,4	8,2	38,8

Vaahdotus

Vaahdotus suoritetaan seuraavaa menetelmää käyttäen:

— Kupari ja lyijy vaahdotetaan yhdessä kupari-lyijyrikasteeksi painamalla sinkki- ja rautakiisut jauhatukseen lisättyllä kalkilla ja syaniidilla. Kupari-lyijyrikaste kerrataan neljästi

— kupari ja lyijy erotetaan painamalla lyijy dikromaattilla ja vaahdottamalla kupari. Kuparirikaste kerrataan neljästi

— kupari-lyijyvaahdotuksen jätteestä vaahdotetaan sinkki aktivoimalla se kuparisulfaatilla ja painamalla rautakiisut kalkilla ja syaniidilla.

Kupari-lyijyvaahdotus

Luokittajien ylite pumpataan kupari-lyijyjetuvaahdotuspiiriin. Siinä on kolme rinnakaista kennoriviä, joissa kussakin on kolme 2-osaista mekaanista konetta 43" × 43". Pelastuskennoina on kaksi 4-osaista mekaanista konetta 56" × 56". Kahden ensimmäisen 43" × 43" koneen rikaste muodostaa eturikasteen, joka menee kahteen sarjassa olevaan 43" × 43" koneeseen, joissa suoritetaan nelinkertainen kertaus. Etukennojen loppuosan ja pelastuskennojen rikaste muodostaa kertausjätteen kanssa välituotteen, joka palautetaan etuvaahdotuksen alkuun.

Kerrattu kupari-lyijyrikaste pumpataan kuparineroskuskennoihin, joihin toimii 2 sarjassa olevaa Boliden BFP-120 konetta. Näiden jäte muodostaa lyijyrikasteen. Kuparirikaste kerrataan neljästi kahdessa sarjaan kytetyssä 43" × 43" koneessa.

Jo ensimmäiset koeajot tehtaalla osoittivat, että kupari-lyijyrikasteeseen nousi huomattavasti sinkkivälkettä. Kalkilla ja sinkkisulfaatilla ei sitä voitu saada kylliksi painettua, mikä laboratorioskokeissa oli onnistunut. Kupari-lyijyrikasteen Zn-pitoisuus nousi yli 10 %:n. NaCN:lla saatiin se sitten alenemaan 5—7 %:iin.

Toinen kemikali mikä osoittautui välttämättömäksi käyttäen tehdasmittakaavassa oli dekstriini. Kupari-lyijyrikasteeseen pyrkii nousemaan paljon kevyitä raakumineraaleja. Näiden painamista kokeiltiin ensin vesilasilla, joka auttoi jonkun verran. Dekstriini osoittautui kuitenkin huomattavasti tehokkaammaksi.

Kemikaalit:

	Kemikali	Syöttöpaikka	Kulutus g/tn
Cu-Pb-etu- vaahdotus	Ca (OH) ₂	tankomylyt	200—300
	Na CN	»	5
	Dekstriini	luokittajat	40—50
	Etyliksantaatti	»	20
	Amyliksantaatti	kennot	40—50
	Flotoli	luok. ja kennot	20—30
Cu-Pb kertaus	NaCN	kert. kennot	1—2
	Dekstriini	»	10—20
Cu-Pb erotus	Na ₂ Cr ₂ O ₇	pumput	30—40
	Cu SO ₄	kennot	3—5
Cu-kertaus	Na ₂ Cr ₂ O ₇	kert. kennot	20

pH etuvaahdotuksessa 10,6—10,8

Sinkkivaahdotus

Kupari-lyijyvaahdotuksen jäte pumpataan sinkki-piiriin, jossa etuvaahdotuskennoina on kolme rinnan toimivaa 8-osaista konetta. Rikaste kerrataan kolmesti yhdeksässä 2-osaisessa 43" x 43" koneessa. Etukenttien loppuosan rikaste pumpataan takaisin vaahdotuksen alkuun, pelastuskenttien tuote ja kertausjätteet taas etukenttien puoliväliin.

Sinkkirikasteeseen pyrkii nousemaan liiaksi rautakii-suja, vaikka pH onkin etuvaahdotuksessa 11,5. Kun itse sinkkivälkkeessä on Fe 6—8 %, ei rikasteeseen saa tulla varsinkaan magneettikiisua paljoa, jotta rikasteen Fe ei nousisi liian korkeaksi. Tehokkaimmaksi rautakiisujen painajaksi on osoittautunut syanidi riittävässä määrin käytettynä.

Kemikalit:

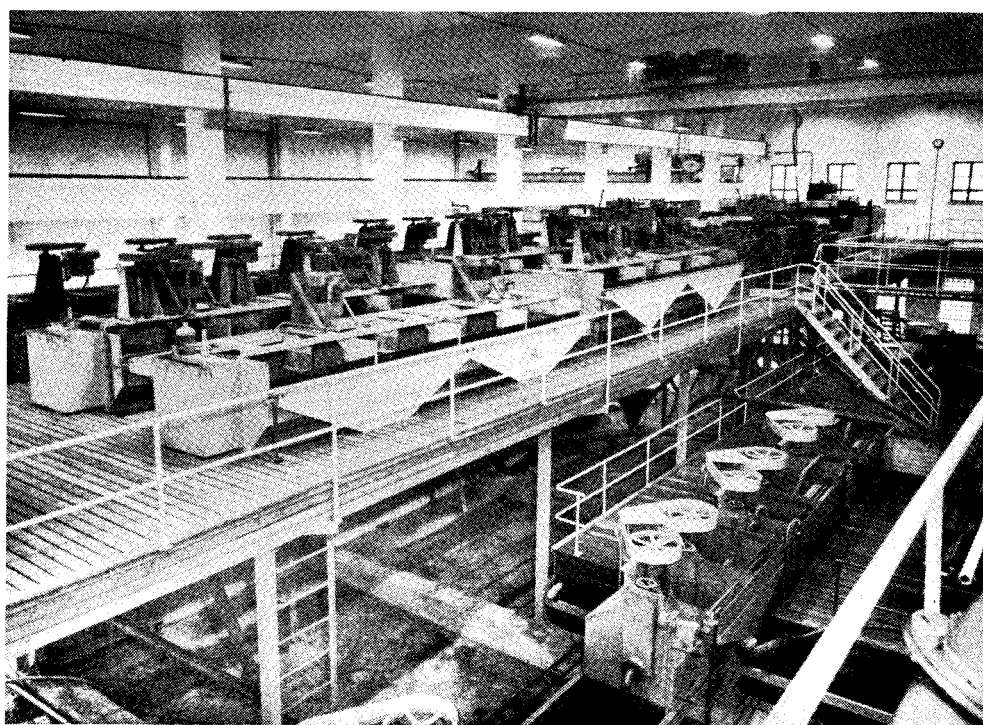
	Kemikali	Syöttöpaikka	Kulutus g/tn
Etuvaahdotus	CuSO ₄	pumput	500—600
	NaCN	»	30—40
	Ca (OH) ₂	»	400—500
	Etyliksantaatti	pumput ja kennot	40—60
	Flotoli	kennot	10
Kertaus	NaCN	kert. kennot	5
	Ca (OH) ₂	»	50—100
	Dekstriini	»	30

Vaahdotustulokset:

Vuosi 1956

Tuote	Paino %	Cu %	Pb %	Zn %	Fe %	Liukene-maton
Malmi	100,0	0,60	0,59	12,32	5,67	55,94
Kuparirikaste	2,0	24,84	2,41	6,11	25,81	4,77
Lyijyrikaste ...	0,8	0,84	53,50	6,65	6,10	12,30
Sinkkirikaste...	22,6	0,15	0,14	51,85	11,16	2,81
Jäte	74,6	0,10	0,12	0,55	2,22	73,84

Kuparin saanti kuparirikasteeseen 81,4 %
 Lyijyn » lyijyrikasteeseen 70,4 »
 Sinkin » sinkkirikasteeseen 95,2 »



Kuva 3. Vaahdotusosasto

Sakeutus ja suodatus

Rikasteet pumpataan puusta tehtyihin sakeutussammioihin. Niistä virtaa rikaste omalla painollaan suotimille. Sinkkirikasteelle on kolme 4-kiekkosta 6' suodinta. Kupari- ja lyijyrikasteet kuivataan rumpusuotimilla, kumpikin kooltaan 940 × 1270 mm. Suodatettujen rikasteiden kosteus on ollut 9—10 %.

Jätteen käsittely

Jäte pumpataan 6" kumivuoratuilla pumpuilla rikastamon pohjoispuolella olevalle jätealueelle. Sen lähin reuna on 250 m:n päässä ja uloin reuna kilometrin päässä. Jäteputkina käytetään 6" asbestisementtiputkia. Alue on ympäröity jätteestä tehdyllä vallilla ja keskelle jää taten iso laskeutumisasiallas. Täältä otetaan vettä talteen, joka käytetään tehtaalla uudelleen. Vesi johdetaan maan pinnan alle upotettua putkea myöten rikastamon pumppuosastolle, josta pumpataan yhteen vesisäiliönä toimivaan sammioon. Jätealtan on oltava kyllin iso, jotta myöskin talvella altaan mentyä jäähän, jäisi jään alle tarpeeksi tilaa. Syvyyttä pitäisi olla niin paljon, ettei se pääsisi jäätymään pohjaan asti, altaan pohja kun koko ajan nousee tulevasta jätteestä.

Rikastusosaston käyttömiehistö

	Vuoroa kohti	Päivää kohti
<i>Murskaamo ja rikastamo</i>		
Työnjohtaja		2
Murskaamon hoitajia	1	2
Jauhatusosaston hoitajia	1	3
Vaahdottajia	1	3
Pumppuosaston hoitajia	1	3
Suodatuksen »	1	3
Vuorottajia		2
Huoltomiehiä		3
Jätealuemiehiä		2
Apumiehiä ja siivojia		4
Yhteensä	5	27
<i>Rikasteiden lastaus</i>		
Työnjohtaja		1
Konelastajia		3
Apumiehiä		2
		6

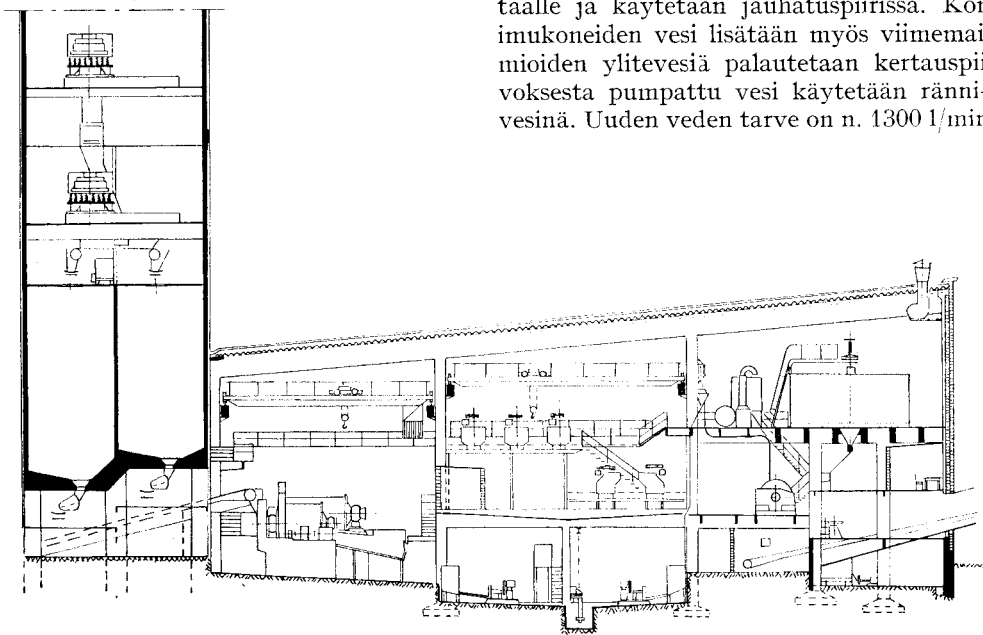
Sähkövoima

Voiman kulutus tammikuussa 1957.

Hienomurskaus	1,1 kWh/tn
Jauhatus	9,8 »
Vaahdotus	15,0 »
Sakeutus ja suodatus	1,9 »
Jätepumppaus	1,3 »
Valaistus	0,5 »
Lastaus ym.	0,4 »
	30,0 kWh/tn

Vesi

Rikastamon vedentarve nykyisellä 400.000 tonnin vuosituotannolla on n. 3000 l/min. Rikastamo käyttää palautusvesiä kaikkiaan n. 1700 l/min. Kuten jo aikaisemmin on mainittu, palautetaan jätealueelta vettä tehtaalle ja käytetään jauhatuspiirissä. Kompressorien ja imukoneiden vesi lisätään myös viimeksi mainittuun. Sammioiden ylitevesiä palautetaan kertauspiireihin, ja kairoksesta pumpattu vesi käytetään ränni- ja huuhteluvessinä. Uuden veden tarve on n. 1300 l/min.



Kuva 4. Rikastamon pituusleikkaus.

Koneluettelo

1. Malmisiilo 500 tn
2. Täräsyöttäjä 100 × 160 cm
3. Hihnakuljetin, leveys 1000 mm
4. 5 1/2' Symons Standard kartiomurskain
5. Hihnakuljetin, leveys 1000 mm
6. Täräseula 1000 × 2500 mm
7. 5 1/2' Symons Short Head kartiomurskain
8. 3 hihnakuljetinta, leveys 700 mm
9. 6 malmisiiloa, 1700 tn
10. 6 täräsyöttäjää 60 × 120 cm
11. 4 hihnakuljetinta, leveys 700 mm
12. 2 tankomylyä, 6' × 12'
13. 2 kuulamylyä, 2,2 m × 2,2 m
14. 2 raappaluokittajaa, 6' × 28'
15. 4 lietepumppua, 4"
16. 7 mek. vaahd. konetta 43" × 43"
17. 2 mek. vaahd. konetta 43" × 43"
18. 2 » » » 56" × 56"
19. 2 » » » 43" × 43"
20. 2 lietepumppua, 4"
21. 4 mek. vaahd. konetta
22. 2 mek. vaahd. konetta 43" × 43"
23. 2 lietepumppua, 4"
24. 2 » » »
25. 4 » » »
26. 2 4-os. mek. vaahd. konetta 56" × 56"
27. 4 4-os. » » » 56" × 56"
28. 2 » » » » 56" × 56"
29. 1 lietepumppu, 4"
30. 9 mek. vaahd. konetta 43" × 43"
31. 2 lietepumppua, 4"
32. 2 » » » 6"
33. 1 7 m ø sakeuttaja
34. 1 » » »
35. 2 » » »
36. 1 rumpusuodin 940 × 1270 mm
37. 1 hihnakuljetin, leveys 500 mm
38. 1 rumpusuodin 940 × 1270 mm
39. 1 hihnakuljetin, leveys 500 mm
40. 3 kiekkosuodinta 6' ø
41. 1 hihnakuljetin, leveys 500 mm

The Vihanti mine

Abstract

The Vihanti ore deposit is situated in Northern Finland about 90 km South of Oulu. The ore prospecting was started by the Geological Survey of Finland in order to discover the source for the mineralized glacial boulders found in the area. After a geological and geophysical survey the ore was intersected by a diamond drill hole first time in 1946. In 1951 the Outokumpu Co leased the prospect. The shaft sinking was started in the same year and the mine was ready for production in a smaller scale late in 1954. The present rate is 400.000 annual tons and it requires 160 men in underground.

