

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESTYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

Sisältö — Innehåll

Martti Sulonen:

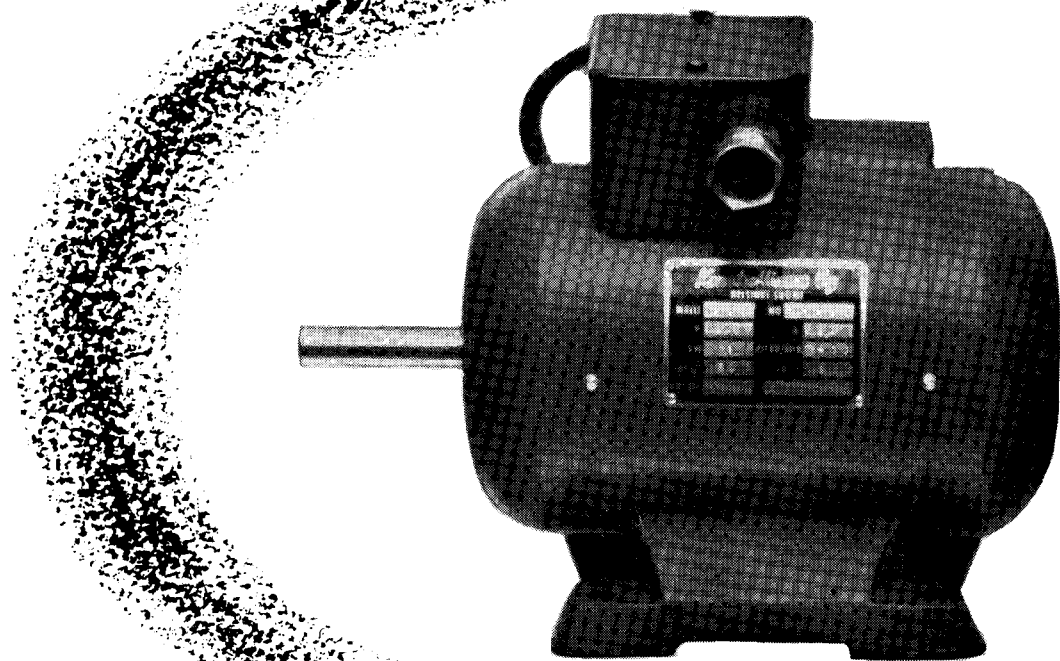
Vetoreenkaan ja tuurnan kartiokulmien merkityksestä kupariputkien irtotuurnavedossa

*R. O. Kurppa, O. Helovuori, Risto Myyryläinen,
L. O. Haapala:*

Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos

Heikki Tanner:

Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaat



KUPARI TÄRKEÄ TEKIJÄ TEOLLISUUDESSA

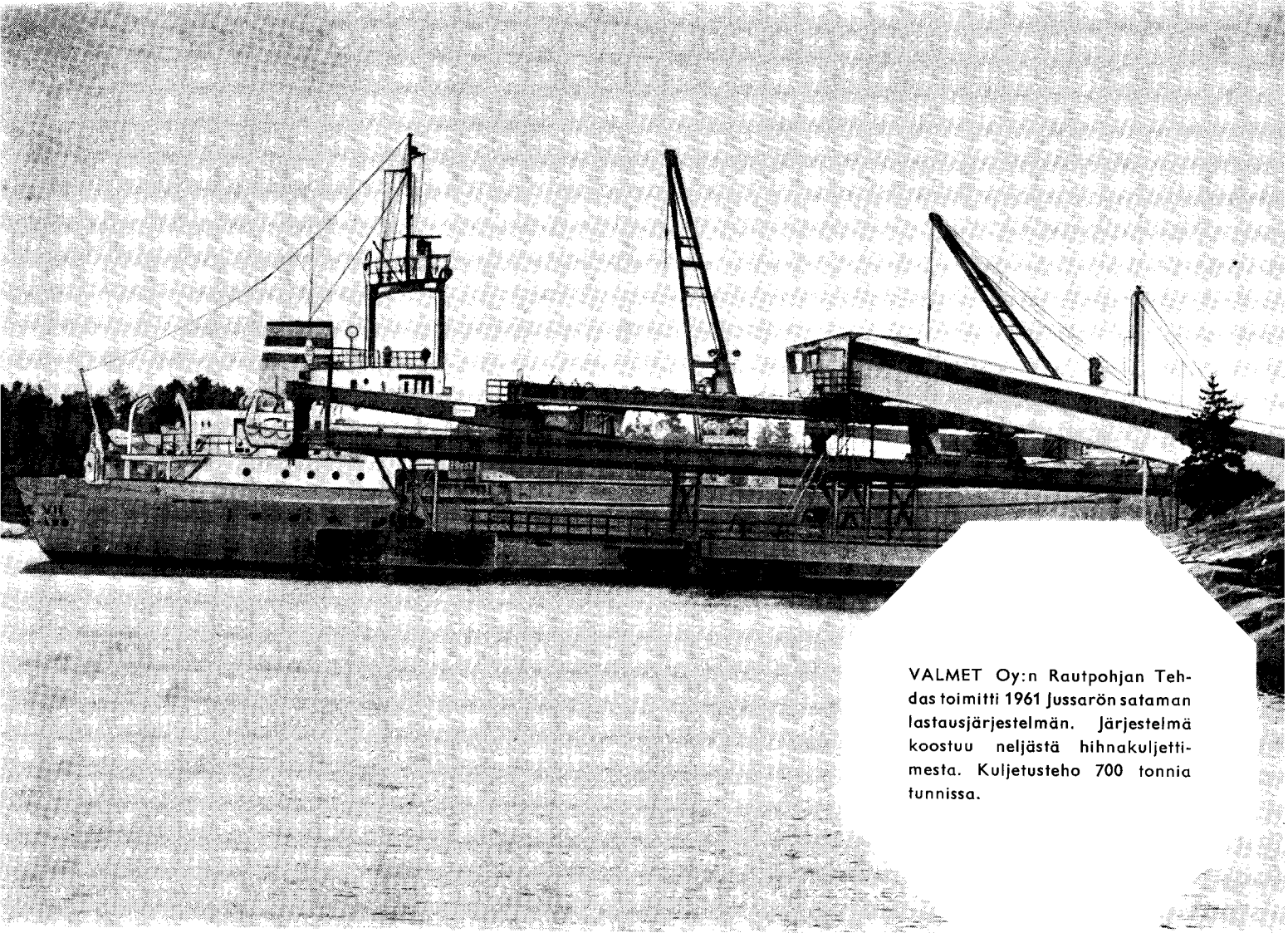
Teollisuudessa kupari on elintärkeä metalli. Se täyttää tehtävänsä kaikissa käyttökohteissa, joihin se kulloinkin on tarkoitettu. Outokumpun kupari on kautta maailman tunnettua puhtautaan. Ennen markkinoille tuloaan se on joutunut huolellisiin tarkastuksiin ja kokeisiin.

Teknillinen neuvontamme vastaa kysymyksiinne.



Outokumpu Oy

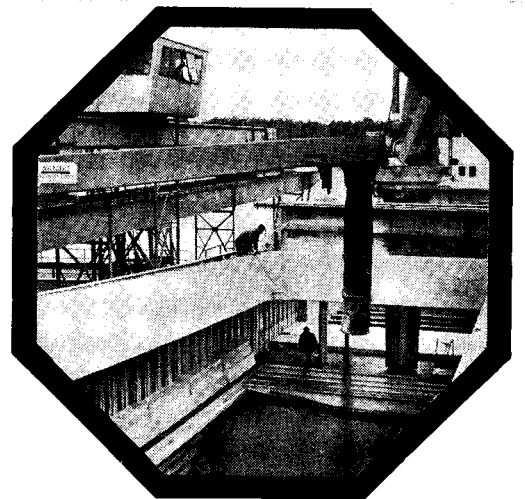
Nopeampi lastaus - vähemmän kustannuksia



VALMET Oy:n Rautpohjan Tehdas toimitti 1961 Jussarön sataman lastausjärjestelmän. Järjestelmä koostuu neljästä hihnakuuljettimesta. Kuljetusteho 700 tonnia tunnissa.

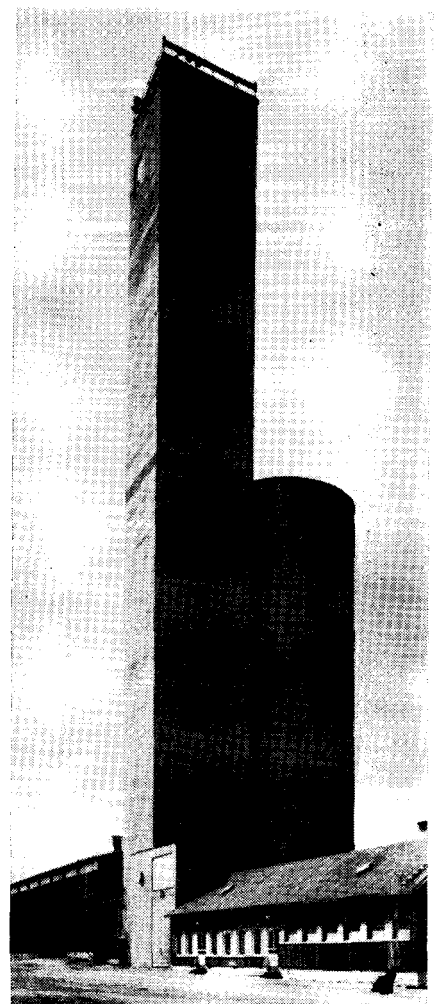
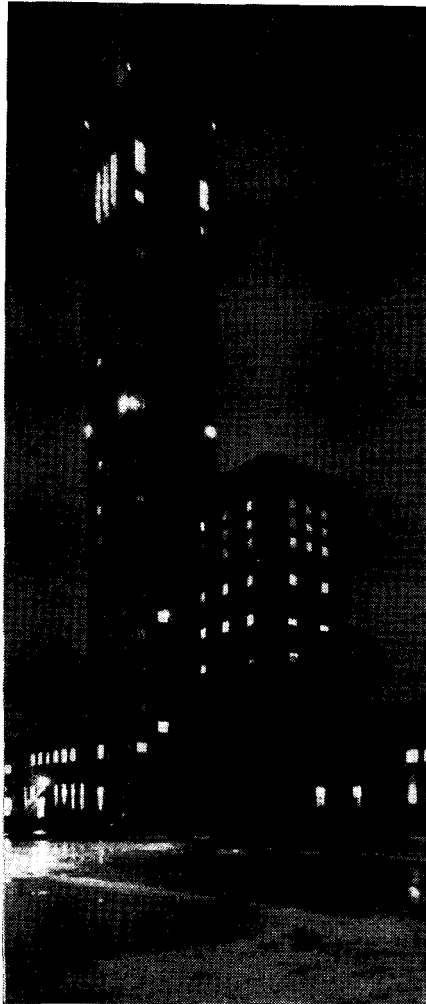
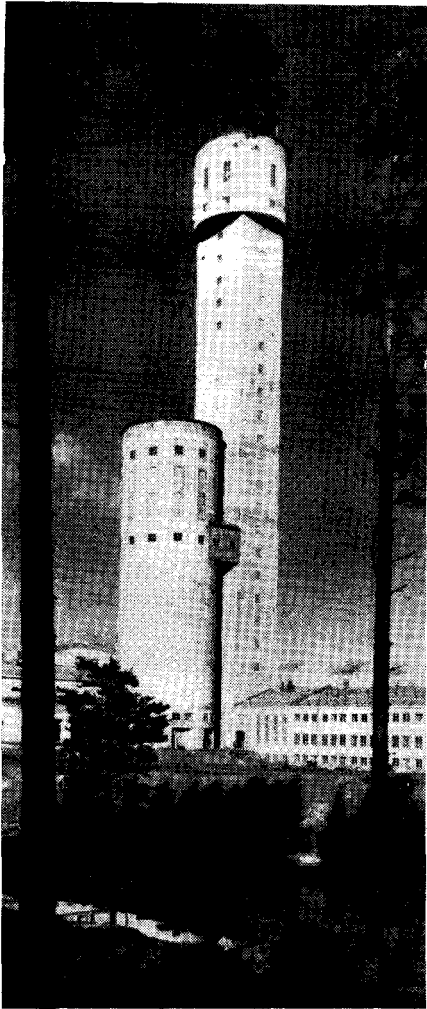
Jussarön kaivoksen, Suomen suurimman malmilöydön, malmi sijaitsee kokonaan vedenpinnan alapuolella. Jussarön kaivoksen omistaa Vuoksenniska Oy.

Kaivoksessa käytössä oleva lastausjärjestelmä on seuraava: Rikaste syötetään kauhakuormaajien avulla syöttösuppiloiden kautta lyhyille syöttökuljettimille. Syöttökuljettimet vievät rikasteen hihnakuuljettimelle, jonka syöttöpiste sijaitsee betonitunnelissa rikasteaukean alla. 98 m pitkä hihnakuuljetin vie rikasteen malmisatamaan ja syöttää sen poikittaiskuljettimelle, joka liikkuu pitkittäissuunnassa ja kuljettaa rikasteen laivan ruumaan kahden lastauskuljettimen avulla.



Valmet Oy, Rautpohjan Tehdas, Jyväskylä, puh. 18 100
Pääkonttori: Helsinki, Kaivokatu 10, puh. 11 441

VALMET



NOSTOKONEITA SUOMEN KAIVOKSILLE

Jo 13 ASEA nostokonetta
toimii Suomen kaivoksissa

OY ASEA AB
50
1913 — 1963

KERETTI Täysautomaattinen malminnostokone kaksoisnostolla, hyötykuorma 5,5 tonnia kippaa kohden. Puoliautomaattinen nostokone henkilökuljetuksiin, hyötykuorma 5 tonnia tai 30 henkilöä.

VIHANTI Täysautomaattinen nostokone kaksoisnostolla, hyötykuorma 5 tonnia kippaa kohden.

TYTYRI Yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 10 tonnia.

YLÖJÄRVI Yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 6 tonnia.

KOTALAHTI Yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 8,5 tonnia. Nostokone henkilökuljetusta varten, hyötykuorma 500 kg tai 6 henkilöä.

PYHÄSALMI Yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 10 tonnia. Nostokone henkilökuljetuksiin, hyötykuorma 500 kg tai 6 henkilöä. Tutkimuskulua varten toimitettu mutta ei vielä asennettu: yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 4 tonnia. Kaikki nostokoneet ovat painonappiohjattuja, täysautomaattisia.

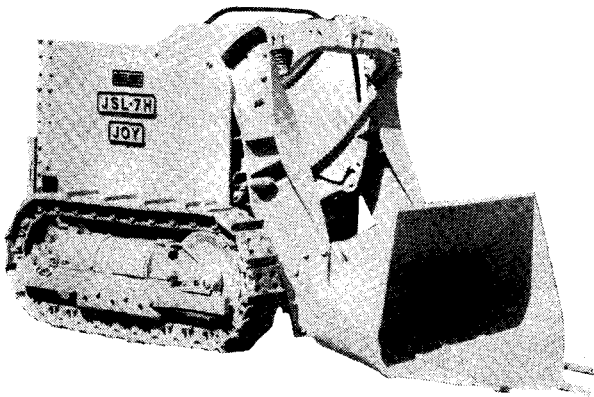
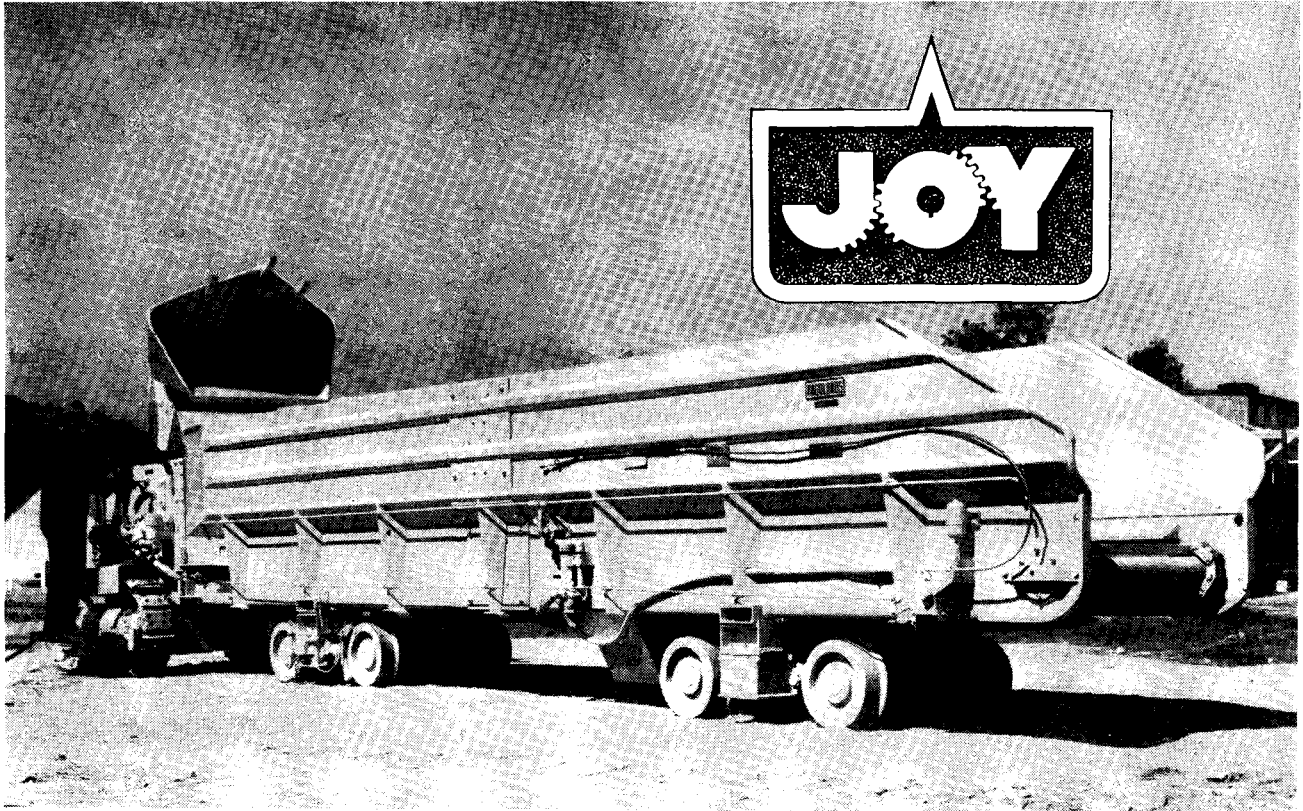
Näiden lisäksi on Outokumpu Oy:llä käytössä yksi 3 tonnin kuilunajovintturi ja Otamäki Oy:llä Raajärven kaivoksessaan 5 tonnin kuilunajovintturi.