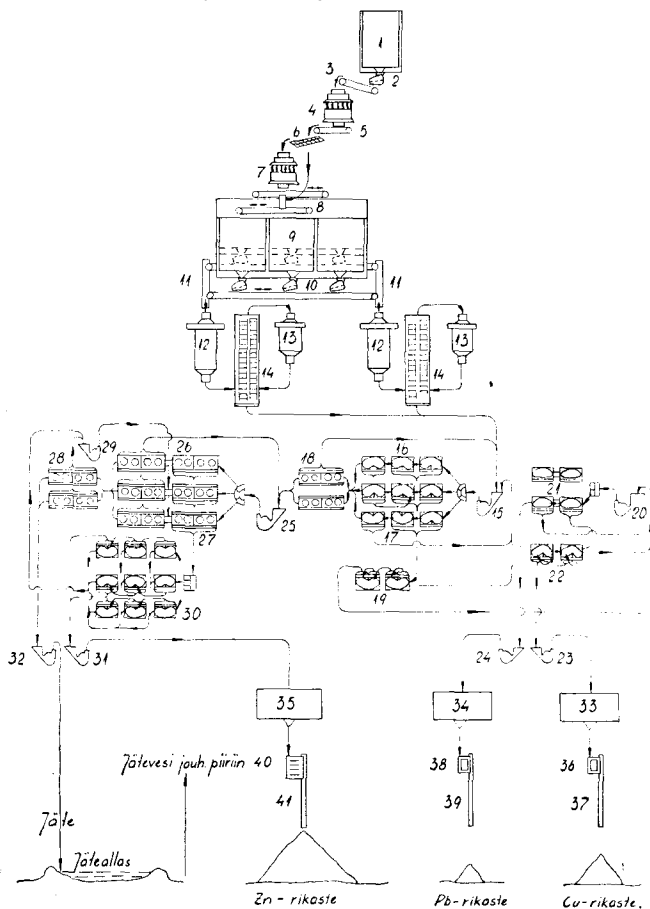
The ore is located in the northern limb of a westerly plunging syncline. The rocks are highly metamorphosed sediments. The main country rock is a mica schist with several varieties. The ore is deposited in the skarn or dolomite in the contact with quartzite or close to it. It is a typical replacement ore having sphalerite the main mineral. In addition it contains some chalcopyrite and galena irregularly distributed through the body. The minor constituents are cubanite, tennantite and tetrahedrite. The gang minerals are baryte, carbonate, quartz, and the unreplaced remnants of the host rock. The ore deposition is controlled, as known yet, by a favorable horizon and dragfolding on the limb of the syncline.

The mine has two shafts, from which the Lampinsaari shaft is used for service, ventilation, and hoisting the waste. The ore is hoisted through the Ristonaho shaft, which is provided with a fully automatic Koepe hoist for ore and a hand operated one for service. Both are located in the top of the towerlike headframe. The haulage takes place on the 150 m, 200 m, and 250 m. levels, from which the ore is dumped into the bin and crushed in two stages. The loading on the 300 m. level is automatic. The installation includes two conveyor belts and loading pockets, which operate with the hoist.

The used mining method is shrinkage stoping in narrow branches. The main body is mined using shrinkage stoping followed by blast hole stoping from sub-levels. The underhand longholes (10—17 m.) are drilled with Finnish made Tampella machines using 7/8" rods. The stopes are 17—22 m. wide. The extraction of the pillars between the stopes is planned to take place after sandfilling. The ore is loaded from the drawpoints with Salzgitter H1 400 loaders into 3,5 m³ Granby cars. Finco 21 loaders are used in the drifting. Scraping is applied only where machine loading is infeasible. Four tons Diesel locomotives are used for haulage power.

The crushing plant adjoins the hoisting tower. The ore is crushed in two stages with Symons cone crushers and then drops down into the underlying bins. The primary grinding takes place in rod mills and the secondary one in ball mills, which are operated in closed circuit with the rake classifiers. Chalcopyrite and galena are flotated as bulk concentrate. They are separated by depressing galena and flotating chalcopyrite. Sphalerite is flotated from the tailing. The thickening and filtration installations are located in the other end of the flotation building. The daily capacity of the mill is 1300 tons.

Chalcopyrite concentrate is shipped to the company's own smelter. Sphalerite and galena concentrates are exported.



Kuva 5. Rikastamon kytkinkaavio

Suomen uraanimalmin tarpeesta.

Tekn.tri. Herman Stigzelius, Helsinki

Esitelmä pidetty Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 29. 3. 1957. Esitelmä esitetään tässä jonkun verran lyhennettynä. Esitelmöitsijä korosti, että Suomen uraanimalmin tarpeen arvioinnissa nykyoloissa pakosta joutuu tekemään eräitä oletuksia, jotka myöhemmin saattavat osoittautua paikkansapitämättömiksi.

Uraanimalmintsaantia ja toiveisiin uraanimalmien löytämiseen on maassamme viime vuoden aikana kiinnitetty tavattoman suurta julkista huomiota. Sanomalehtikirjoituksista maallikko helposti saa sen käsityksen, että uraanimalmi on tavattoman arvokas ja että sen löytäminen maastamme melkein yhdellä iskulla voisi ratkaista meidän energiapulmamme. Tätä varsin yleistä käsitystä yritetään tässä oikaista.

Luonnosta löytyvä uraanimalmi ei tietenkään sellaisenaan sovellu atomienergian kehittämiseen, vaan ainoastaan malmiin sisältyvä uraani. Ennen käyttöä se on saatava mahdollisimman puhtaaseen muotoon, koska kaikki asiaan kuuluvat epäpuhtaudet voima-ainepanoksissa voivat aiheuttaa reaktorin moitteettoman toiminnan häiriintymistä. Puhtaan uraanin erottaminen malmista on varsin pitkä prosessi, jonka pääpiirteet ovat seuraavat. Mikäli malmi on tavanmukaisin keinoin rikastettavissa, on luonnollista, että ensiksi niitä hyväksikäyttäen valmistetaan uraanirikastetta. Usein uraani kumminkin esiintyy malmissa siinä muodossa, ettei rikastus vastaa tarkoitustaan. Jauhettu uraanimalmi tai mikäli malmi on rikastettu, uraanirikaste käsitellään ensiksi rikki- tai typpihapolla tai molemmilla uraanin liuottamiseksi ja liuksesta saostetaan uraani esim. epäpuhtaan uraaniperoksiidina. Sakka liuotetaan erään menetelmän mukaan uudelleen typpihapolla ja liuos haihdutetaan kuiviin, jolloin uraani kiteytyy uranyyli-nitraattihexahydraattina. Tämä liuotetaan ensiksi eetteriin ja sitten veteen. Vesiliuksesta uraani saostetaan ammoniakilla ammoniumdiuranaattina. Tämä muutetaan fluorihapolla uraanitetrafluoriidiksi, jota käsitellään kalsiumilla tai magneesiumilla suojakaasukehässä, jolloin uraani erottuu sulana metallina. Tämä on sitten kuonan erottamisen jälkeen valmis käytettäväksi ainesosana reaktoreiden voima-ainepanoksissa, mikäli on kysymys rikastamatonta luonnonuraania käyttävästä reaktoriyypistä.

Rikastetulla uraanilla tarkoitetaan uraania, jossa radioaktiivisen isotoopin U 235:n pitoisuus on suurempi kuin luonnon uraanissa. Sen valmistaminen perustuu eri uraani-isotooppien hexafluoriidin erilaiseen kykyyn kaasumaisessa muodossa läpäistä määrättyjä membraaneja (uraanihexafluoriidi kaasuntuu n. 50° C lämpötilassa). Rikastetun uraanin valmistus vaatii suuria pääomasijoituksia ja runsaasti halpaa voimaa, millä perusteella sen valmistusta ei voida pitää meillä ajankohtaisena.

Kuten jo sanottu, soveltuu tavallinenkin rikastamaton uraani sellaisenaan reaktorin voimaaineksi. Käytössä uraani hajaantuu ja näitä hajaantumistuloksia, joista

plutoniumi on yksi tärkeimmistä, ei saa reaktoriin kertyä enempää kuin määrätty määrä. Voimaainepanos on sen takia uusittava määrätyn ajan kuluttua. Käytetty panos on silloin samalla poistettava joko tarkoitukseen soveltuvaan varastoon tai puhdistettavaksi kemiallista tietä puhdistuslaitoksessa uutta käyttöä varten. Miten kauan yhtä panosta ilman puhdistusta voidaan reaktorissa käyttää, ei voida kokemuksen puuttuessa vielä sanoa. Se riippuu myös oleellisesti kulloinkin käytettävän reaktorin rakenteesta ja lähinnä sen suuruudesta. Yleensä on suurtehoisissa reaktorissa panoksen käyttöaika pitempi kuin pienessä reaktorissa. Eräänä todennäköisenä arvona on Ruotsin vuoden 1955 atomienergiakomitea esimerkin puitteissa esittänyt panoksen käyttöajaksi 10 kk, jos atomivoimalaitos, jonka kapasiteetti on 100.000 kW, jatkuvasti toimii täydellä teholla. Käyttöajan arvioinnissa on epävarmuuskarroin kumminkin varsin suuri ehkä 2 luokkaa, joten kun puhutaan 10 kk käyttöajasta, saattaa se käytännössä olla jotain 5 ja 20 kk välillä.

Jos uraania ilman välipuhdistusta käytetään reaktorissa, kehitetään siinä Nobelin palkinnonsaajan, Sir John Cockcroft'in mukaan nykyisten kokemusten perusteella uraanitonnia kohti energiamäärä, vastaten sitä energiamäärää, joka tavanmukaisin keinoin on saatavissa n. 10 000 tonnista kivihiltä.

Jos käytetystä uraanipanoksesta useamman käytön jälkeen aina poistetaan haitalliset hajaantumistulokset, voidaan Cockcroft'in mukaan laskea, että energiamäärä, joka on saatavissa yhdestä uraanitonniasta, vastaa n. 50.000-100.000 tonnista kivihiltä saatavaa energiamäärää. Niin pian kuin atomivoiman rauhanomainen käyttö on saanut laajempaa käyttöä, voidaan ennustaa, että käytettyjen voima-ainepanosten regenerointi tulee olemaan tavanmukaista niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa.

Mikäli uraania käsitellään hyötöreaktorissa tavallisen U 238 muuttamiseksi plutoniumiksi, tulee uraanin koko hyväksikäytettävissä oleva energiamäärä hyväksikäytetyksi ja voidaan silloin, edelleen Cockcroft'in mukaan, katsoa yhden tonnin uraania vastaavan 1 miljoonaa tonnia kivihiltä. Koska hyötöreaktorin rakentaminen, ei ole Suomessa ajankohtaista, saamme kumminkin odottaa kauan ennen kuin oman maamme osalta voimme laskea korvaavamme miljoonan kivihilitonnia vain 1 tonnilla uraania.

Ennenkuin siirrytään asian käsittelyssä eteenpäin, on syytä lausua muutama sana uraanimalmien ja uraanin hinnoista. On heti alussa silloin huomautettava, ettei toistaiseksi ole mitään kansainvälisiä markkinahintoja olemassa. Yhdysvalloista tiedetään, että valtio maksaa Colorado Plateau-alueella 0,1 % U₃O₈ sisältävästä carnoitiimalmista yksityisille tuottajille virallisen kurssin mukaan n. 1.700 mk malmiin sisältyvää uraanioksiidikiloa kohti. Jos pitoisuus on n. 0,2 % U₃O₈ maksetaan vastaavasti n. 3 000 mk ja jos pitoisuus on 1 % tai suurempi, maksetaan malmista n. 4 000 mk uraanioksiidikiloa kohti. Alle 0,1 % U₃O₈ sisältävää malmia ei yleensä

osteta. Missä määrin Yhdysvaltojen valtion carnotiittimalmeista maksamaan hintaan on katsottava sisältyvän tukipalkkioluontoista ylihintaa, emme pysty arvostelevaan, mutta sen me tiedämme, että maailmassa löytyy paljon rikkaampia ja helpommin hyväksikäytävissä olevia uraanimalmeja samoin kuin että paljon köyhempiäkin uraanimalmeja nyt on hyväksikäytön kohteina, esim. Kvarntorpin liuske, joka sisältää vain n. 200 gr/ton eli n. 0.02 % U_3O_8 ja enintään n. 300 gr/ton eli n. 0.03 % U_3O_8 .

Jos halutaan esittää jotain suuruusluokkaa kuvastavaa arviota uraanimalmista maksettavasta kohtuullisesta hinnasta, voitaneen mainita n. 2.000 mk malmiin sisältyvää uraanikiloa kohti. Hinta luonnollisesti vaihtelee hyvin laajoissa rajoissa malmin rikkauden ja rikastettavuuden mukaan samoin kuin sen mukaan, missä määrin ostaja on valmis maksamaan ylihintoja tukeakseen kotimaista uraanikaivosteollisuutta raaka-ainehuoltonsa turvaamiseksi.

Metallista luonnon uraania on jossain laajuudessa jo myyty vapailta kaupoilla maailmanmarkkinoilla ja hinta on tällöin ollut 40 \$/kg tai 10 £/kg eli suuruusluokkaa 10.000 mk/kg. Mikäli edellinen arvio uraanimalmin hinnasta on oikea, vastaisi malmiin sisältyvän uraanin hinta n. 1/5 valmiin uraanimetallin hinnasta, mikä, huomioonottaen jalostusprosessin mutkikkouden, tuntuu mieluummin liian suurelta kuin pieneltä. Ei ole siten syytä laskea saavansa suurempaa hintaa uraanimalmista kuin edellä mainittu 2.000 mk malmiin sisältyvää uraanikiloa kohti. Koska uraanioksiidin uraanisisältö on n. 85 %, on tässä yhteydessä, likimääräisen arvion ollessa kyseessä, mielivaltaista puhutaanko hinnasta malmiin sisältyvää uraanitonnia tai uraanioksiiditonnia kohti.