Toimitamme vuoriteollisuudelle myös automaattivaaioilla varustettuja mittataskuja, kippoja, hissikoreja, köysipyöriä jne.

ASEA

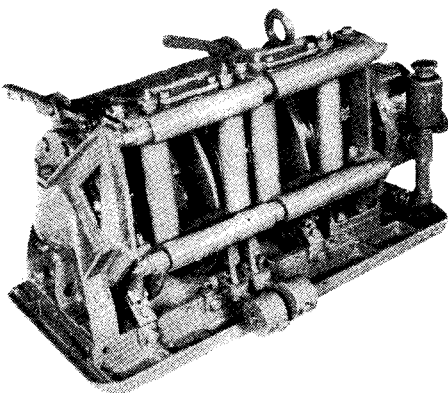
OSAKEYHTIÖ ASEA AKTIEBOLAG

HELSINKI | KUOPIO | ROVANIEMI | TAMPERE | TURKU | VAASA
Puh. 12501 | Puh. 15071 | Puh. 4876 | Puh. 29020 | Puh. 26020 | Puh. 16150



- ▲ **JOY-HÄGGLUND** kiskoilla kulkeva »shuttle»-vaunu HRS, peränajo- ja tuotantokuljetuksia varten, myöskin pääkuljetustasolla. Vaunun pohjalla on paineilmakäyttöinen kolakuljetin. Heilurivarsissa on jousitetut akselit. Teknillisiä tietoja: Kuormauskorkeus min. 1 200 mm kiskoilta, tilavuus maks. 12 m³. Ensimmäinen vaunu jo toimitettu Suomeen.

- ◀ **JOY-HÄGGLUND** telaketjualustainen kuormaaja JSL-7H, 400 l. Eri malleissa eri pituiset kauhanvarret, lisävastapainoja kuormaukseen suurissa myötä- ja vastamäissä, irroitettava kivitasku kuilunajoa varten. Pelkkä alusta voidaan toimittaa porajibejä ym. varten. Toimitetaan myös vuokralle.

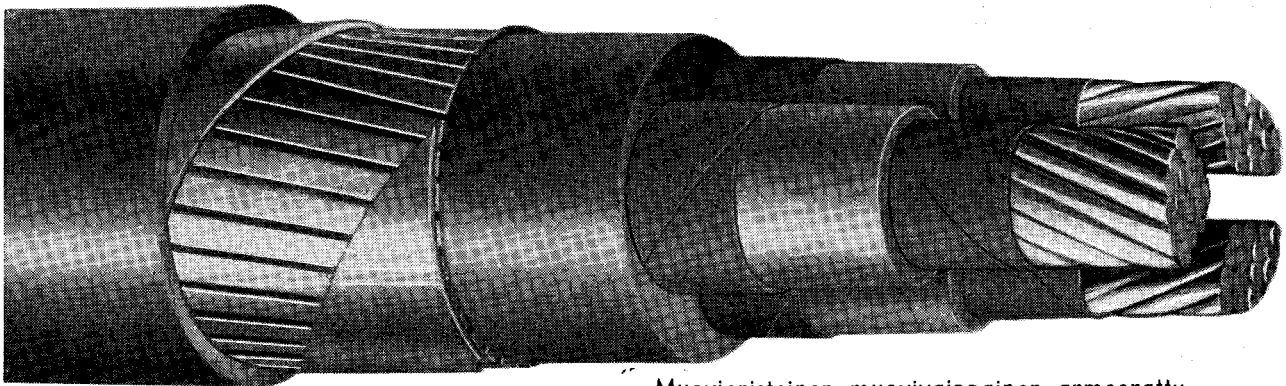


- ◀ **JOY** raappavinturi 1-, 2- tai 3-rumpuisena, paineilma-, sähkö-, hydraulii- tai polttomootorikäyttöisenä. Voidaan toimittaa tehtaista Yhdysvalloista, Englannista, Ranskasta, Länsi-Saksasta tai Etelä- Afrikasta. Tehot 150 hv asti. Erilaisia kauko-ohjauslaitteita sekä varusteita: esim. raappoja, taittopyöriä, silmukoita jne.