Rikastetun uraanin eli puhtaan U 235 hinnasta on jo tarkka tieto olemassa. Yhdysvallat, joka esiintyy ainoana myyjänä länsieurooppalaisille maille, on äskettäin alentanut hintansa, sen ollessa nykyään 16 \$/gr eli virallisen kurssin mukaan 3.700 mk/gr eli 3,7 milj. mk kiloa kohti. On myös ostettavissa sellaista vain osittain rikastettua uraania, jonka U 235-pitoisuus on suurempi kuin 0,7 %. Tällaisen osittain rikastetun uraanin hinta on luonnollisesti riippuvainen tuotteen U 235-pitoisuudesta. Uraanin hinta vaihtelee siis varsin laajoissa rajoissa — 2.000 mk, 10.000 mk ja 3.700.000 mk kiloa kohti — riippuen siitä puhutaanko uraanin hinnasta malmissa, puhtaassa luonnon metallissa tai rikastetussa U 235-tuotteessa.

Vasta äskettäin on julkaistu ensimmäiset tiedot uraanimalmien ja uraanioksiidin tuotannosta. N.k. vapaan maailman on arvioitu nyt tuottavan yhteensä n. 30.000 tonnia U_3O_8 vuodessa. Tämä on monin kerroin enemmän kuin mitä maailma nyt kuluttaa rauhanomaiseen käyttöön. Esim. U.S. Atomienergiatoimikunta arvioi, että jos v. 1975 on rakennettuna 78 milj. kW atomivoimatehoa, tarvitaan silloin sen kehittämiseen vain 4.000—15.000 tonnia U_3O_8 vuodessa. Uraanimalmiinsintä on kaikkialla maailmassa hyvin vilkasta ja uusia kaivoksia perustetaan jatkuvasti. Kaivostuotanto on kasvamassa hyvää vauhtia ja kun strategiset varastot eri puolilla maailmaa ovat täyttyneet, ei voida välttää tuntuva takaiskua uraanimalmin loubintaa harjoittavalle teollisuudelle siinä muodossa, että nyt vallitsevat myyjän markkinat hyvin pian saattavat muuttua ostajan markkinoiksi. Ensimmäisiä merkkejä siitä on, että Kanadan, joka tähän asti on vienyt uraanimalmia ainoastaan Yhdysvaltoihin, odotetaan ryhtyvän viemään uraanimalmia myös Rng-

lantiin, Japaniin ynnä muihin maihin. Merkittävänä on myös pidettävä Etelä-Afrikan kaivosministerin päätöstä joulukuussa 1956, että uraanikaivokset saavat julkaista tietoja malmivaroista, malmipitoisuuksista ja tuotantoluvuista. Ilmeistä on, että uraanimalmin tarjonta vapailta markkinoilla aivan läheisessä tulevaisuudessa tulee olemaan suurempi kuin kulutus ja strategisten varastojen täyttymisen jälkeen on syytä odottaa uraanimalmien hinnan laskua. Ei ainakaan tunnu olevan mitään perusteltua syytä odottaa malmin saannin vaikeutunutta ja sen hinnan nousua maailmanmarkkinoilla.

Jos tämän jälkeen siirrytään käsittelemään paljonko uraania Suomi tulevaisuudessa voi tarvita, voidaan vertailulukuna todeta, että Suomi nykyään tuo n. 2 milj. tonnia kivihiihtä. Tuontitarve lisääntyy jatkuvasti samalla kun hiilensaanti vaikeutuu. Ilmeistä on, että jo kymmenkunnan tai parinkymmenen vuoden kuluttua olemme pakotettuja ottamaan atomienergian käyttöön varsin laajassa mittakaavassa tyydyttääksemme lisääntyvää energian tarvettamme. Tällöin voi olla kysymys esim. sellaisesta energiamäärästä, joka vastaa 1 miljoonasta tonnista kivihiihtä saatavaa energiamäärää. Idellä esitettyjen lukujen mukaan tarvitaan siihen 100 tonnia uraania, jos käytetään luonnon uraania yhdessä asteessa, 10—20 tonnia, jos käytetty uraani voidaan regeneroida ja vain 1 tonni, jos hyötöreaktori on käytettävissä. 1 milj. tonnia kivihiihtä maksaa n. 7—8 miljardia mk, ja sitä tavallaan korvaava uraanimäärä 100 ton. maksaa valmiina puhtaana metallina (10.000 mk/kg \times 100.000 kg =) 1 miljardi mk. Jos käytettyä uraania voidaan maassa regeneroida, pienenee tuontitarve 100—200 milj. mk. Jos oletamme, että maassamme olisi jalostuslaitos, jossa voidaan valmistaa uraania malmista, saamme toisenlaisia numeroita tarvittavan raaka-aineen hankintakustannuksista. Oletamme esim., että lähtöaineena on malmi, joka sisältää 0,5 % uraania ja että saanti on esim. 80 % niin toteamme, että 100 uraanitonniin valmistamiseksi tarvitaan 25.000 tonnia malmiä, jonka hinta on suuruusluokkaa (2.000 mk/kg \times 125.000 kg) = 250 milj. mk. Jos maassamme on uraanin regeneroimislaitos, supistuu sanotunlaatuisen malmin tarve 2.500—5.000 tonniin/vuosi ja sen hankintahinta 25—50 milj. markkaan vuodessa. Jos maassamme olisi hyötöreaktori, jota tässä käsitellään vain teoreettisena tapauksena, olisi k.o. malmilaadun tarve siksi pieni kuin 250 tonnia vuodessa ja sen hankintakustannus vain 2,5 milj. mk.

Tuomalla maahan uraanimalmia, joka sisältää 0,5 % uraania ja jalostamalla sitä kotimaassa, voisimme siis 250 miljoonan ja jos regeneroimislaitos olisi käytettävissä, 25—50 miljoonan markan arvoisella malmintuonnilla teoreettisesti korvata 1 miljoonan tonnin hiilentuonti arvoltaan 7—8 miljardia markkaa. Laskelma on sikäli täysin teoreettinen, että atomitekniikassa varsinaisen voima-aineen lisäksi tarvitaan monenlaisia hyödykkeitä, kuten raskasta vettä, zirkoniumia, berylliumia ym., jota ilmeisesti myöskin jouduttaisiin tuomaan maahan.

Osittain kerraten mitä jo on esitetty voidaan hahmotella seuraava kehityksen kulku, kun halutaan aikanaan korvata esim. 1 miljoonan tonnin vuotuinen hiilentuonti atomienergialla:

— Ensi vaiheessa tuodaan maahan 100 tonnia puhtaasta luonnon uraanimetallia vuodessa yksiasteista käyttöä varten, arvoltaan 1 miljardi markkaa.

— Toisessa vaiheessa rakennetaan malmin jalostuslaitos uraanimetallin valmistamiseksi malmista. Mikäli

kotimaisia malmeja ei siihen saada on tuotava malmia ulkoa 250 milj. mk arvosta.

— Kolmannessa vaiheessa rakennetaan käytetyn uraanin regeneroimislaitos, jolloin vuosittain täydennyseriksi ostettavan malmin arvo supistuu 50 milj. mk. ja myöhemmin tekniikan kehityttyä 25 milj. mk.

On usein korostettu omavaraisuuden suurta merkitystä uraanimalmin huollossa. Tämä on totuus, joka on otettava suurin varauksin. Eikö asia liene paremminkin niin, että riippuvaisuutemme ulkolaisista toimituksista enemmän riippuu siitä onko meillä maassamme tehtaita malmin jalostamiseksi ja uraanin regeneroimiseksi kuin siitä onko itse malmi omasta takaa? Jos meillä on tällaisia tehtaita, supistuu uraanimalmin tuontitarpeemme arvo vuosittain — edelleen 1 milj. kivihiilitonnin korvaamiseksi — vaatimattomaan 25—50 miljoonaan markkaan ja 1 miljoonaan kivihiilitonnin arvo vastaisi siten parinsadan vuoden kulutusta vastaavan varmuusvaraston hankintakustannuksia. Tällaisen varaston hankintaan Suomella epäilemättä olisi varaa, ja eiköhän mahdollinen häiriö maailman uraanimalmimarkkinoilla 200 vuoden ajassa kerkiä mennä ohi?

Tässä yhteydessä on ehkä paikallaan esittää pieni laskelma siitä, miten suuri uraanimalmin kustannus prosentuaalisesti on atomienenergian kustannuksesta.

Tri Ragnar Liljeblad ASEA:sta on 1956 esittänyt erään laskelman 100.000 kW suuruisen luonnon uraania yhdessä asteessa käyttävän voimalaitoksen vuosikustannuksista. Laskelman mukaan on

n. 59 % pääomakustannuksia

n. 13 % yleisiä käyttökustannuksia ja

lopun n. 28 % uraanin kustannuksia.

Mikäli käytetty uraani regeneroidaan, tulevat kumminkin uuden uraanin hankintakustannukset tuntuvasti alenemaan, ehkä n. 5 %:iin.

John Hopkins Chairman of Nuclear Energy Committee, National Association of Manufacturers USA esitti marraskuussa 1956 laajan muistion, jonka mukaan käyttöön tarvittavan uuden voima-aineen hankinta vastaa n. 15 % reaktorin käyttökustannuksista lähitulevaisuuden reaktoreissa ja myöhemmin ehkä 20—25 vuoden kuluttua n. 5 %.

Hänen selvitystään ei ole yleensä pidetty erikoisen luotettavana — atomienenergia hinta-arvioihin olisi nimitään yleensäkin suhtauduttava suurin varauksin — mutta kustannuksien prosentuaalinen jako lienee sentään ainakin suuruusluokaltaan oikea.

Ottaen huomioon, että malmin kustannus on noin viidesosa luonnon uraanin kustannuksista ja vielä tuntuvasti pienempi murto-osa rikastetun uraanin kustannuksista, voimme näistä numeroista päätellä, että uraanimalmin hankintakustannus tulevaisuudessa tulee muodostumaan suuruusluokaltaan ehkä 1 % atomienenergian hinnasta.

Tämä numero on ehkä syytä pitää mielessä, kun puhutaan omavaraisuuden edistämisestä. Jos elintärkeätä uraanimalmia parempien malmiesiintymien puutteesta joudutaan esim. kaksinkertaisiin markkinahintoihin tuotamaan kotimaassa, ei energiahinta suinkaan kaksinkertaistu vaan se kohoaa suuruusluokaltaan 1 %:lla.

Mitä voisi tapahtua, jos Suomesta yhtenä kauniina päivänä todetaan löytyneen louhintakelpoiseksi arvostettava uraanimalmi? Tästä asiasta voi epäilemättä olla hyvin paljon erilaisia mielipiteitä, mutta voidaan ehkä silti hahmotella erästä, jotenkin järkevältä tuntuvaa menettelytapaa.

Ensimmäiseksi olisi ryhdyttävä tällaista malmiesiinty-

mää hyväksikäyttämään myyntikelpoisen malmin tai rikasteen tuottamiseksi. Tuotetta tuskin kannattaa jäädä panttaamaan, vaan sitä olisi vietävä uraanimalmin ulkolaisille jalostuslaitoksille arvokkaana vaihtotavarana reaktoriteknikassa tarvittavien raaka-aineiden saamiseksi. Mikäli kokemus silloin osoittaa, että kaivosyritys on taloudellisesti kilpailukykyinen ja että malmivaroja löytyy riittävästi, voitaisiin ryhtyä suunnittelemaan kotimaisen jalostuslaitoksen rakentamista metallisen uraanin valmistamiseksi oman maan kulutusta ja myöhemmin ehkä myös vientiä varten. Omassa maassa tarvittava uraanimalmimäärä, arvoltaan kuten edellä on esitetty suuruusluokaltaan ehkä parisataa miljoonaa markkaa, on siksi pieni, että edistyväälle uraanikaivosteollisuudelle ehdottomasti pitää antaa mahdollisuuksia viedä tuotteitaan ulkomaille, muuten se tyrehtyisi markkinoiden pienuuteen. Uraanimetallin valmistuslaitoksen valmistuttua olisi Suomi jo omavarainen reaktoreissa tarvittavaan uraaniin nähden, mikäli tuleva reaktorirakennusohjelmamme perustetaan rikastamattoman luonnon uraanin käyttöön reaktoreissa. Eräs merkittävä tavoite olisi sillä jo saavutettu ja jatkuva kehitys veisi yhä lisääntyvään uraanimalmien ja uraanimetallin vientiin samalla kuin malmin kemiallisessa jalostusteollisuudessa saavutettuihin kokemuksiin nojautuen voitaisiin ryhtyä rakentamaan käytetyn uraanin regeneroimislaitosta ja myöhemmässä vaiheessa ehkä myöskin U235 rikastamislaitosta.

Tullaan väistämättömästi siihen lopputulokseen, että uraanikaivosteollisuus kotimaassa markkinoiden pienuuden vuoksi on luonteeltaan vientiteollisuutta ja että uraanikaivosteollisuus luonteeltaan ei millään tavalla poikkea muiden malmien louhintaa, rikastusta ja jalostusta harjoittavasta teollisuudesta. Se on kuten kaivosteollisuus yleensä tärkeä, kaikin puolin edistämisen arvoinen perusteollisuus, mutta mihinkään erikoiseen poikkeusasemaan sitä ei ole syytä asettaa.

Summary

The author tries to estimate Finland's future need of uranium ore as well as the possibilities to satisfy this demand. He comes to the conclusion that owing to the limited Finnish markets, the uranium mining industry by nature would have to be directed towards export, and further that the uranium mining industry as such in no way differs from the industry of mining, concentrating and refining of other ores. Like mining industry in general, it is an important and fundamental industry deserving every furtherance, but there is no reason to place it in an exceptional position.

Vuoriteollisuusosasto teknillisessä korkeakoulussa

Tekniikan lisensiaatin tutkinnon on suorittanut dipl.ins. Toimi Eemil Lohkarinen.

Diploomi-insinööritutkinnon kaivosteknikan opintosuunnalla ovat suorittaneet

Väinö Veikko Juntunen

Reino Juhani Mäkelä

Jaakko Eino Sakari Saarikoski

Diploomi-insinööritutkinnon metallurgian opintosuunnalla on suorittanut Veikko Herman Noponen.