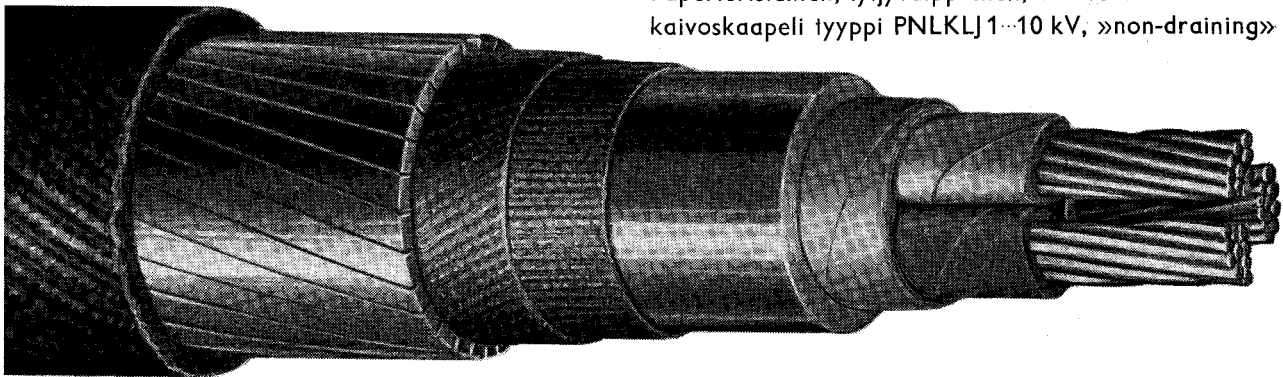
OSAKEYHTIÖ *Ekströmin* KONELIIKE

Helsinki Puh. 11 421 Postilokero 310

KAIIVOSKAAPELIT



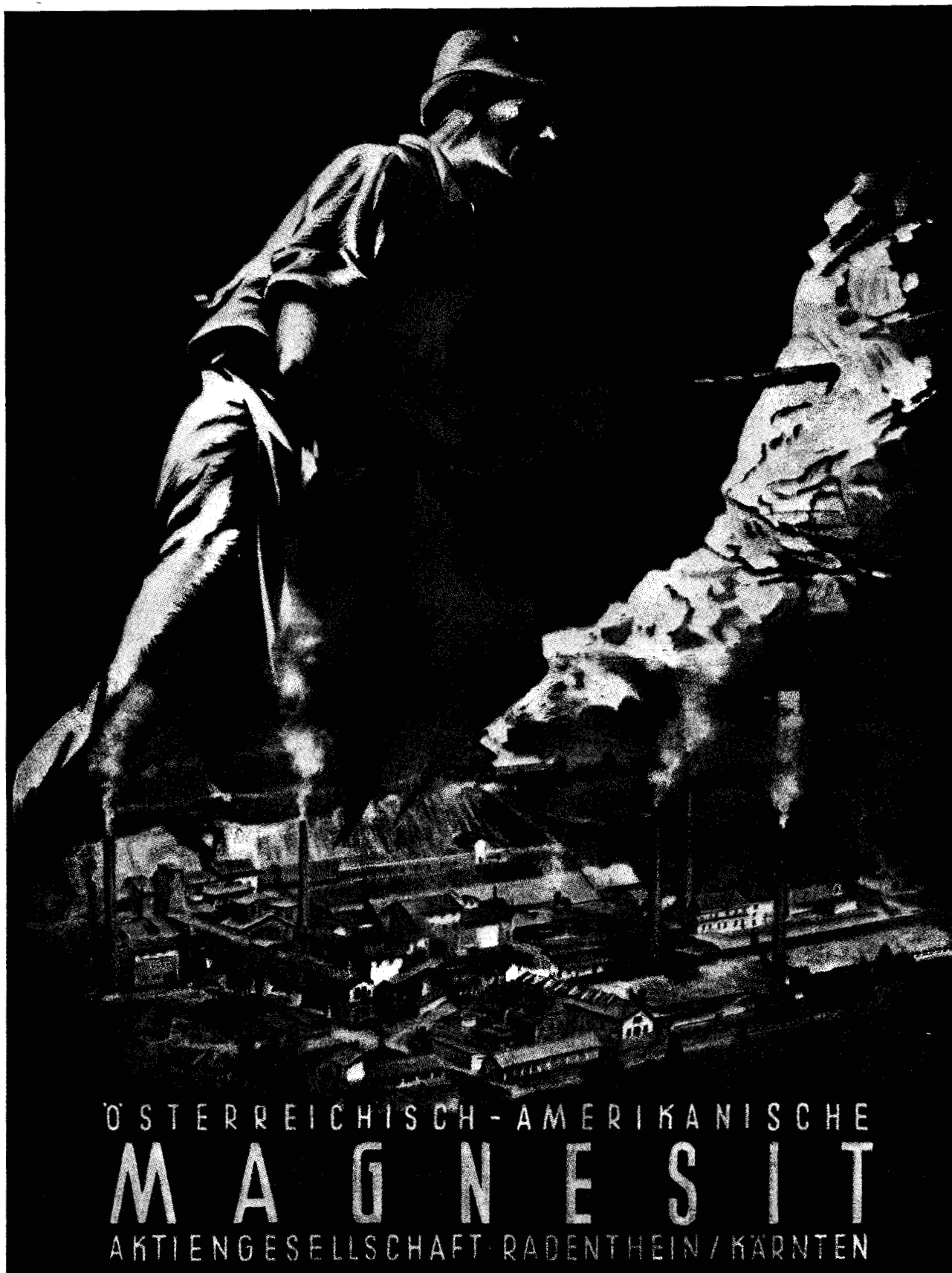
Muovieristeinen, muovivaippainen, armeerattu kaivoskaapeli tyyppi HFMK 10 kV.



Paperieristeinen, lyijyvaippainen, armeerattu kaivoskaapeli tyyppi PNLKJ 1-10 kV, »non-draining»

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

Tutkimustyö ja jatkuva laadun edelleen kehittämisen muodostavat sen perustan, jolle rakentuu suomalaisen kaapelin korkea laatu.



ÖSTERREICHISCH - AMERIKANISCHE
MAGNESIT
AKTIENGESELLSCHAFT RADENTHEIN / KÄRNTEN

OY TULENKESTÄVÄT TIILET AB

Eerikinkatu 14 A Helsinki Puh. 645 341 — 645 342

Eriksgatan 14 A Helsingfors Tel. 645 341 — 645 342



Atlas Copco

SANDVIK *Coromant*

kallioporien
»kruunupää»

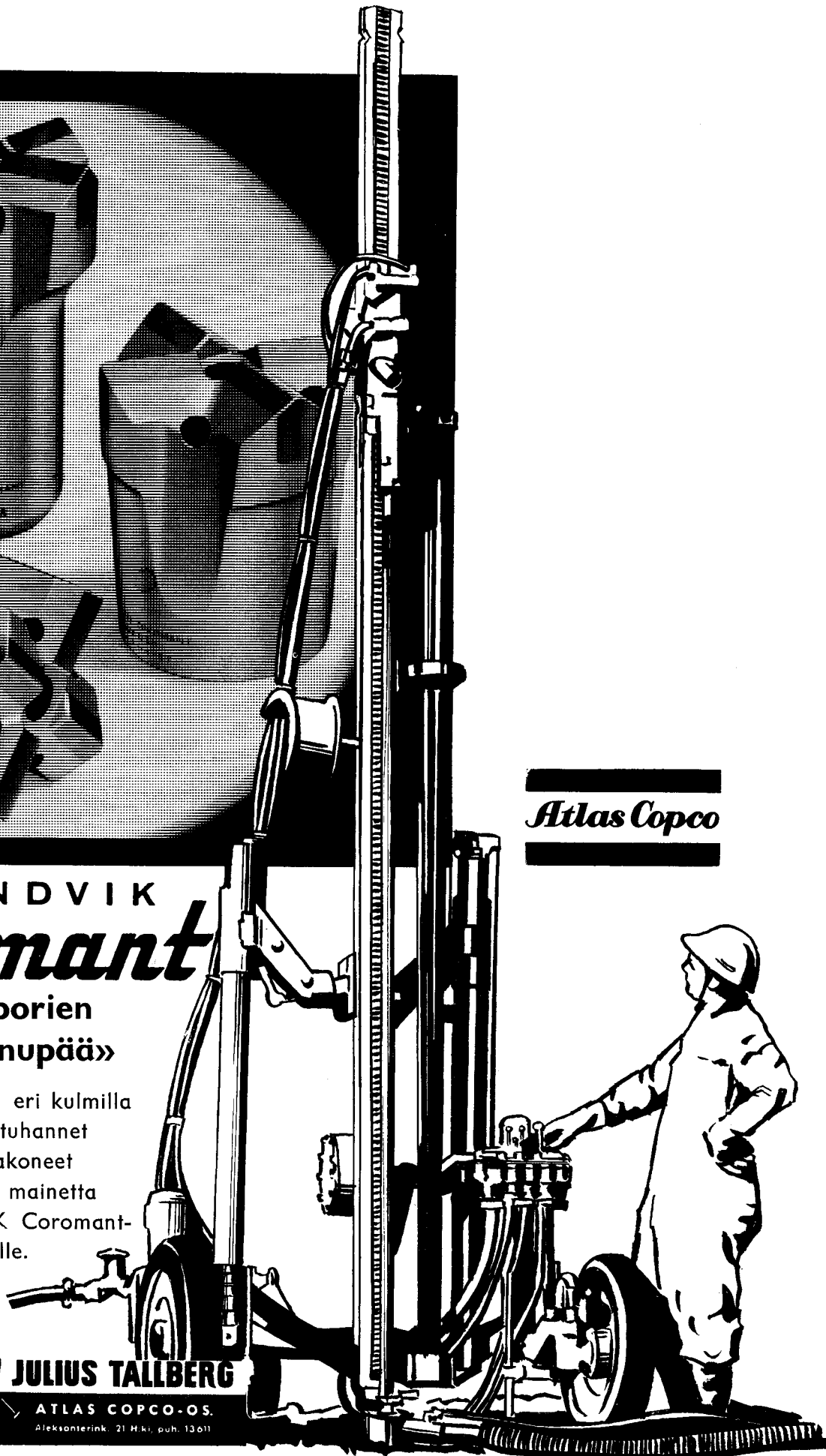
Maailman eri kulmilla
jyrisevät tuhannet
kallioporakoneet
kasvavaa mainetta
SANDVIK Coromant-
kallioporille.



JULIUS TALLBERG

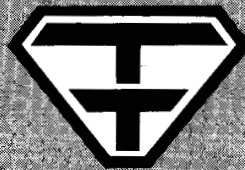
ATLAS COPCO-O.S.

Aleksanterink. 21 H.ki. puh. 13611



Luotettavan kuljetushihnan valmistusta

KAIKISSA TUOTTEISSAMME ON TÄMÄ TUNNUS
-MERKKI JOHON KANNATTAA LUOTTAA



Lähes puolen vuosisadan ajan olemme valmistaneet erilaisia hihnoja, joiden laadun takaavat kokemuksemme, parhaat raaka-aineet ja nykyaikaiset valmistusmenetelmät.

Tammer-kuljetushihnoja pidämme varastossa useita eri kokoja.