Kallion liikuntojen havaitseminen seismitronilla

Dipl. ins. Paavo Maijala

Outokumpu Oy, Helsinki

Miltei jokainen kaivoksessa työskennellyt on kuullut kallion liikuntojen aiheuttamia ääniä. Niitä kuuluu louhinta-alueella esim. pilarien alkaessa sortua. Nämä korvin kuultavat äänet johtuvat siitä, että alue on joutunut paineen alaiseksi. Näkyvänä merkinä paineesta ilmestyy pilareihin ja seinämiin rakoja. Saattaapa niistä irtolla komujakin.

Näiden merkkien perusteella on sitten päätelty louhosten turvallisuus, ja kokeneiden miesten päätelmät ovat useimmiten olleetkin oikeita. Erehdyksiä on kuitenkin sattunut tapauksissa, joissa sortuminen on tapahtunut nopeasti ilman ennakoivaa ääntelyä tai rakoilua. On kuitenkin melko varmaa, että näissäkin tapauksissa on esiintynyt ennakolta liikettä, mutta se ei ole ollut korvin kuultavissa.

Koska tällaisia tapauksia on esiintynyt myös meidän kaivoksissamme, on Outokumpu Oy:n käyttöön hankittu laite, jolla tällaiset heikot äänet saadaan kuuluviksi. Laitteelle on sen amerikkalainen valmistaja antanut nimen seismitron. Se on tavallaan samanlainen laite kuin lääkärin stetoskooppi, jolla lääkäri kuuntelee esim. potilaan sydämen ääniä. Seismitron on vain lisäksi varustettu vahvistimella, jossa neljä radioputkea vahvistaa äänet moninkertaisiksi.

Laitteeseen kuuluu tuntoelin, seismitphone, joka pannaan kallioon porattuun reikään (Kuva 1). Siinä on pari synteettistä kvartsikidettä sijoitettuna umpinaiseen kevytmetalliputkeen. Putken pituus on 23 cm ja halkaisija 33 mm. Kallion liikunnat saavat aikaan n.s. piazosähkön kehittymisen kiteissä. Nämä sähköiset impulssit johdetaan sitten vahvistimeen, joka muuttaa ne niin voimakkaiksi, että ne kuulokkeiden avulla tulevat korvin kuultaviksi.

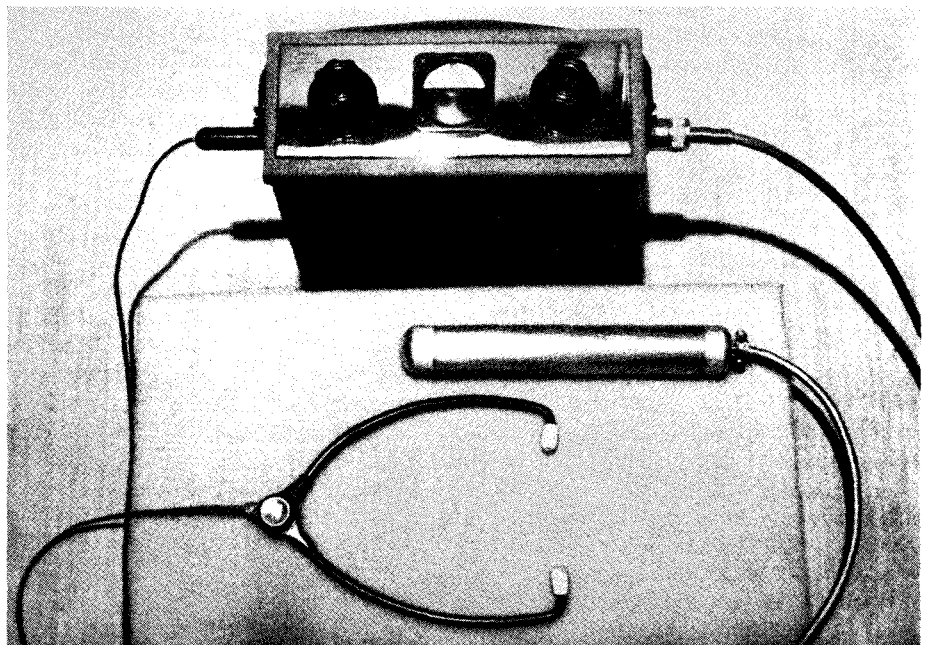
Äänen luonne on suoraan verrannollinen sen aiheuttajaan, esim. kallion liikuntaan. Helposti tunnettavissa

ovat kaivoksen eri koneiden äänet. Ihmisen korva suorittaa parhaiten erilaisten äänien erottamisen. Rekisteröintilaitteen käyttö on kyllä mahdollinen, kun vaan kaikki asiaankuulumattomat äänet kaivoksessa saadaan ensin poistetuiksi.

Kallion liikunnan antamat äänet vaihtelevat kivilajista riippuen. Meidän kaivostemme kivilajit antavat melko samanluonteisia ääniä. Ne ovat napsahduksia, jotka kuulostavat samankaltaisilta kuin kepillä lyötessä kuivaan halkoon tai tukkiin. Joskus ne muistuttavat komukankien lyöntejä kaukaa kuultuna.

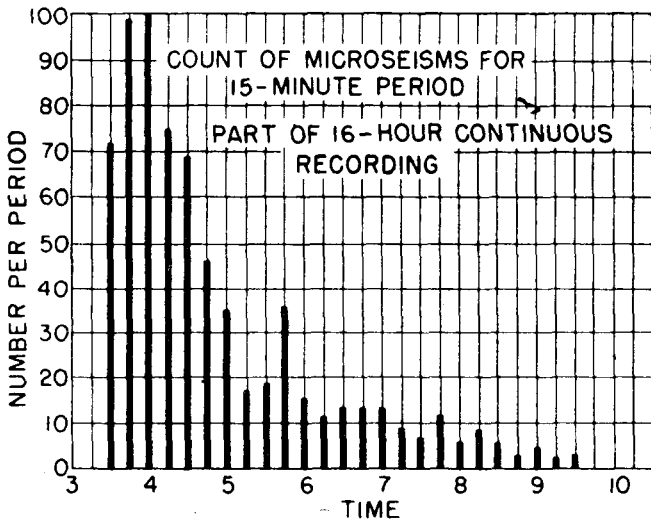
Havaintoja suoritettaessa lasketaan napsahdusten lukumäärä havaintoaikana, esim. 15 minuutin aikana. Sen jälkeen otetaan näiden napsahdusten eli n.k. mikro-seismien keskiarvo minuutissa, jota käytetään vertailulukuna. Lukuarvoja verrataan kivilajin sortumisen aikana antamaan lukuarvoon. Tämä arvo saadaan joko heti ammunnan jälkeen suoritettujen havaintojen aikana tai laboratoriossa kivilajin murskautumiskokeen yhteydessä (puristuskoee). Kaivoksissamme on tämä arvo ollut noin 200. Kallion ollessa levossa on mikro-seismien lukumäärä ollut vain 1 tai 2 minuutissa. Levottomilla komuvaara-alueilla on lukemiksi saatu 30—70 napsahdusta minuutissa. Viimemainittuja on esiintynyt kaivoksissa lähellä louhintapaikkoja.

Tämän laitteen avulla pitäisi siis voida paikallistaa levottomia alueita kaivoksessa ja siten saada ennakolta varoituksia komuvaaroista. Siten esim. perien ja louhosten kattojen ja seinien tukeminen päästään aloittamaan kyllin varhain. Tuetut alueet voidaan seismitronilla tarkistaa, että ne ovat rauhallisia. Seismitronia on ulkomailla käytetty myös kaivoksen sortumien taakse jääneiden kaivosmiesten antamien äänimerkkien kuuntelussa.



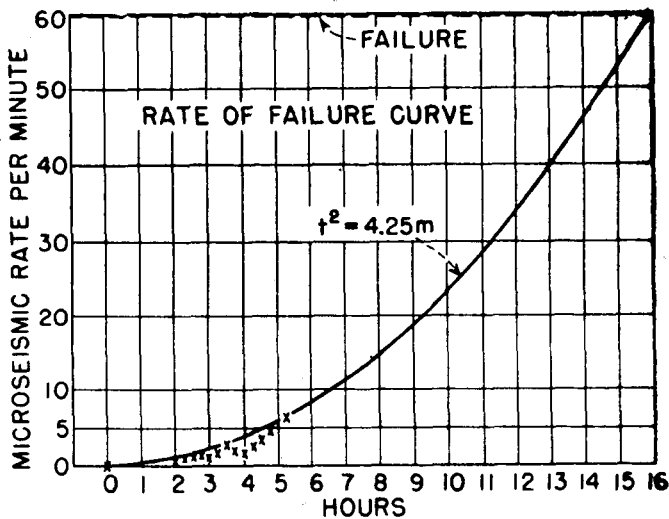
Kuva 1.

Seismitronin havaintojen avulla voidaan siis määrittellä louhitun tilan turvallisuus. Edellisestä voi myös helposti vetää johtopäätöksen, että laitteen avulla voidaan minkä tahansa louhostilan turvallisuus lausua numeroin 0—200. Aivan näin yksinkertainen asia ei kuitenkaan ole. Haluankin seuraavassa selostaa laitteen mahdollisuuksia tähän mennessä saatujen kokemusten perusteella.



Kuva 2.

Muutamia vuosia sitten selvitteli näitä laitteen kehittäjä ins. Crandell Amerikassa useilla kokeilla. Kuvassa 2 näemme 15 min. ajanjaksoina suoritettujen havaintojen antamat mikroseisimien lukumäärien vaihtelut eräässä louhoksessa suoritettun ammunnan jälkeen. Katon rauhoittuminen kesti siis useita tunteja. Näiden havaintojen perusteella voitiin laatia k.o. kivilajin sortumiskäyrä, jonka näemme kuvassa 3.



Kuva 3.

Eräällä tunnelinajotyömaalla New Yorkissa hän yritti saada selville, miten kauan kallio on levoton ammunnan jälkeen. Hän sijoitti geofoonin vain 2,5 m päähän räjäytettävästä seinämästä ja rekisteröintilaitteen lähes 100 m päähän. Hän otti nauhalle kallion liikunnat 16 tunnin ajalta ja sai sinä aikana useita sortumamerkintöjä. Näiden avulla hän sai selville m.m. miten monta mikroseisimiä eli napsahdusta k.o. kivilajin, erään liuskeen, sortuma antoi aikayksikössä. Lukumääräksi tuli 3 napsahdusta sekunnissa eli siis 180 minuutissa. Samainen

kivilaji ei myöskään rauhoittunut rekisteröidyn 16 tunnin aikana, joten se jouduttiin kalliopuluttaamaan ennenkuin tunnelia jatkettiin. Insinööri Crandell halusi myös selvityksen tilanteiden muutoksista viikkojen ja kuukausien jälkeen, kun tunnelityö oli jo suoritettu. Hän suoritti havaintoja määräajoin tunneliosuudella, jossa ei ollut mitään tukirakenteita tai kalliopuluttausta. Neljä kuukautta louhinnan jälkeen alkoi napsahdusten lukumäärä lisääntyä, mutta vasta noin vuoden kuluttua katto tuli kumeaksi sitä kuunnellessa. Pian sen jälkeen tulikin kattoa alas noin 10 m päässä havaintopisteestä ja sen jälkeen se rauhoittui. Eräässä toisessa havaintopisteessä lukumäärän lisääntyttä 90:een ryhdyttiin tunneliosuutta kalliopuluttaamaan. Osuuden kalliopultaus kesti yli 4 kuukautta ja sinä aikana komuja tuli alas katosta. Noin kuukauden ajan katto oli vielä levoton pultauksen jälkeen, mutta sitten se saavutti tasapainotilan ja rauhoittui.

Napsahdusten voimakkuus riippuu tietysti siitä, miten lähellä tapahtumapaikkaa havaintopaikka on. Niiden voimakkuus on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön. Seismitroniin sijoitetun vaimentajan avulla voidaankin häiritsevimpiä kaukaisia ääniä saada kuulumattomiksi.

Napsahdusten äänen laatu vaihtelee myös etäisyyden mukaan. Kaukaisempien liikuntojen aiheuttamat äänet muistuttavat rahinaa, mutta läheisistä kohteista kuullut ovat sointuvia. Vaimentajaa käyttäen voidaan joku levoton alue paikallistaa. Havaintopaikkaa vaihdettaessa jonkin levottoman alueen antamat äänet siis muuttuvat etäisyyden muuttuessa. Vaimentajassa on 8 eri vaihetta, jokainen vaihe-ero on 10 decibeliä. Decibelhän on eräänlainen melumitta-yksikkö. Se ei ilmoita äänen fyysikaalista voimakkuutta, vaan on eräänlainen mittayksikkö ihmisen korvaan tulevan äänen suhteellisesta voimakkuudesta. Ihmisen korva erottaa 3 decibelin muutoksen äänessä.

Outokumpu Oy:n kaivoksissa on seismitron-havaintoja suoritettu viimevuoden syyskuusta alkaen. Niissä kaikissa on useita havaintopisteitä, jotka on sijoitettu yhteistyössä paikallisten kaivosinsinöörien kanssa sellaisiin kohtiin, että louhinnan edistyessä painealueen siirtymistä voidaan seurata, tai että voidaan seurata jonkun seisomaan jätetyn alueen pysyvääsiyyttä. Esimerkkeinä mainittakoon pari havaintoa Outokummusta. Havaintoja suoritettaessa erään louhosalueen alavälän nurkkaukseen sijoitetussa pisteessä saatiin napsahdusten lukumääräksi noin 70 minuutissa. Ympäristöä tutkittaessa todettiin ylempänä noin 10 m päässä olevan paineenalaisen pilarin. Toisen havaintopisteen lukemat olivat kahden kuukauden aikana muuttuneet 1:stä 30:een. Selityksenä oli, että louhintarintama oli tullut lähemmäksi ja havaintopiste oli joutunut painevyöhykkeeseen.

Mainittakoon vielä eräs esimerkki seismitronin käytöstä turvallisuutta varmistavana laitteena. Metsämontun kaivoksessa oli eräs louhos avattu, mutta ohjelman muutos määräsi sille noin 4—5 kuukauden seisauksen. Seismitron-havainnot osoittivat, että louhokseen oli syytä sijoittaa muutama tukipilari.

Lähdekirjallisuutta.

F. J. Crandell: Determination of incipient roof failures in rock tunnels by micro-seismic detection, *Journal of the Boston Society of Civil Engineers*, January, 1955, p. 39—59.

Lloyd E. Antonides: How you can predict rock falls, *Engineering and Mining Journal*, December 1955, p 75—77, 103.

Mittanauhan painumiskorjauksen määrääminen vinomittauksessa

Dipl.ins. *Halvdan Eklund*,
Lohjan Kalkkitehdas Oy, Virkkala.

Tarkoissa, riippuvalla mittanauhalla suoritetuissa mitauksissa on m.m. nauhan painuminen otettava huomioon. Painumiskorjauksen määräämistä varten on meillä seuraavat yleisesti tunnetut kaavat:

$$k_0 = \frac{8 p^2}{3 a} \text{ ja}$$

$$k_0 = \frac{a^3 b^2}{24 v^2}$$

missä k_0 = painumiskorjauksen itseisarvo (korjaus on tietysti aina negatiivinen), p = painuma mittanauhan keskellä, a = mitattu pituus, b = mittanauhan paino pituusyksikköä kohti ja v = jännitys. Menetellään yleensä siten, että ensin määrätään painumiskorjaus koko mittanauhaa varten ensimmäisen kaavan avulla: Jännitetään nauha vaakasuoraan asentoon, mitataan painuma p ja lasketaan painumiskorjaus k_0 . Sitten lasketaan painumiskorjaukset vajaita nauhanpituuksia varten jälkimmäisellä kaavalla ja esitetään tulokset taulukon muodossa¹⁾.

Nyt on kuitenkin huomattava, että ylläolevat kaavat pätevät ainoastaan vaakasuorassa mitauksessa. Koska vinot mitaukset ovat hyvin tavallisia kaivosmittauksessa, lienee paikallaan, että vinomittauksen painumiskorjauskaava esitetään tässä. Tämä asia on yleensä saanut liian vähän huomiota osakseen. Suomessa on kuitenkin dipl.ins. O. Siikaniemi johtanut vinomittaukseen soveltuvan painumiskorjauskaavan

$$k_a = \frac{a^3 b^2}{24 v^2} \cdot \cos^2 a + \frac{a^4 b^3}{24 v^3} \cdot \sin a \cos^2 a,$$

missä a tarkoittaa kaltevuuskulmaa, ja \pm tai $-$ merkkiä käytetään sen mukaan, onko jännitys v mitattu nauhan ylä- tai alapäässä.²⁾

Ins. Siikaniemi on johtanut kaavansa suoraan yleispäteväksi, mutta esitettäköön tässä lyhyempi johtamistapa, joka perustuu jo tunnettuun vaakasuoran mitauksen kaavaan

$$k_0 = \frac{a^3 b^2}{24 v^2}$$

Vinomittaukseen sovellettuna kaava muuttuu johtuen siitä, että tekijä b ei enää vaikuta kohtisuoraan mitaussuuntaa vastaan. Kun kaltevuuskulma on a , voidaan b

jakaa komponentteihin $b \cos a$ ja $b \sin a$, joista edellinen on kohtisuora mitaussuuntaa vastaan ja korvaa täten b :n. Jälkimmäinen komponentti vaikuttaa mitaussuunnassa aiheuttaen muutoksen nauhan jännitykseen. Integraalilaskulla saadaan, että tämä muutos on $= \frac{1}{2} ab \sin a$. Jos jännitys v on mitattu nauhan alapäässä, on muutos likipitään samansuuntainen kuin v , eli positiivinen. Jos v on mitattu yläpäässä on muutos negatiivinen. Vinomittauksen painumiskorjauskaava on siis

$$k_a = \frac{a^3 b^2 \cos^2 a}{24 (v \pm \frac{1}{2} ab \sin a)^2}$$

Jos kaavan oikea puoli kehitetään sarjaksi, saadaan juuri edellämainittu ins. Siikaniemen johtama kaava

$$k_a = \frac{a^3 b^2 \cos^2 a}{24 v^2} \pm \frac{a^4 b^3 \sin a \cos^2 a}{24 v^3}$$

sillä jo kolmas termi on mitättömän pieni ja voidaan (niin kuin tietysti seuraavatkin) jättää pois ilman muuta. Ins. Siikaniemen mukaan on toinenkin termi yleensä niin pieni, että se voidaan jättää pois. Katsotaan tätä asiaa lähemmin.

Toinen termi saavuttaa maksimiarvonsa semmoisella kaltevuuskulmalla, että $\sin a \cos^2 a$ on maksimi. Derivoimalla voimme todeta, että näin on asian laita, kun $\sin a = \sqrt{1/3}$, jolloin $a = 39^\circ 18'$ ja $\sin a \cos^2 a = 0,3849$. Tässä tapauksessa on toisen termin itseisarvo 0,8 mm, kun $a = 50$ m, $b = 20$ gr/m (normaali sivumittausnauha) ja $v = 10$ kgf. Arvo pienenee jyrkästi (a^4 :n suhteessa) matkan lyhetessä. Jo 40 m:n matkalla se on vain 0,3 mm ja 30 m:n matkalla 0,1 mm. Jos käytetään 8 kgf:n jännitystä ovat vastaavat arvot n. kaksi kertaa suuremmat. Tämä termi voidaan siis useimmiten jättää pois. Ellei tyydytä tähän tarkkuuteen, voidaan mitaus suorittaa kahdesti ja jännitys mitata kummassakin päässä, jolloin toisen termin vaikutus häviää keskiarvosta. Muutenkin on tietysti kontrollin kannalta aina hyvä suorittaa kaksi mitausta.

Vinomittauksen painumiskorjauskaava voidaan siis lopullisesti esittää seuraavassa yksinkertaisessa muodossa:

$$k_a = \frac{a^3 b^2 \cos^2 a}{24 v^2} = k_0 \cdot \cos^2 a.$$

Vinomittauksessa on painumiskorjaus yhtä kuin vaakasuoran mitauksen vastaava korjaus kerrottuna kaltevuuskulman kosinin neliöllä.

Kun on laadittu kirjoituksen alussa mainittu painumiskorjaustaulukko, voidaan vinomittauksen painumiskorjaukset vaivattomasti laskea vaikka laskuviivottimella.

¹⁾ Maanmittaushallituksen ohjeet asemakaavamittauksia varten. Helsinki 1945. Siv. 25—26.

²⁾ O. Siikaniemi: Vinomittaukseen soveltuvan painumiskorjauskaavan johtaminen. Maanmittausinsinööri 1953. Siv. 323—326.

KAIVOSTYÖNJOHTAJIEN KOULUTUS

Pätevien kaivostyönjohtajien kouluttamiseksi laajenevan kaivosteollisuutemme palvelukseen on Vuorimiesyhdistys tehnyt merkittävän aloitteen, lähettäessään 4. 3. 1957 seuraavan sisältöisen kirjeen kauppa- ja teollisuusministeriölle.

Vuoriteollisuuden ja siihen liittyvien toimialojen merkitys maamme talouselämälle on viime vuosikymmeninä suuresti lisääntynyt ja on yhä kasvamassa. Tämä ilmenee sodan jälkeisen tuotannon kasvusta, joka Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivostoimiston alaisten kaivosten tuotantotilastojen mukaan on ollut seuraava:

v. 1944	nostettu yhteensä	1.641.887	tonnia	kiveä
v. 1948	»	»	2.620.778	»
v. 1952	»	»	3.480.750	»
v. 1955	»	»	4.759.623	»

Malmintuotantoa on vilkasta ja parhaillaan on käynnissä useita laajoja tutkimustyömaita raaka-ainepohjan laventamiseksi ja uusien kaivosten avaamiseksi.

Teknillisessä Korkeakoulussa on vuodesta 1937 alkaen ollut käynnissä vuoriteknillinen diplomi-insinööriopetus, jonka tuloksena valmistuu kaivos- ja rikastusinsinöörejä sekä metallurgeja. Sensijaan työnjohtajaporras on jäänyt kouluttamatta. Tosin vuosina 1943—44 oli Kuopion Teknillisen koulun yhteydessä toiminnassa kaivostekniikan opintosuunta, jonka koulutus tapahtui osittain Kuopiossa osittain Outokumpu Oy:n Outokummun kaivoksella. Koulusta valmistui 19 kaivosteknikkoa, jotka suurimmalta osalta ovat edelleen kaivosteollisuuden palveluksessa.

Vuoriteollisuuden jatkuva koneellistuminen ja monipuolistuminen sekä malmivarojen järkipäivä ja tarkka hyväksikäyttö asettavat työnjohtajakunnalle suuria vaatimuksia. Vuorimiesyhdistys on tämän oivaltaen kaivostaostonsa syyskokouksessa asettanut komitean tutkimaan kaivosteknikkokoulutuksen aikaansaamismahdollisuuksia. Voimakkaan herätteen tähän antoi Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivostoimiston päällikön, teollisuusneuvos Herman Stigzeliuksen kirjelmä Kauppa- ja teollisuusministeriön Ammattikasvatusosastolle kaivostyönjohtajakoulutuksen tarpeellisuudesta.

Vuorimiesyhdistyksen kaivostaoston kaivosteknikkokoulutuskomitea on työssään tutkinut, miten suuri on kaivostyönjohtajien koulutustarve maassamme, miten pitkä koulutus olisi syytä järjestää, miltä pohjalta koulu-

tuksen olisi lähdettävä ja missä se voitaisiin järjestää sekä mikä olisi koulun opetusohjelma.

Vuoriteollisuuden palveluksessa on kaivos-, rikastus- ja jauhatustyönjohtajina sekä vastaavissa työntutkimus-, suunnittelu- y.m. tehtävissä noin 200 työnjohtajaa. Suurten voimalaitos- ja rakennuslouhintatyömaiden palveluksessa on lisäksi 30—50 vastaavissa tehtävissä olevaa työnjohtajaa. Kun vaihtuvaisuudeksi ja laajennustarpeeksi lasketaan 10 %, olisi vuosittain otettava kaivosteknikkoiksi koulutettavaksi 20—25 oppilasta. Koulutuksen olisi vastattava muuta teknikkokoulutusta ja olisi sen oltava kansakoulupohjalta lähdettäessä 3-vuotinen. Kaivosammattikoulun ja keskusammattikoulujen eräiden linjojen sekä kaivosharjoittelun pohjalta lähdettäessä voisi koulutus olla 2-vuotinen.

Komitea on ollut yhteydessä koulutuskysymyksen selvittelyssä Kauppa- ja teollisuusministeriön Ammattikasvatusosaston ylijohtaja A. Niineen ja opetusneuvos T. Schoultziin. Neuvotteluissa on selvinnyt, että opetustilojen puolesta olisi mahdollista järjestää kaivosteknikko-opetus Lappeenrannan Teknillisen koulun yhteyteen koulun uudisrakennuksessa. Lappeenrannassa on lisäksi Paraisten Kalkkivuori Oy:n suuri kalkkivilouhus murskaus-, jauhatus- ja rikastuslaitoksineen, joten koulun sijoitus Lappeenrantaan tuntuu erittäin sopivalta.

Koulun tehokkaalle toiminnalle on asianmukaisten laboratoriovälineiden saaminen välttämätön. Kun kaivosteknikkokoulutus kiinnostaa suuresti koko kaivosteollisuutta, on komitea kääntynyt kaivostyönharjoittajien ja voimalaitosrakennusyhtiöiden puoleen tiedustellen, ovatko ne halukkaita auttamaan vuorilaboratoriovälinehankinnoissa. Komitea on saanut lupauksen n. 3 miljoonaa markkaa nousevien laboratoriovälineiden hankkimiseen teollisuuden kustannuksella, jotka välineet lahjoitetaan Lappeenrannan Teknilliselle koululle, kun opetuksen alkamisesta on päätetty.

Edellä olevaan viitaten Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry. anoo kunnioittaen, että Kauppa- ja teollisuusministeriö ehdottaisi perustettavaksi Lappeenrannan Teknillisen koulun yhteyteen v. 1958 alkavan vuoriteollisuuden opintosuunnan lehtorin viran ja ryhtyisi kiireellisiin toimenpiteisiin vuoriteollisuuden opintosuunnan aikaansaamiseksi Lappeenrannassa. Opintosuunnan vahvuudeksi ehdotetaan vuosittain 20—25 oppilasta. Vuoriteollisuuden lehtorin viran pätevyysvaatimuksena olisi oltava Teknillisen Korkeakoulun Vuoriteollisuusosaston kaivostekniikan opintosuunnan diplomi-insinööri-tutkinto sekä vähintään 3—5 vuoden käytännöllinen kaivostoimintakokemus.

Zusammenfassung

Die Durchbiegungskorrektion eines freischwebenden Messbandes bei schiefer Messung ist

$$k a = k_0 \cos^2 a$$

wo k_0 = die Durchbiegungskorrektion bei waagerechter Messung und a = der Neigungswinkel ist.

Diese Formel stimmt genau für den Mittelwert, wenn man zwei Messungen gemacht hat, und dabei die gewünschte

Spannung des Messbandes an seinen beiden Enden bestimmt hat. Hat man die Spannung nur an einem Ende bestimmt, entsteht ein Fehler, der jedoch gewöhnlich so klein ist, dass man ihn nicht beobachten braucht.

Wenn man eine Tafel der Durchbiegungskorrekturen für waagerechte Messung konstruiert hat, kann man also die Korrekturen für schiefe Messungen durch Multiplikation mit \cos^2 für den Neigungswinkel leicht mit einem Rechenschieber bestimmen.

Liitteenä komitean laatima kansakoulupohjalta lähtevän 3-vuotisen teknillisen koulun vuoriteollisuuden opintosuunnan opinto-ohjelma sekä kaivosammattikoulun tai keskusammattikoulun koneteknillisten tai rakennusteknillisten opintolinjojen ynnä kaivosharjoittelun pohjalta lähtevän 2-vuotisen koulun opinto-ohjelma.

Helsingissä maaliskuun 4 päivänä 1957.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry.

John Ryselin Paavo Asanti
Puh.joht. Yli-ins. Siht. Tri-ins.

Jotta kaivostyönjohtajien koulutus voitaisiin viivytyksittä aloittaa lähetti Vuorimiesyhdistys samana päivänä toisenkin kirjelmän Kauppa- ja teollisuusministeriölle, jossa kirjelmässä esitettiin muun muassa seuraavaa:

Koska opintosuunnan toiminta voisi alkaa ilmeisesti aikaisintaan syksyllä v. 1958 ja kaivosteknikkokoulutuksella on kova kiire, on komitea tutkinut Ammattikasvatusosaston kanssa yhteistoiminnassa kaivosteknikkokurssitoiminnan aloittamismahdollisuutta Lappeenrannassa. Tähän olisi olemassa hyvät mahdollisuudet Lappeenrannan Teknillisessä koulussa huonetilojen perus-

teella sekä sillä perusteella, että tarvittavat erikoisaineiden tuntiopettajat ensimmäisenä vuotena saataisiin Paraisten Kalkkivuori Oy:n Lappeenrannan kaivoksen dipl. insinööreistä ja geologeista. Opetukseen on Paraisten Kalkkivuori Oy antanut periaatteellisen luvan ja asianomaiset insinöörit ovat halukkaita opetusta antamaan. Lappeenrannan Teknillisen koulun neuvottelukunta myöskin puoltaa kurssitoiminnan alkamista.