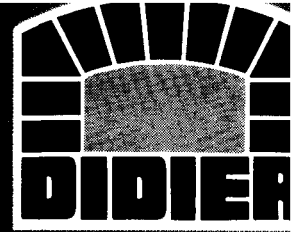
Kun tarvitsete »mittaustilaustyönä» valmistetun kuljetus- tai elevaattorihihnan, ottakaa yhteys myyntiosastoomme. Erikoisesti kaltevia kuljettimia varten teemme hihnoja eri pintakuvioin ja kohokkein.

Yllä olevasta kuvasta nähdään, miten 800 mm:n levyistä kuljetushihnaa valmistuu hihnapuristimella uudessa hihnatehtaassamme.

TAMMER TEHTAAT OY
TAMPERE



tulenkestävät DIDIER - tiilet ovat kaikkialla maailmassa tunnetut laatutuotteina, jotka yksin vastaavat KORKEALÄMPÖTEKNIIKAN vaatimuksia.



rauta- ja teräs-, sementti- ja kalkkiteollisuudessa, metallitehtaissa, paperi- ja selluloosateollisuudessa, lasiteollisuudessa ja kemiallisen teollisuuden kaikilla aloilla käytetään tulenkestäviä DIDIER-tiiliä menestyksellisesti. Ne takaavat tiilillä muurattujen teollisuusuunien käyttövarmuuden ja taloudellisuuden.

DIDIER-WERKE

Wiesbaden · Duisburg · Berlin-Halensee · Marktredwitz/Bayern

Edustaja Suomessa

ALGOL

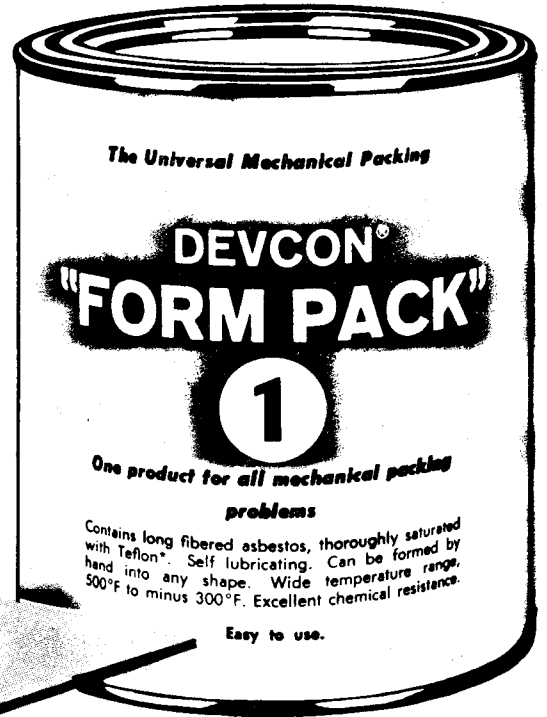
Helsinki Puh. 12631

YLEISTIIVISTE

DEVCON

"FORM PACK"

1

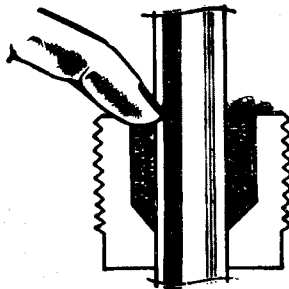


HELPPOKÄYTTÖINEN

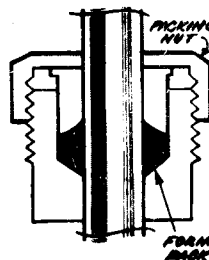
Riippumaton tiivistettävän esineen koosta ja muodosta

KAKSI YKSINKERTAISTA TYÖVAIHETTA

Paina "Form pack" tiivistettävään kohtaan



Aseta kansi paikoilleen ja kiristä. "Form Pack" painuu tiiviisti jokaiseen sokkeloon.



- Sisältää asbestikuitua ja Teflonia.
- Voidaan käsin muovata mihin tahansa muotoon.
- Yksi tuote tiivistää kaikenläpimittaiset akselit ja epä-säännölliset kohdat.
- Itsevoiteleva — sisältää Teflon'ia, jolla on pienempi kitkakerroin kuin millään muulla kiinteällä aineella — 6 kertaa tehokkaampi kuin grafiitti.
- Kestää lämpöä +260° C ja pakkasta — 160° C.
- Korroosionkestävyys erinomainen.
- Helppokäyttöinen — Devcon "Form Pack" sullotaan yksinkertaisesti tiivistettävään kohtaan, kansi kiristään päälle ja pysyvä tiiviste on valmis.

DEVCON "FORM PACK"

vähentää käyttökustannuksia ja hukka-aikaa. Yksi tuote kaikkiin tiivistyspulmiinne.

Maahantuojaja ja pääedustaja:





Neljä KONE-kahmarinosturia tehtaan satamassa huolehtii lastaus- ja purkauk-
töiden sujumisesta.

Rauta- ruukki rullaa "KONEin"



Kuljetinlinjaa kertyy yli 4 km, mikä on
uusi ennätys alallaan maassamme.

Rautaruukki Oy:n raaka-ainepuo-
len koko kuljetinjärjestelmä — sen
käyttökoneistot, purkauslaitteet, sup-
pilovaunut ja täydelliset jakoasema-
laitteet — on eräs uusimmista suur-
toimituksistamme.



**OSAKEYHTIÖ
NOSTO- JA SIIRTOLAITTEIDEN
ERIKOISTEHDAS**

Helsinki - Haapaniemenkatu 6
Puhelin 70 511 - Telex 12-466

Tampella noususyöttölaite NS 73 A x 1150

sopii nousunajoon ja muuhun ylöspäin suunnattuun poraukseen.* NS 73 A saa ilman porakoneesta, mutta sen toiminta on riippumaton koneen käynnistä. Porakone kiinnitetään syöttölaitteen sivuun, joten voidaan käyttää porasarjoja, joissa on 800–1000 mm:n pituuserot.