Kun kurssin ja koulun toiminnalle on asianmukaisten laboratoriovälineiden saaminen välttämätön, on komitea kääntynyt kaikkien kaivostyönharjoittajien ja voimalaitosrakennusyhtiöiden puoleen tiedustellen, ovatko ne halukkaita auttamaan vuorilaboratoriahankinnassa. Komitea on saanut lupauksen n. 3 miljoonaan markkaan nousevien laboratoriovälineiden hankkimiseen teollisuuden kustannuksella, jotka välineet lahjoitetaan Lappeenrannan Teknilliselle koululle, kun opetuksen alkamisesta on päätetty.

Edellä olevaan viitaten Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry. anoo kunnioittaen, että Kauppa- ja teollisuusministeriö järjestäisi syksyllä 1957 ammattikoulupohjalta alkavan kaivosteknikkokurssin Lappeenrannan Teknilliseen kouluun. Kurssin oppilaiden olisi täytettävä seuraavat vaatimukset:

- 1) Vähintään 18 vuoden ikä
- 2) Kaivosammattikoulun hyväksytty tutkinto tai
- 3) Keskusammattikoulun tai konepajakoulun jonkun

2-vuotisen kaivosteknikkokoulun tuntijakoehdotus.

A i n e	I v.		II v.		Yht.
	s	k	s	k	
Laskuoppi	5	2	—	—	98
Algebra, geometria, trigonometria	4	2	2	—	112
Fysiikka	3	—	—	—	42
» laboratoriotyöt	—	2	—	—	28
Kemia	3	—	—	—	42
» laboratoriotyöt	—	2	—	—	28
Mekaniikka	2	2	—	—	56
<i>Yleiset aineet yhteensä</i>	<i>17</i>	<i>10</i>	<i>2</i>	<i>—</i>	<i>406</i>
Vleinen koneoppi	2	3	—	—	70
Lujuusoppi, koneteknillinen	—	2	—	—	28
Konepiirustusharjoitukset	2	2	—	—	56
Yleinen rakennusoppi ja rakennusaineet	2	2	—	—	56
Betoni- ja teräsbetonirakenteet	—	—	2	2	56
Perustukset ja rakennuspiirustus	—	—	2	2	56
Sähkötekniikka	2	2	2	—	84
» harjoitukset	—	—	2	2	56
<i>Yleiset ammattiaineet yhteensä</i>	<i>8</i>	<i>11</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>462</i>
Louhintatekniikka	2	4	4	6	224
Räjähdyksaineet ja räjäytysoppi	—	—	2	2	56
Kaivoskonemekaniikka	2	2	4	4	168
Kaivosmittaus	—	—	2	2	56
Vedennosto ja tuuletus	—	—	2	4	84
Kuljetukset	2	2	2	2	112
Mineralogia ja geologia	4	4	—	—	112
Malminetsintä ja malmitutkimukset	—	—	2	2	56
Murskaus, jauhatus ja rikastustekniikka	—	—	5	5	140
<i>Erikoisammattiaineet yhteensä</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>23</i>	<i>27</i>	<i>1.008</i>
Työnjohto-oppi	2	2	2	4	140
Työnsuunnittelu ja työntutkimukset	2	2	2	2	112
Työturvallisuus	—	2	2	—	56
Teollisuustalous ja yhteiskuntaoppi	2	—	—	—	28
Työlainsäädäntö ja työsuhteasiat	—	2	—	—	28
Kirjanpito ja kustannuslaskenta	—	—	2	2	56
<i>Yleiset johtajataidolliset ja sosiaaliset aineet yhteensä</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>420</i>
Y h t e e n s ä	41	41	41	41	2.296

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN

ry:n

toimintakertomus vuodelta 1956.

Yhdistys kokoontui varsinaiseen vuosikokoukseensa Helsingissä 14 päivänä huhtikuuta 1956. Läsnä oli 172 yhdistyksen jäsentä. Jaostojen kokoukset pidettiin seuraavana eli huhtikuun 15 päivänä. Virallisten asioiden jälkeen pidettiin yhdistyksen vuosikokouksessa seuraavat esitelmät:

»Patagonian ja Tulimaan jääkaudet», professori Auer, ja »Kovametallin valmistuksesta ja käytöstä», dipl.ins. Lennart Häkkä (esitelmän luki dipl.ins. V. Hulmi)

Yhdistyksen kesäkokous ja kesäretkeily pidettiin Harjavallassa ja Porissa elokuun 17—18 päivinä 1956. Ensimmäisenä päivänä oli ohjelmassa tutustuminen Harjavallassa Outokumpu Oy:n kuparitehtaaseen ja Rikkihappo- ja Superfosfaattitehtaat Oy:n laitoksiin. Harjavallassa siirryttiin Poriin, missä tutustuttiin Outokumpu Oy:n metallitehtaaseen. Porista tehtiin automatka Leinebergiin, missä tutustuttiin masuuniin, sekä Noormarkkuun, missä osanottajat olivat Oy A. Ahlström Ab:n vieraina. Yli-ins. Ilmari Levanto esitti yhtiön pääkonttorissa katsauksen vanhojen rautaruukkien historiaan. Vuorineuvos Hans Ahlströmin opastuksella tutustuttiin vanhaan kankivasaraan.

Toisena päivänä oli tehdaskäynti Oy W. Rosenlew Ab:n Porin Konepajalla. Täältä jatkettiin edelleen Mäntyluodon kautta Reposaareen, missä tutustuttiin Reposaaaren Konepajaan ja laivatelakkaan. Rattoisan laivamatkan jälkeen Säpin majakan ympäri palattiin Mäntyluotoon, missä syötiin kesäretkeilyn päättäjaisiksi perinteellinen siikalounas.

Geologijaostolla oli kesäretkeilyn yhteydessä oma retkeilynsä Satakunnan jotunimuodostumille, kuten jaostojen toimintaa koskevasta kertomuksesta selviää.

Yhdistyksen toimihenkilöt

Puheenjohtajana on toiminut yli-ins. John Ryselin, varapuheenjohtajana fil.tri Åke Bergström. Edellisten lisäksi ovat hallitukseen kuuluneet seuraavat henkilöt: dipl.ins. Carl-Erik Carlsson, dipl.ins. Caj Holm, yli-ins. Fjalar Holmberg, professori Kauko Järvinen, professori Aarne Laitakari ja dipl.ins. Urho Valtakari.

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

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

Professori Kauko Järvinen oli Vuorimiesyhdistyksen edustajana Tukholmassa 23—24 marraskuuta 1956 pidetyssä Svenska Gruvföreningen'in vuosikokouksessa.

Yhdistyksen toiminnasta mainittakoon vielä seuraavaa.

Vuosikokous asetti komitean käsittelemään kysymystä ja antamaan lausuntonsa luonnoksesta kaivoslaiksi ja laiksi kaivoslain voimaantuloon liittyvistä toimenpiteistä. Komitean puheenjohtajana toimi professori Kauko Jär-

vinen ja sihteerinä dipl.ins. K. Nieminen. Komitea on aikanaan jättänyt lausuntonsa k.o. asiasta.

Kesäkokouksen yhteydessä syntyi eräissä piireissä keskustelua siitä, mitä olisi tehtävä maamme vuoriteollisuuden perinteiden vaalimiseksi. Asiaa koskevan vetoomuksen laati sittemmin yli-ins. Ilmari Levanto ja vetoomus julkaistiin yhdistyksen lehdessä. Yhdistyksen hallitus on myös käsitellyt tätä kysymystä ja asettanut tar-koitusta varten komitean asian eteenpäin viemiseksi.

Kaivosteknikkokoulutus

Syyskokouksessaan 26.10. 1956 asetti kaivosjaosto komitean tutkimaan kaivostyönjohtajien koulutusmahdollisuuksia. Komitean puheenjohtajaksi valittiin isännöitsijä Erkki Hakapää, jäseniksi dipl. insinöörit Caj Holm, Jarmo Soininen ja Urho Valtakari. Sihteeriksi kutsui puheenjohtaja dipl.ins. Heikki Aulangon.

Komitea on pitänyt 4 kokousta ja tutkinut mikä on kaivostyönjohtajien koulutustarve maassamme, miten pitkä koulutus olisi järjestettävä, minkälaisen pitäisi olla opetusohjelman, voidaanko koulutus järjestää valtion teknillisten koulujen yhteydessä ja missä, vai olisiko perustettava teollisuuden ylläpitämä yksityinen kaivosteknikkokoulu ja mitkä olisivat kustannukset eri vaihtoehdoissa.

Asiaa on kehitetty yhteistoiminnassa Kauppa- ja teollisuusministeriön Ammattikasvatusosaston ylijohtaja A. Niimin ja opetusneuvos T. Schoultz'in kanssa. Komitean työn tuloksena on Vuorimiesyhdistys 4.3. 1957 lähettänyt Kauppa- ja teollisuusministeriölle kaksi kirjelmää. Ensimmäisessä esittää Vuorimiesyhdistys, että ministeriö ehdottaisi v. 1958 perustettavaksi Lappeenrannan Teknilliseen kouluun kaivostekniikan lehtorinviran ja aloittaisi kaivosteknillisen opintosuunnan, jolle vuosittain otettaisiin 20—25 oppilasta. Koulu olisi 2-vuotinen kaivosammattikoulun sekä keskusammattikoulujen erinäisten linjojen ja kaivosharjoittelun pohjalta, kansakoulupohjalta 3-vuotinen.

Toisessa kirjelmässä esitetään opetuksen pikaista aloittamista 2-vuotisena kaivosteknikkokurssina Lappeenrannan Teknillisessä koulussa syksyllä 1957. Kaivosteollisuus ja voimalaitosyhtiöt ovat lupautuneet hankkimaan noin 3 milj. markan vuorilaboratoriovälineet sekä osallistumaan kurssikustannuksiin.

Jaostojen toiminta

Geologijaosto

Toimintavuoden aikana on geologijaosto pitänyt kaksi kokousta sekä järjestänyt oman retkeilyn yhdistyksen kesäpäivien yhteydessä.

Vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen kevätpäivien aikana 15. 4. 1956 Teknillisellä Korkeakoululla. Puhetta johti edelleen fil. tri Erkki Aurola. Läsnä oli 90 jaoston jäsentä. Uudeksi varapuheenjohtajaksi valittiin fil.maist. Erkki Heiskanen ja uudeksi sihteeriksi fil. kand. Ilpo Laiti. Kokouksessa pidettiin seuraavat esitelmät:

Prof. Kalervo Rankama: Radioaktiivisten mineraalien esiintymisestä, etsinnästä ja käytöstä. Fil.maist. Olavi Jäntti: Näköaloja kemistin ja geologin yhteistyöstä.

Maat.metsät.kand. Bertel Söderström: Maaperän alkuainemäärien muutokset maanviljelystekniikan kehittyessä.

Lisäksi G. W. Berg & Co:n edustaja esitteli radioaktiivisten mineraalien etsintälaitteita.

Kesäpäivien yhteydessä jaosto järjesti 17. 8. 1956 oman retkeilyn Satakunnan jotunimuodostumille. Retken johtajana toimi fil.tri Arno Kahma ja siihen osallistui 19 jaoston jäsentä.

Syyskokous pidettiin 9. 11. 1956 Virkkalassa Lohjan Kalkkitehdas Oy:n vieraana. Puhetta johti fil.tri E. Aurola ja läsnä oli 13 jaoston jäsentä ja 4 isäntien edustajaa. Kokouksessa pidettiin seuraavat esitelmät:

Dipl.ins. M. v. Timroth: Ojamon, Tytyrin, Mustion ja Sipoon kalkkikivikaivoksista.

Dipl.ins. H. Lindgren: Virkkalan sementtitehtaasta.

Kokouksen jälkeen tutustuttiin isäntien opastuksella Lohjan Kalkkitehdas Oy:n teollisuuslaitoksiin Virkkalassa ja Lohjalla.

Kaivosjaosto

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

Kevätkokous pidettiin Teknillisellä Korkeakoululla 15. 4. 1956 ja läsnä oli 66 jäsentä. Kokouksessa isännöitsijä J. Hedlund Ruotsista kertoi kansainvälisen rikastuskongressin järjestelyistä. Kongressin yhdysmiehiksi Suomesta valittiin prof. R. T. Hukki esitelmien osalta ja tekn.lis. U. Runolinna matkojen ja retkeilyjen osalta. Prof. R. T. Hukki valittiin kongressin kunniapuheenjohdajastoon. Kokouksessa kuultiin ja nähtiin seuraavat esitykset:

Yli-ins. H. Tanner Outokummun sähköenergian käyttö.

Filmiesitys: Hazemag-Prallmühle

Dipl.ins. M. Saari: Suihkukuljettimen käyttö rikasteiden ulkovarastoinnin yhteydessä

Dipl.ins. P. Pesola: Paakkila tänään

Jaoston syysretkeilyn ohjelmassa oli tutustuminen Savon Kalkkitehtaan laitoksiin Loukolammilla ja Montolassa sekä tutustuminen A. Ahlström Oy:n konepajaan ja tehtaisiin Warkaudessa. Kokouksessa 26. 10. 56 Warkaudessa oli läsnä 47 jaoston jäsentä. Kokouksessa kuultiin isännöitsijä Hakapään alustus kaivostyönjohtajien koulutuksesta. Asiaa eteenpäin viemään asetettiin komitea puheenjohtajana isännöitsijä Hakapää sekä jäsenenä dipl.insinööri Soininen, Holm ja Valtakari. Kokouksessa kuultiin vielä dipl.ins Valtakarin esitys Loukolamin kuilunajosta.

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut prof. K. Järvinen, varapuheenjohtajana dipl.ins. U. Valtakari ja sihteerinä dipl.ins. P. Westerlund.

Jaoston jäsenmäärä oli 31. 12. 1956 102 jäsentä. Vuoden aikana on jaostoon liittynyt 11 uutta jäsentä.

Metallurgijaosto

Jaoston vuosikokous pidettiin Teknillisellä Korkeakoululla 15. 4. 1956. Läsnä oli 54 jaoston jäsentä. Kokouksessa johti puhetta jaoston puheenjohtaja prof. M. H. Tikkanen. Erovuorossa olleet johtokunnan jäsenet varapuheenjohtaja dipl.ins. Jorma Honkasalo ja sihteeri Väinö Hulmi valittiin tehtäviinsä uudelleen.