Tampella

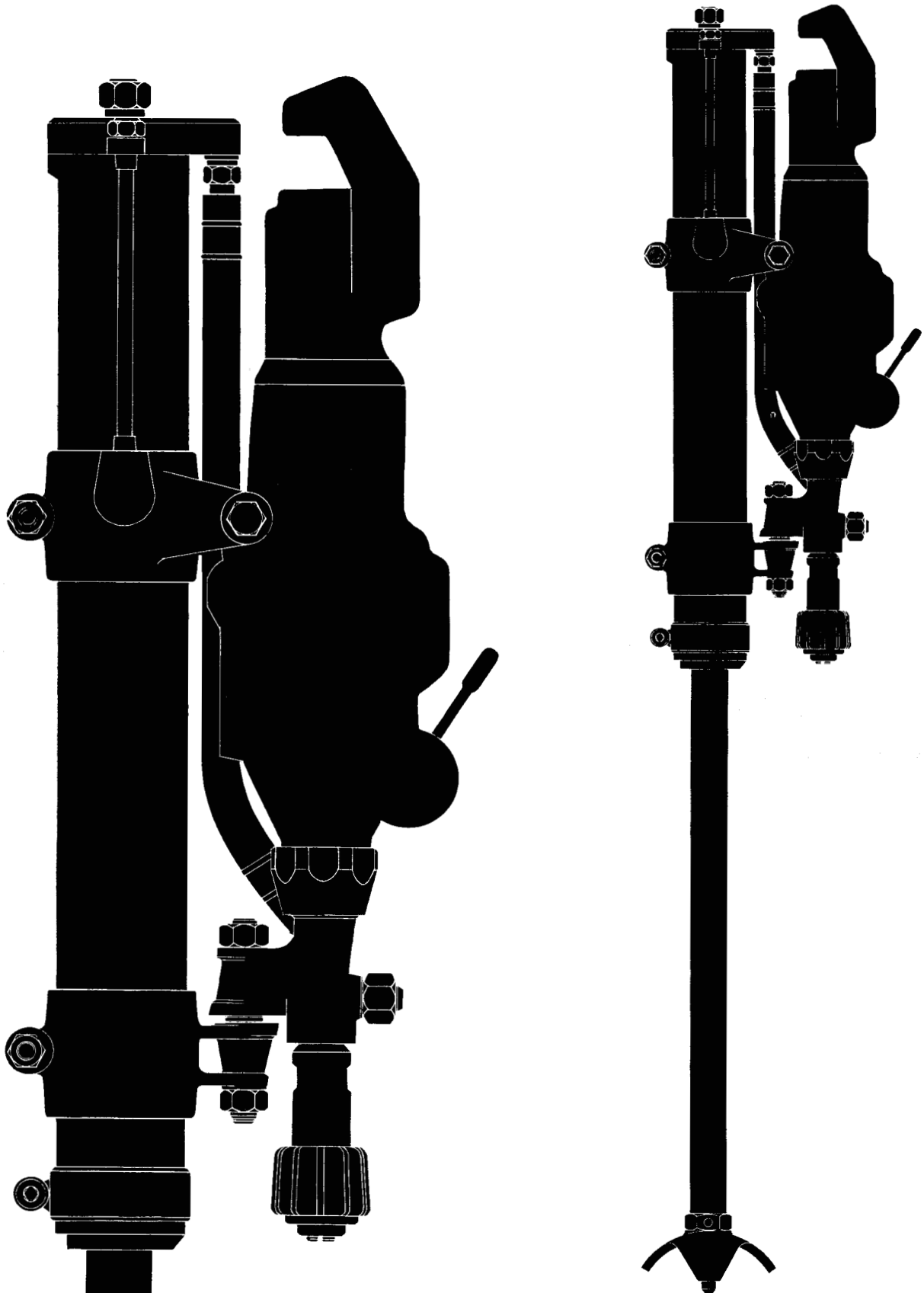
Paineilmakone-osasto

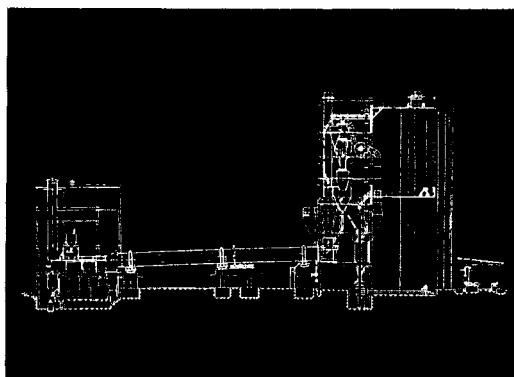
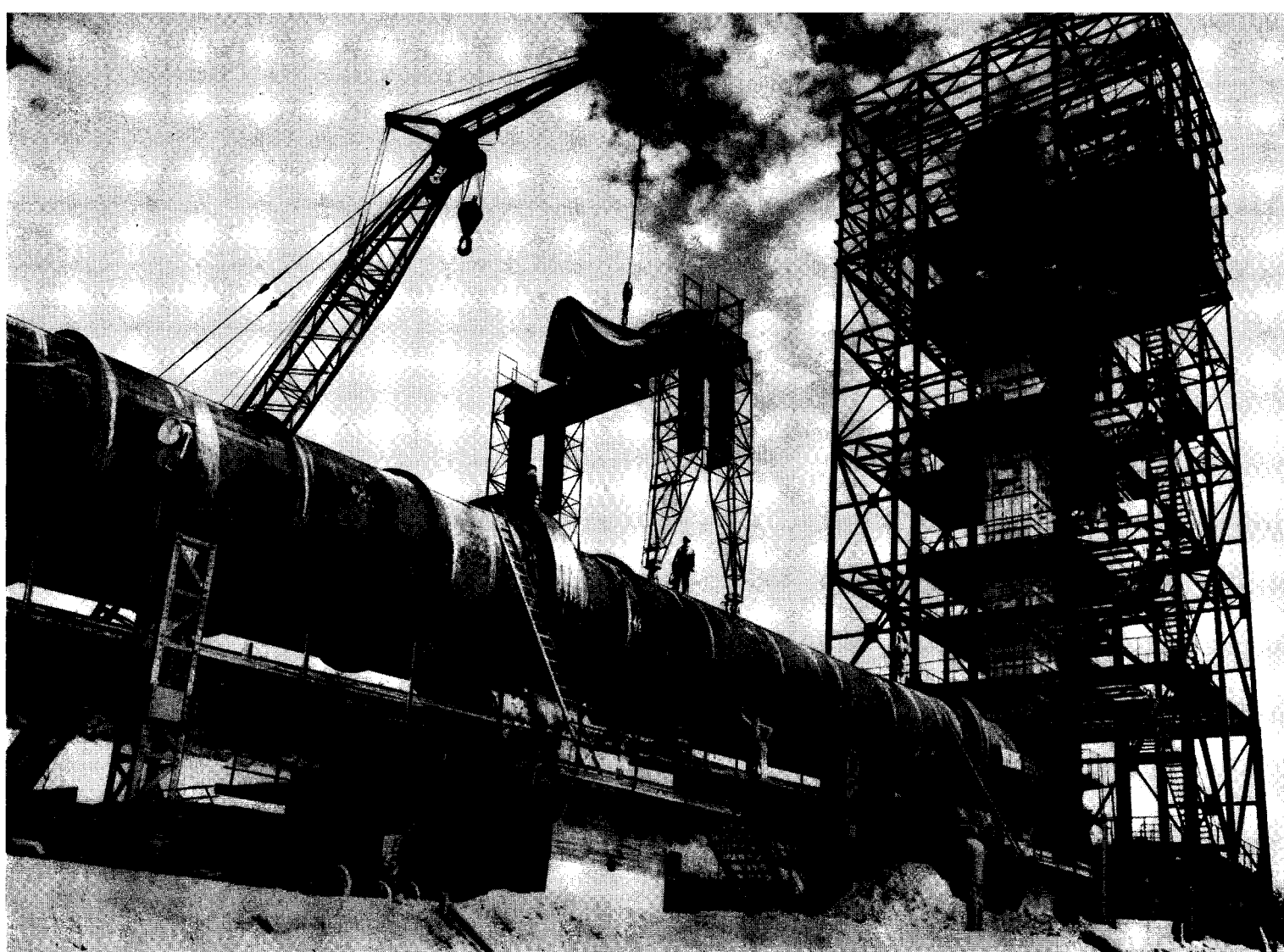
Myynti

Industria
Osaakehtiö

Helsinki, Tampere,
Oulu, Turku, Lahti

* Syöttölaite soveltuu lähinnä porakoneille S 100 ja T 10 C, mutta myös koneille S 90 ja T 9,3 C.





Complete Cement Factories

WEDAG designs and constructs Complete Cement Factories for the dry and wet process.

For primary crushing, we supply portable crushing plant incorporating the most various crushing machines, such as reversible impact-type hammer crushers, hammer crushers with travelling breaker plate, gyratory crushers, jaw crushers, single-toggle jaw crushers with and without hydraulic system, impact crushers and roll crushers. The undercarriage can be at will crawler-mounted or pneumatic-tyred.

For fine grinding, we supply fully-automatic dry and wet grinding installations, closed-circuit bucket elevator mills, air-swept grinding mills, compound mills, rod mills, cyclone air separators, and gravity air separators.

For burning cement clinker on the dry process, we construct rotary kilns with heat exchanger (license Vulcan Iron Works and DBP applied for), and for burning on the wet process we construct rotary kilns with chain insets or with preheater (license Vulcan Iron Works.)

Moreover, we supply all types of conveying equipment, dust collectors and auxiliary equipment, electro-magnetic vibrating feeders, and batching equipment (license Jeffrey).

WEDAG

WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG · BOCHUM · GERMANY

Represented by

VUORIKONE OY · HELSINKI · TEL. 5 55 43 · 5 55 19

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r. y.

Hallitus: Professori Kauko Järvinen, puheenjohtaja, dipl.ing. Börje Forsström, varapuheenjohtaja, dipl.ing. Henning Doepel, tekn.tri Sakari Heiskanen, professori Risto Hukki, dipl.ins. Igor Osipow, fil.mag. Tor Stolpe ja fil.tri Veikko Vähätalo.

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

Sihteeri: dipl.ins. Kalervo Nieminen, Bulevardi 28 (Paraisten Kalkkivuori Oy), puh. 11 791.

Kaivosjaosto: dipl.ins. Heikki Tanner, puheenjohtaja, dipl.ins. Olavi Alarotu, sihteeri, Töölönkatu 4 (Outokumpu Oy), puh. 44 05 11.

Metallurgijaosto: tekn.tri Sakari Heiskanen, puheenjohtaja, dipl.ins. Raimo Keinänen, sihteeri, Äminnefors (Oy Fiskars Ab), puh. 911-30 755.

Geologijaosto: professori Aimo Mikkola, puheenjohtaja, fil.lis. Kauko Korpela, sihteeri, Malminkatu 16 (Imatran Voima Oy), puh. 59 211.

Toimitus: teollisuusneuvos Herman Stigzelius, päätoimittaja, virkapuh. 62 87 14, tri.ins. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, virkapuh. 46 10 71, rouva Karin Stigzelius, toimitussihteeri, puh. 63 55 46. Toimituksen osoite: Bulevardi 26 A 10, Helsinki, puh. 63 55 46.

Ilmoitushinnat: kansisivu 500: —, muut sivut 320: —, puolisivu 240: — ja neljännessivu 120: —.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 1

1964

22 VUOSIKERTA

Vetorenkkaan ja tuurnan kartiokulmien merkityksestä kupariputkien irtotuurnavedossa

Tekn. tri Martti Sulonen, Teknillinen korkeakoulu

Johdanto

Kupariputkien valmistuksessa käytetään nykyään yleisesti irtotuurnalla eli »uivalla» tuurnalla vetämistä (kuva 1.) Muihin tuurnavetomenetelmiin verrattuna ovat tämän valmistustavan edut seuraavat:

— rumpuvedossa voidaan vetää aina 300–500 m pitkiä putkia samalla kuin vetonopeudet voidaan nostaa 2–3-kertaisiksi penkkivedossa käytettäviin verrattuna

— penkkivedossa, jota käytetään silloin, kun putkikoot ovat isoja, ei tarvitse käyttää kiinteätä tuurnavartta, jolloin kimmoiset värähtelyt, jotka aiheutuvat kiinteästä tuurnavarresta, jäävät pois.

Menetelmän käyttöä vaikeuttaa toisaalta taas se seikka, että putken seinämän ja halkaisijan reduktiot eivät ole toisistaan riippumattomasti valittavissa, vaan seinämän reduktioon liittyy aina väistämättömästi halkaisijan reduktio. Tiedetään myöskin, että sellaisilla vetotyökalujen mitoituksiin liittyvillä kysymyksillä kuin vetorenkkaan ja tuurnan kartiokulmien ja tuurnan lieriöosan pituuden sopivalla valinnalla on varsin olennainen merkitys menetelmää käytettäessä.

Kirjallisuudessa ei ole vielä tyhjentävästi käsitelty kaikkia vetorenkaiden ja tuurnien muotoon ja mitoituksiin liittyviä kysymyksiä. Koska käsillä olevan työn

tarkoituksena oli juuri selvittää vetotyökalujen tärkeimpien yksityiskoktien — renkaan ja tuurnan kartiokulmien — vaikutusta kupariputkien irtotuurnavetoon, esitetään seuraavassa aluksi katsaus siihen, mitä kirjallisuudessa on näistä vaikutuksista mainittu.

Tuurnan tasapainoasema

Irtotuurnaveto poikkeaa muista tuurnavetomenetelmistä siinä suhteessa, että tuurnaa ei ulkoa päin pidetä työskentelyasemassaan, vaan se asettuu siihen itse. Tuurna on siis stabiilissa tasapainossa sisäänvetäviin ja ulostyöntyviin voimiin nähden. Sisäänpäin vetäviä voimia ovat tuurnan ja putken väliset kitkavoimat, jotka vaikuttavat tuurnan sekä lieriö- että kartio-osilla. Ulospäin työntävänä voimana taas vaikuttaa reaktiovoima putkesta tuurnaankin jälkimmäisen kartio-osalla olevalla yhteisellä kosketuspinnalla.

Tätä voimatasapainoa on äskettäinkin tarkasteltu muutamissa tutkimuksissa [1–3]. Perlin [1] erottaa seuraavat kolme tuurnan työskentelypinnan osaa: kartio-osa, lieriöpuristava osa (tämän sijainti ilmenee kuvasta 2) ja lieriöputkiosa. Jos näiden pinta-alat ovat F_1 , F_2 ja F_3 , ja tuurnan niillä aiheuttamat puristusvoimat vastaavasti p_1 , p_2 ja p_3 , päädytään tasapainoyhtälöön

$$p_1 F_1 (\sin \beta - \mu \cos \beta) = \mu (p_2 F_2 + p_3 F_3)$$

jossa μ = kitkakerroin putken ja tuurnan välillä. Perlin olettaa, että $p_1 > p_2 > p_3$.

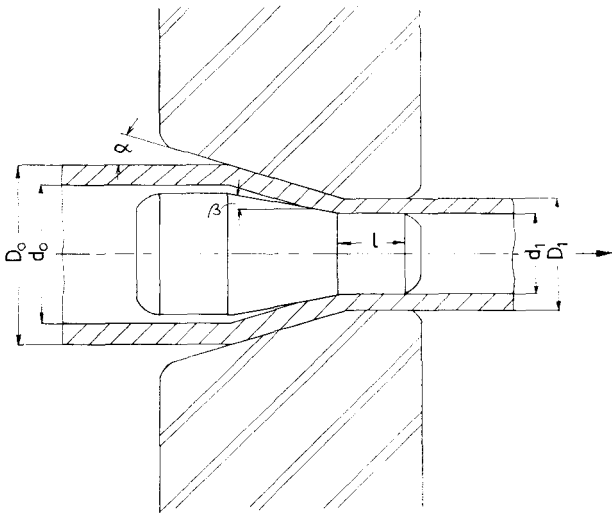
Rusch [2] esittää voimatasapainon seuraavan yhtälön avulla:

$$\Sigma P = \Sigma P_r \tan (\beta \pm \varrho)$$

jossa ΣP = tuurnaa sisäänpäin vetävien voimien summa

ΣP_r = tuurnaa ulospäin työntävien voimien summa kartio-osalla

ϱ = kitkakulma = $\arctan \mu$



Kuva 1. Irtotuurnavedon periaate.

- α = renkaan kartiokulma
- β = tuurnan kartiokulma
- l = tuurnan lieriöosan pituus
- D_0 = putken ulkohalkaisija ennen vetoa
- D_1 = " " vedon jälkeen
- d_0 = putken sisähalkaisija ennen vetoa
- d_1 = " " vedon jälkeen

Useimmat tutkijat ovat yksimielisiä siitä, että tuurnakulman minimiarvo = kitkakulma. Jos tuurnakulma on tätä pienempi, tuurna juuttuu ilmeisesti putken kiinni. Ruschin mukaan tuurnakulman minimiarvo olisi 2ϱ . Rusch esittää edelleen, että tuurnakulman ylärajana olisi pidettävä arvoa $\alpha - \varrho$, kun taas muiden mukaan se voi tulla samaksi kuin renkaan kartiokulma α .

Vedon stabiilisuus

Veto-olosuhteet pyritään valitsemaan siten, että veto tapahtuu vakaasti, ts. putki liukuu tasaisesti työkalun läpi. Sopimattomissa olosuhteissa veto muodostuu epästabiiliksi, jolloin putki ja vetolaitteisto joutuu värähdystilaan, jonka ei heti tarvitse tehdä vetoa mahdottomaksi, mutta tekee sen kuitenkin epävarmaksi. Vedon vakavuuteen vaikuttavista tekijöistä on kirjallisuudessa seuraavia mainintoja.

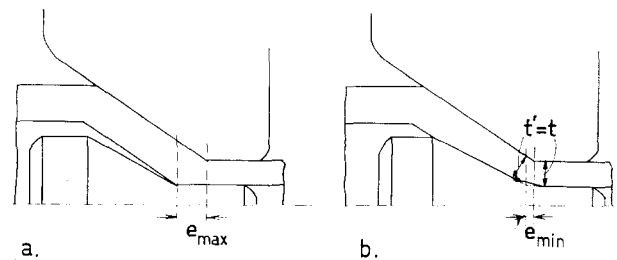
Shapiro ja Pavlov [4] havaitsivat vedon tapahtuvan normaalisti, kun tuurnakulma oli 1–3 astetta pienempi renkaan kartiokulmaa, mutta muuttuvan epästabiiliksi, kun kulmaero oli 5–6 astetta tai suurempi.

Tuurnan lieriöosan pituudella katsotaan yleisesti olevan hyvin huomattava vaikutus vedon stabiilisuuteen. Tämä käsitys perustuu siihen, että tuurnaa sisäänpäin vetävät voimat ovat osaksi peräisin juuri lieriöosalla vaikuttavista kitkavoimista. Shapiro ja Pavlov havaitsivat kokeellisesti, että lieriöosan pituuden optimiarvo on n. 3/4 ns. Orron [3] kaavasta lasketusta arvosta: Tämän kaavan mukaan nimittäin tuurnan paksumman lieriöosan halkaisijan D_u , sen kartio-osan pituuden l_1 , kartiokulman β ja lieriöosan pituuden l kesken vallitsisi seuraava yhteys

$$d_1 l = \frac{D_u + d_1}{2} l_1$$

Mainittakoon, että Shapiro ja Pavlov havaitsivat mahdolliseksi vetää putkea jonkin matkaa sellaisellakin tuurnalla, jossa ei ollut lainkaan lieriöosaa. Tosin tuurna tällöin koko ajan hiljalleen liukui ulospäin ja putken seinävahvuus samanaikaisesti kasvoi. Lieriöosan pituuden merkitystä on edelleen käsitellyt Orzechowski*) mutta hänen artikkelinsa ei ollut tätä kirjoitettaessa käytettävissä.