Virallisten asioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

Dipl.ins. Timo Lohikoski: OFHC-kuparin jähmettymisestä

Dipl.ins. Ilmari Lehesaho: Eräistä vaikeuksista teräsvalanteiden valmistuksessa

Esitelmien johdosta syntyneessä keskustelussa käyttiin useita puheenvuoroja.

Syyskokous pidettiin Teknillisellä Korkeakoululla 9—10. 11. 1956. Läsnä oli 67 henkilöä joista jaoston jäseniä 60. Jaoston puheenjohtaja prof. M. H. Tikkanen avasi kokouksen. Tämän jälkeen kuultiin metalliteollisuuden suojakaasukysymyksistä seuraavat esitelmät:

Prof. M. H. Tikkanen: Suojakaasujen käytön perusteet

Tri-ins. Paavo Asanti: Kaasuhiiletys

Civ.ing. Adolf-Hans Dohns: Skyddsgaser för värmning och värmebehandling

Dipl.ins. Aarre Korhonen: Suojakaasun käyttö kuparin valussa ja hehkutuksessa

Dipl.ins. Juho Tuomikoski: Kaasuadusointi

Ensimmäisenä kokouspäivänä nautittiin illallinen Insiinööriatalon Bankettisalissa, jonne saapui 52 jaoston jäsentä. Illan kuluessa kertoi dipl.ins. Aarno Leskinen kokemuksiaan Malaijin tinateollisuudesta ja hän esitti myös useita kaukoidässä ottamia värifilmejä.

Toisena kokouspäivänä oli käynti Oy Kovametalli Ab:n tehdaslaitoksessa, jossa kuultiin dipl.ins. Lennart Häkän esitelmä »Suojakaasut pulverimetallurgiassa». Esitelmän jälkeen tutustuttiin kovametallin valmistukseen.

Kuluneena toimintavuonna on jaostoon kuulunut 143 varsinaista ja 18 nuorta jäsentä.

Yhdistyksen jäsenmäärä

Toimintavuoden lopussa oli varsinaisten jäsenten lukumäärä 379, nuoria jäseniä oli 34. Toimintavuoden aikana on kuollut 5 jäsentä. Kokonaisjäsenmäärä oli siten 413.

Kuoleman kautta ovat keskuudestamme poistuneet yhdistyksen kunniajäsen, vuorineuvos Emil Sarlin, sekä dipl.ins. Sigfrid Andersson, dipl.ins. Tor Blomqvist, prof. Heikki Väyrynen ja fil.tri Simo Kaitaro.

Vakuudeksi: John Ryselin
Paavo Asanti

Uusia jäseniä - Nya medlemmar

Vuorimiesyhdistys r.y. — Bergsmannaföreningen r.f.:n vuosikokouksessa maaliskuun 29 p:nä 1957 hyväksyttiin seuraavat henkilöt yhdistyksen varsinaisiksi jäseniksi: *Hyryyläinen, Eero Sakari*, dipl. ins., syntynyt 7.5. 1922. Imatran Voima Oy:n lab. ins. Osoite: Imatran Voima Oy as 35, Vanhakaupunki, Helsinki.

Juntunen, Väinö Veikko, dipl. ins. syntynyt 24. 2. 1934. Otanmäki Oy:n palveluksessa. Osoite: Otanmäki, Titaani B 37.

Kilpinen, Matti, dipl. ins. syntynyt 7. 4. 1932. Osoite: Ups-kok. M. Kilpinen, Pion K/Kar Pr, Kouvola.

Kosonen, Ahti Arvo, dipl. ins. syntynyt 21. 6. 1925. Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin metallitehtaalla. Osoite: Pori

Kosonen, Erno, dipl. ins., syntynyt 10.2 1927. Suomen Mineraali Oy:n palveluksessa Paakkilan kaivoksella. Osoite: Paakkila, Tuusniemi.

Lauerma, Raimo Ilmari, fil. lis. syntynyt 15. 1. 1927. Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Osoite: Iso-kaari 11 a B 23, Lauttasaari, Helsinki.

Lehmuskallio, Seppo Ilmari, dipl. ins. syntynyt 13. 3. 1931. Suomen Malmi Oy:n palveluksessa. Osoite: Suomen Malmi Oy, Otaniemi.

Lehmusaava, Heikki Ilmari, dipl. ins. syntynyt 17. 8. 1926, Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Rautatehdas B 104, Imatrankoski.

Liljeström, Bror Åke, övering. född 17. 2. 1915. Chef för tekniska avdelningen vid Finska Kabelfabriken Ab. Adress: Norrsvängens 23—25 E, Drumsö, Helsingfors.

Mauno, Kalevi Finar, dipl. ins. syntynyt 31. 7. 1926. Oy Sako Ab:n palveluksessa. Osoite: Keskuskatu 8 A 11, Riihimäki.

Naupert, Gerhard, dipl. ins. syntynyt 17. 4. 1931. Oy Kovametalli Ab:n palveluksessa. Osoite: Gräsantie 30, Westend.

Nermes, Esko Olavi, dipl. ins. syntynyt 14. 8. 1931. Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin metallitehtaalla. Osoite: Pori.

Nortio, Jaakko Kosti, fil. maist. syntynyt 9. 6. 1922. Ruskealan Marmori Oy:n käyttöpäällikkö. Osoite: Louhi, Savonlinna.

Nikander, Carl-Johan, dipl. ing. född 22. 3. 1915. Verkst. dir. för Oy Telko Ab. Adress: Cygnaeusgatan 16 A, Helsingfors.

Nuutilainen, Juhani, fil. maist. syntynyt 3. 4. 1929. Otanmäki Oy:n palveluksessa. Osoite: Rumpu A 2, Otanmäki.

Nyüssönen, Pekka Tuomo, dipl.ins. 24. 3. 1926. Imatran Voima Oy:n palveluksessa Helsingissä. Osoite: Poutuntie 15 A 36, Pohjois Haaga, Helsinki.

Pietilä, Mikko Tapio, dipl. ins. syntynyt 8. 2. 1928. Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin metallitehtaalla. Osoite: Pori.

Ruotsi, Erkki Tuure Ilmari, fil. maist. syntynyt 16. 10. 1926. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Kosken Haka B 16, Imatrankoski.

Rydman, Olavi Arvid, fil. maist. syntynyt 6. 6. 1928. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Rautatehdas B 102, Imatrankoski.

Sarikoski, Jaakko, dipl.ins. syntynyt 1. 6. 1932. Ruskealan Marmori Oy:n palveluksessa. Osoite: Louhi, Savonlinna.

Viika, Pentti Aukusti, ins. syntynyt 22. 4. 1916. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Lappeentie 2, Imatrankoski.

Viinanen, Touko Kalervo, dipl.ins. syntynyt 14. 5. 1924. Suomen Kaapelitehdas Oy:n palveluksessa. Osoite: Mäyrätie 6 A 2, Herttoniemi, Helsinki.

Åberg, Ragnar, fil.mag. född 26. 10. 1922. Anställd som geolog vid Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrand. Adress: Willmanstrand.

Nuoriksi jäseniksi hyväksyttiin:

Autio, Matti, syntynyt 24. 2. 1934. Osoite: Topeliuksenkatu 7 B 29, Helsinki.

Heimonen, Lauri, syntynyt 11. 8. 1932. Osoite: Kyyloodontie 1, Lauttasaari, Helsinki.

Helminen, Mikko, syntynyt 2. 10. 1934. Osoite: Haahkatie 14 B 28, Lauttasaari, Helsinki.

Hermonen, Olli, syntynyt 19. 2. 1935. Osoite: Lönnrotinkatu 27 B 20 Helsinki.

Häkki, Mikko, syntynyt 22. 3. 1934. Osoite: Bulevardi 34 B 8, Helsinki.

Leinonen, Paavo, syntynyt 15. 11. 1928. Osoite: Ryyti- maantie 1 A 19, Helsinki.

Palperi, Matti, syntynyt 10. 11. 1933. Osoite: Bulevardi 34 B 8, Helsinki.

Tuovinen, Rainer, syntynyt 30. 11. 1932. Osoite: Lönnrotinkatu 27 B 14, Helsinki.

Vuonna 1956 hyväksyttiin yhdistyksen varsinaisiksi jäseniksi aikaisemmin mainittujen henkilöiden lisäksi seuraavat:

Halonen, Olli, fil. maist., syntynyt 27. 4. 1925. Suomen Mineraali Oy:n palveluksessa Paakkilan kaivoksella. Osoite: Paakkila, Tuusniemi.

Hovi, Martti, Kalevi, agronomi, syntynyt 20.1. 1915. Rikkihappo- ja superiosaatitehtaat Oy:n pääjohtaja. Osoite: Tiirasaarentie 12 C, Lauttasaari, Helsinki.

Koivikko, Lauri Johannes, dipl. ins. syntynyt 24. 10. 1928. Lohja-Kotka Oy:n palveluksessa. Osoite: Laurinkatu 32 B 22, Lohja.

Koivisto, Alpo Kaarlo, dipl. ins. syntynyt 7. 12. 1917. Tampella Oy:n palveluksessa. Osoite: Ilmarinkatu 33 A 9, Kaleva, Tampere.

Koskinen, P. Juhani, fil. maist. syntynyt 16. 8. 1926. Outokumpu Oy:n palveluksessa Aijalan kaivoksella. Osoite: Aijala.

Lehto, Matti Oskar, dipl. ins. syntynyt 10. 7. 1928. Outokumpu Oy:n palveluksessa Ylöjärven kaivoksella. Osoite: Outokumpu Oy, Tampere.

Levanto, Ulla-Maija, dipl. ins. syntynyt 20. 6. 1926. Otanmäki Oy:n palveluksessa. Osoite: Otanmäki.

Repo, Reino, fil. maist. syntynyt 16. 11. 1919 Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Osoite: Perustie 28 A 3, Munkkiniemi Helsinki.

Vuoristo, Esko, dipl. ins. Otanmäki Oy:n palveluksessa Osoite: Otanmäki.

Uutta jäsenistä - Nytt om medlemmarna

Dipl. ins. *Antti Autio* on siirtynyt Oy Esab Ab:n palvelukseen.

Dipl. ing. *Henning Doepel* har utnämnts till disponent för Pargas Kalkbergs Ab, Pargas.

Dipl. ins. *Eino Erko* on nykyään Oy Grönblom Ab:n palveluksessa. Osoite: Haahkatie 16 B 16, Lauttasaari, Helsinki.

Tekn. dr. *Bengt Forss* har utnämnts till chefskemist vid Pargas Kalkbergs Ab, Pargas.

Dipl. ing. *Sten Grönblom* har flyttat till Oy Vuoksenniska Ab:s centralkontor i Helsingfors. Adress: Östra Brunnsparken 3 A.

Dipl. ing. *Håkan Hakulin* är numera anställd vid Oy Vuoksenniska Ab:s järnverk i Imatra. Adress: Imatrankoski.

Dipl. ing. *Henrik Holm* har utnämnts till chef för el. avdelningen och kraftverket vid Pargas Kalkbergs Ab, Pargas, räknat från den 1 september 1957.

Dipl. ins. *Matti Holma* on siirtynyt Suomen Tiiliteollisuusliiton laboratorion johtajaksi. Osoite: Hiihtomäentie 38 B 23, Herttoniemi, Helsinki.

Övering. *Fjalar Holmberg* har utnämnts till verkställe direktör för Oy Fiskars Ab och tillträder sin befattning den 1 september 1957.

Tekn. tri *Kalevi Kiukkola* on nyttemmin Helsingin kaupungin kaasulaitoksen palveluksessa. Osoite: Ratakatu 5 B 18, Helsinki.

Tekn. tri *Eliel Lähteenkorva* on palannut kotimaahan ja toimii Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran rautatehtaalla. Osoite: Imatrankoski.

Dipl. ing. *Bo Nikander* har utnämnts till chef för cementfabriken vid Pargas Kalkbergs Ab, Pargas

Dipl. ing. *Erik Sarlin* har tilldelats bergsrådstitel.

Osoitteenmuutoksia

Dipl. ing. *Bruce Ahlfors*. Ny adress: Adolf Lindforsvägen 7 A 30, Norra Haga, Helsingfors.

Bergsrådet *Berndt Grönblom*. Ny adress: Engelplatsen 8, Helsingfors.

Fil. tri. *Aarno Kahma*. Uusi osoite: Lielahdentie 18, Lauttasaari, Helsinki.

Dipl. ing. *Ben Linden*. Ny adress: Norrsvängen 23—25 C, Drumsö, Helsingfors.

Fil. tri. *Vladi Marmo*. Uusi osoite: Otakallio B 14, Otaniemi.

Dipl. ins. *Olavi Peura*. Uusi osoite: Ulvilantie 19 b 39, Munkkiniemi, Helsinki.

Fil. maist. *Matti Suila*. Uusi osoite: Ulvilantie 19 e, Munkkiniemi, Helsinki.

Fil. tri *Oke Vaasjoki*. Uusi osoite: Otsolahdentie 20 A, Tapiola.

Fil. maist. *Olavi Walden*. Uusi osoite: Klarantie 4 A 7, Lauttasaari, Helsinki.



Simo Severi Kaitaro

Helmikuun 3. päivänä 1957 kuoli Helsingissä filosofian tohtori, *Simo Severi Kaitaro*. Hän oli syntynyt Helsingissä 13. 1. 1916 ja tuli ylioppilaaksi Helsingin Yhteislyseosta vuonna 1935, valmistui filosofian kandidaatiksi vuonna 1946 ja väitteli filosofian tohtoriksi vuonna 1953. Tohtori Kaitaro oli Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa ylimääräisenä geologina vuodesta 1948 lähtien ja vuonna 1950 hänet nimitettiin kallioperägeologiksi. Marraskuussa 1956 Helsingin Yliopiston Matemaattis-luonnontieteellinen osasto asetti hänet ensimmäiselle ehdokassijalle geologian ja mineralogian apulaisprofessorin virkaan, mutta nimitystä virkaan ei kuitenkaan ehditty tehdä.

Tohtori Kaitaro valmistautui alun pitäen perusteellisesti tutkijantehtäväänsä. Jo opiskeluvuosinaan hän osallistui malmi- ja kallioperätutkimuksiin eri puolilla maamme sekä kartutti myöhemmin tietoaan lukuisilla opinto- ja tutkimusmatkoilla. Zürichin Yliopistossa ja Teknillisessä korkeakoulussa hän toimi opetus- ja tutkimusassistentina lähes vuoden ajan. Hän oli useitten kotija ulkomaisten tieteellisten seurain jäsen ja nimitettiin sveitsiläisen Zentralblatt für Mineralogie-julkaisun vakituiseksi avustajaksi vuonna 1955. Hänen tieteellinen tuotantonsa käsitteli kallioperägeologiaa ja mineralogisia tutkimuksia.

Tri Kaitaro oli vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1948.



MOLYMIN

- uusi tiiviste
jota kannattaa
kokeilla

Verratkaa uuden, molybdeeni-
disulfidilla kyllästetyn
Molymin-tiivisteiden ominaisuuksia
aikaisemmin käyttämienne
asbestitiivisteiden ominaisuuksiin:

Molymin-tiivisteet valmistetaan puhtaammasta kehrätystä asbestista. Niiden ylivoimaiset ominaisuudet perustuvat uuteen kyllästysaineeseen — molybdeenidisulfidiin (MoS_2). Tämä muodostaa kulutus pintoihin ohuen, syöpmistä ja kulumista estävän kalvon, jonka ansiosta niin tiivisteiden kuin koneosankin käyttöikä lisääntyy huomattavasti. Molybdeenidisulfidin voitelukyky on kaikissa olosuhteissa vähintään yhtä hyvä kuin grafiitin, epäedullisissa olosuhteissa

huomattavasti parempi — esim. puristuksen kasvaessa sen kitkakerroin pienenee!

Molymin-tiivisteet kestävät kauemmin kuin grafiitilla tai muilla aineilla kyllästetyt asbestitiivisteet. Kyllästysaine ei valu eikä tiiviste kovu, vaan säilyttää voitelukykyä jatkuvasti.

Molymin-tiivisteet kestävät kyllästytöksensä ansiosta hyvin myös korkeita lämpötiloja, tulistettua höyryä, liu-

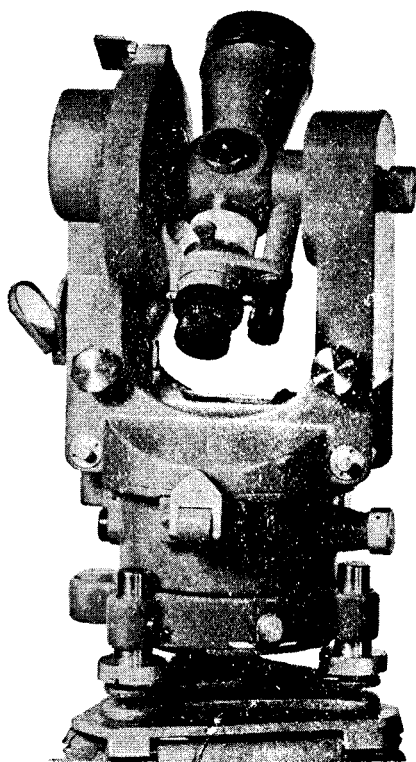
ottimia jne. Lisäksi niitä voidaan käyttää matalissakin lämpötiloissa, joihin grafitoidut eivät sovellu. Molymin-tiivisteiden voitelukyky säilyy -70°C saakka.

Tunnettuja **Minetto-** ja **Sinetto-**asbestitiivisteitämme toimitetaan nyt myös molybdeenidisulfidilla kyllästettyinä: **Molymin Minetto** (= emäksistä kestävä), **Molymin Sinetto** (= happoja kestävä). Teidän kannattaa kokeilla niitä!



Suomen
Mineraali Oy

Helsinki. Bulevardi 28. Puh. 11791 vaihde



T 16, UUSI WILD TEODOLIITTI

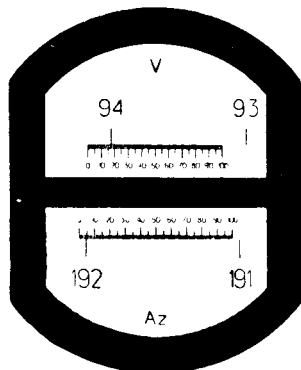
Wild-tehdas on jo valmistanut yli 15 000 T 1 mallista sekä useita tuhansia muita teodoliitteja. Näistä saatuja kokemuksia on käytetty hyväksi T 16 teodoliittia rakennettaessa, jolloin päämääränä oli kojeen

- **monipuolisuus**
- **nopeus**
- **käytännöllisyys**
- **Wild-laatu**

Uudistuksista mainittakoon uusi lukemamikroskooppi, jonka ansiosta kulma-arvojen lukeminen on erittäin varmaa ja nopeaa.

Kaivosmittareille on T 16 lisävarusteittensa ansiosta täydellisin mittauskoje, joka on erittäin hyvin varustettu myös optista etäisyyden mittausta varten.

Pyytäkää Wild T 16 esittelyä!



Lukemaesimerkki:

400 g
Vaakakehä 94,175 g
Pystykehä 192,044 g



TEKNILLISTEN KOJEIDEN ERIKOISOSASTO

Helsinki, P.Esplanaadikatu 43, puh. 12 171

CHASESIDE

ROCKMOVER

uusi raskas keikkavaunu

- Hyötykuorma 8 tonnia
- 75 hv. dieselmoottori
- Hydraulinen ohjaus ja kuorman kaato
- 5 nopeutta eteen- ja taaksepäin
- Renkaiden koko 14,00—24" tai
10,00—20"



CHASESIDE - ENGLANTILAINEN
KULJETUS- JA KUORMAUSKONEIDEN
ERIKOISTEHDAS

Oy GRÖNBLOM Ab

HELSINKI - TURKU - TAMPERE - OULU - LAHTI



MASCHINEN—EXPORT

vuoriteollisuuskoneita

YKSINMYYJÄ SUOMESSA:

Oy Finnish Impex Ab

HELSINKI • HALLITUSKATU 17 • PUH. 22 626

Garphyttan

**Nosto- ja
vastapainoköydet**

AB GARPHYTTE BRUKilta

**Vaativiin paikkoihin
parhaat köydet!**

**Lyft- och
motviktslinor**

från

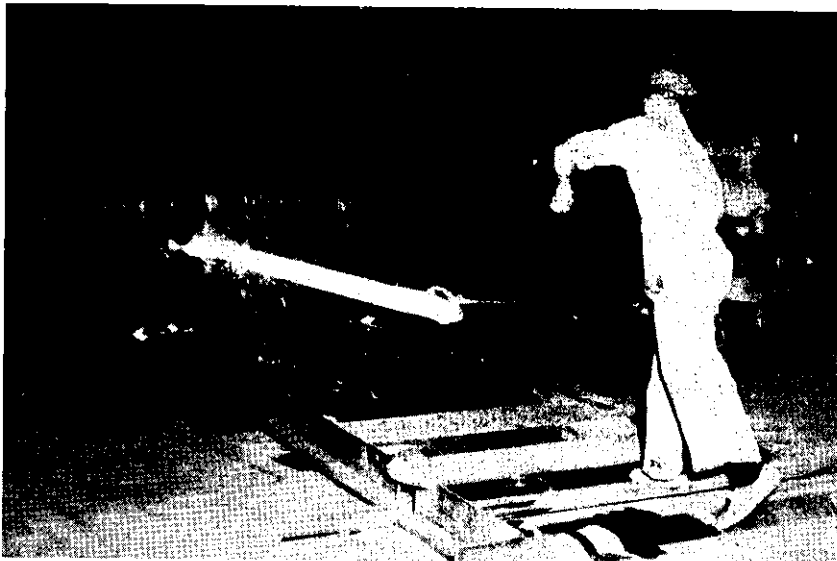
AB GARPHYTTE BRUK

**De bästa linorna
för fordrande ändamål!**

Yksinmyyjä:
Representant:

Amovring

Helsinki - Helsingfors
Puh. 61 272 Tel.



Valsattua kanki- ja
muototerästä

Erikoisteräksiä

Kylmänävedettyä, hiot-
tua ja sorvattua
pyöröterästä

Harkkorautaa

Teräsvalua

Hitsattuja putkia, vuori-
vanua y.m.



Valsat stång- och profilstål

Specialstål

Kalldraget, slipat och
svarvat rundstål

Tackjärn

Stålgjute

Svetsade rör, vulkanvadd
m.m.

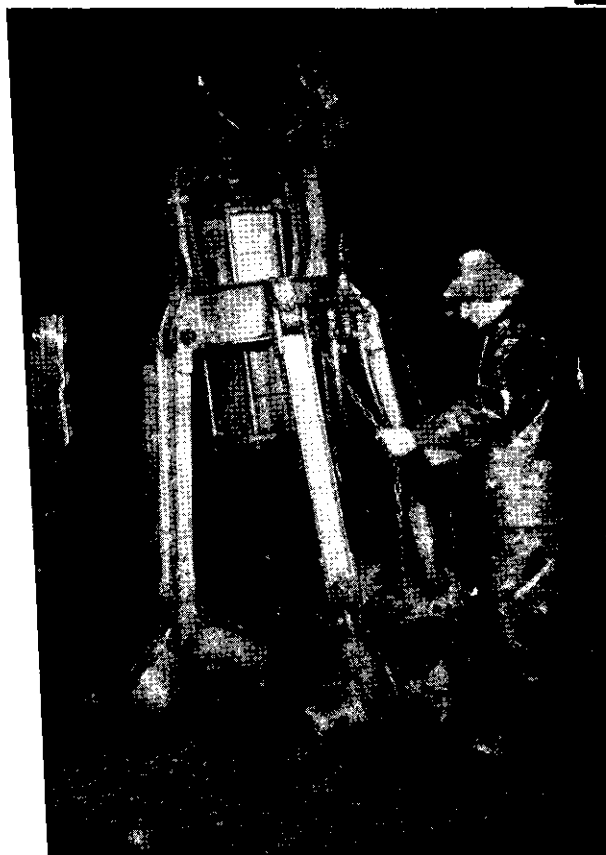
O y V U O K S E N N I S K A A b

maailmankuulut

WILHELM SCHEIDT

KUILUNAJO- LAITTEET

Kuilunajokauha työssä



Kauhatilavuus 0,2—1,0 m³

Käytännössä on Scheidt kauhanajo-
laitteilla nostettu 1,5—3,0 m³
miestuntia kohden.

Kaikkia kauharakenteita teollisuuden
ja kaivosten käyttöön.

YKSINMYYJÄ SUOMESSA

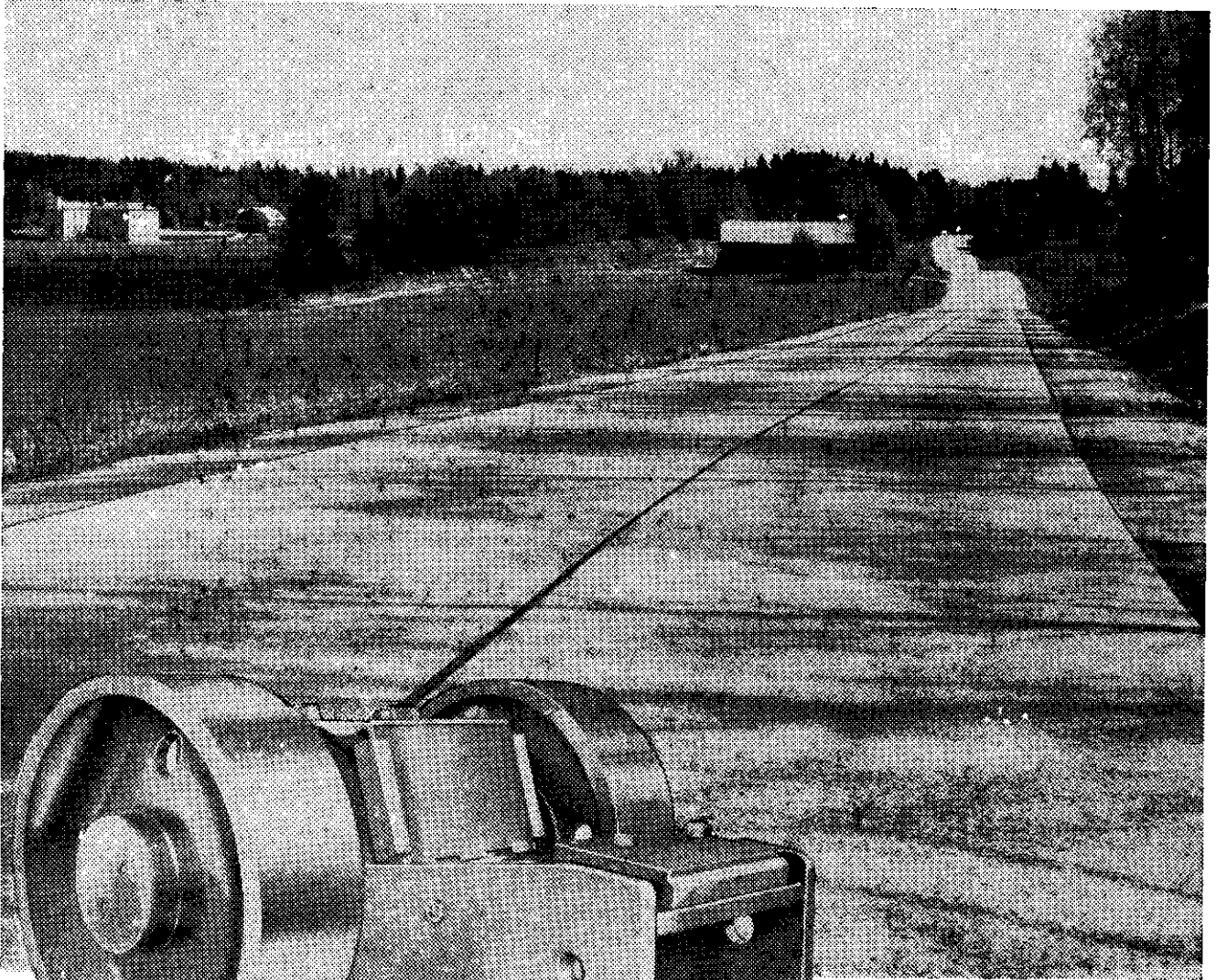
JULIUS TALLBERG



VUORITEKN. OS.

Helsinki - valhde 13 611

Nykyaikaiset tiet vaativat ensiluokkaisen rakennusaineen



Uusi teräslevyrungolla varustettu kivimurskain karkeata ja keski-karkeata murskaa varten.

Koko	Kita- aukko	Ulostulo- aukko	Paino	Kier- ros- luku	Sopiva moottori- teho
AR-50	500 × 260	40 — 80	4000	300	18 — 25
AR-60	600 × 400	40 — 80	7200	280	25 — 40
AR-80	800 × 500	80 — 120	13500	260	30 — 55
AR-90	900 × 600	120 — 160	18000	240	40 — 65



A. AHLSTROM OSAKEYHTIO

KARHULA

KONEPAJATEOLLISUUS

Yhteistyössä Morgårdshammars Mek. Verkstads AB:n kanssa