Perlin on myös melko laajasti tarkastellut stabiilisuusproblemaa. Hänen mukaansa vedon stabiilisuus on sitä suurempi, mitä suurempi on tuurnan sisimmän ja uloimman mahdollisen työskentelyaseman välimatka. Tilannetta näissä raja-asemissa esittää kuva 2. Ulointa raja-asemaansa tuurna lähestyy ilmeisesti silloin, kun $\mu \rightarrow 0$ tai kuin seinämänmuokkaus $\rightarrow 0$. Tällöin tuurnan ja putken kosketus kartio-osalla rajoittuu häviävän kapean renkaan alueelle tuurnan lieriö- ja kartio-osien yhtymäkohdassa. Sisimmässä asennossaan ollessaan taas tuurna on työntynyt niin pitkälle vetorenkaan sisään, että pienikin lisäsiirtymä samaan suuntaan aiheuttaisi



Kuva 2. Tuurnan uloin (a) ja sisin (b) tasapainoasema. Huomaa lieriöpuristavan osan pituuden e muuttuminen.

putken irtaantumisen kosketuksesta tuurnan lieriöosaan, koska putken seinämän ohentuminen kartioosalla olisi muodostunut liialliseksi. Tämän mukaan siis vedon stabiilisuus kasvaa, jos vetorenkaan ja tuurnan kartiokulmat valitaan pieniksi, ja jos kitkakerroin pienenee. Jos kartiokulmaa suurennetaan, olisi stabiilisuuden säilyttämiseksi lisättävä lieriöosan pituutta.

Rusch [2] on kokeellisesti tutkinut, miten vedon stabiilisuus riippuu kokonaisreduktion jakautumisesta seinämä- ja halkaisijareduktioiden osalle. Hänen mu-

*) H. Orzechowski, Hutnik, 26 (1959) 158.

kaansa stabiili veto saavutetaan vain kun

$$1.08 > \frac{\lambda_D}{\lambda t} > 0.95$$

jossa λ_D = halkaisijan reduktiota vastaava pitenemis-

$$\text{kerroin} = \frac{D_0 - t_0}{D_1 - t_1}, \text{ jos } t_0 \text{ ja } t_1 \text{ ovat putken seinämän}$$

paksuus ennen vetoa ja sen jälkeen

$$\lambda t = \frac{t_0}{t_1}$$

Vetovoima

Vaikkakin vetämiseen tarvittavan voiman voi olettaa riippuvan käytetyn työkalun mitoituksesta, lähinnä renkaan ja tuurnan kartiokulmista, kuten se riippuu esim. langan vedossa käytetyn kartiokulman arvosta, sekä putken vedossa ilmeisesti myös seinämä- ja halkaisija-reduktioiden suhteesta, niin ainoastaan Rusch [2] näyttää kiinnittäneen tähän mainittavaa huomiota. Hänen artikkelissaan esitetystä kuvasta ilmenee, että veto-voima laskee n. 5–10 %, kun tuurnakulma kasvaa 7°:sta n. 10–11°:een.

Työn tarkoitus

Kirjallisuustarkastelun tulokset osoittavat tuurnan ja renkaan kartiokulmien oikean valinnan tärkeyttä. Niinpä mm. Ruschin tulokset näyttäsivät viittaavan siihen, että vetämiseen tarvittava voima saavuttaa minimiarvon sopivalla tuurnakulman arvolla. Vaikkakaan voiman kulutuksessa saavutettava säästö sinänsä ei ehkä ole kovin merkityksellinen, on sen vaikutus siinä mielessä edullinen, että suuremmat reduktiot tulevat mahdollisiksi. Erittäin mielenkiintoinen on myös kysymys vedon stabiilisuuden riippuvuudesta kartiokulmien arvoista, jota kysymystä tosin monissa artikkeleissa on käsitelty, mutta johon esim. käytännön tarpeita tyydyttävä vastaus näyttää puuttuvan. Tässä työssä onkin pyritty saamaan lisävalaistusta juuri näihin kysymyksiin.

Kokeellinen tutkimus

Menetelmät ja aineet

Kokeellisen tutkimuksen suoritti tekn. yliopp. Antti Raitakari Outokumpu Oy:n Porin Metallitehtailla. Koe-materiaalina olevat kupariputket olivat fosforoitua kuparilaatua K2 (P = 0.03 %). Vetoihin käytetty putkikoko oli 20.5 mm/17.9 mm 20-kovana. Jotta putkien mahdolliset pintaviat eivät haittaisi, putkien ulkopinnasta oli vedetty ohut lastu ennen viimeistä hehkutusta ja muokkausta. Vetorenkaat ja tuurnat olivat työkalu-terästä ja kovakromioituja vastaten laadullisesti normaaleja vetotyökaluja. Tuurnat olivat kuvassa 1 esitettyä lieriökartiotyypin lieriöosan pituuden ollessa 10 mm. Työkalujen mittaukset suoritettiin työkalumikroskoopilla.

Kokeissa putket vedettiin nopeuksilla 1.1 m/min ja 57 m/min, käyttäen edellisessä tapauksessa aineenkoetusvetokonetta, jälkimmäisessä 3 t:n tuotantovetopenkkiä. Viimemainitunkin nopeus on hieman pienempi kuin nykyaikaisten penkkivetokoneiden 80–100 m/min nopeudet. Penkkivetokoneessa voiman mittaukset tehtiin

»Statimeter»-paineanturilla, joka oli sijoitettu veto-pylkkään. Vetovoiteluaineena käytettiin koko ajan samaa liuosta, Allcard PT 2.

Tutkittaessa vetovoiman riippuvuutta tuurnan ja renkaan kartiokulmista vetokokeita tehtiin kokonais-reduktioilla 19, 30, 40 ja 45 %, kunkin kokonaisreduktion jakautuessa tasan seinämän ja halkaisijan osalle. Veto-voiman riippuvuus halkaisija- ja seinämäreduktioiden suhteesta mitattiin vain kokonaisreduktiolla 28 %.

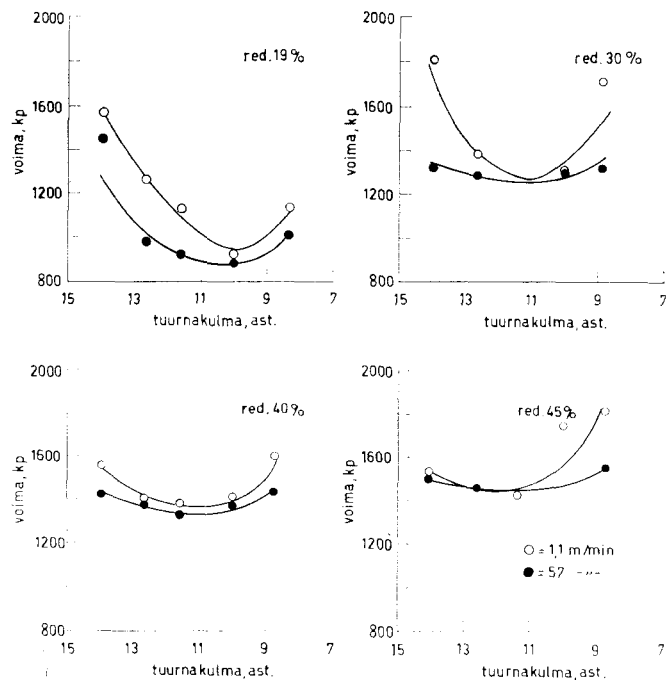
Kokeelliset tulokset

Kokeiden ja valmistettavien työkaluyhdistelmien lukumäärän rajoittamiseksi tehtiin aluksi erillinen koesarja vetorenkaan kartiokulman optimiarvon määrittämiseksi. Tässä sarjassa kokeillut renkaan kartiokulman arvot olivat 10, 15, 20 ja 25 astetta. Näille kullekin kokeiltiin kahta tuurnakulmaa, joista toinen oli 2.5° ja toinen 5° renkaan kartiokulmaa pienempi. Kutakin yhdistelmää kokeiltiin 20, 30 ja 40 %:n kokonaisreduktiolla. Erilais-ten veto-olosuhteiden lukumääräksi tuli täten 21, kun yhdistelmää rengas 10°/tuurna 5° ei käytetty. Jokaisella yhdistelmällä vedettiin 5 putkea nopeuksilla 1.1 ja 57 m/min. Yhteensä siis vedettiin 210 putkea työn tässä osassa.

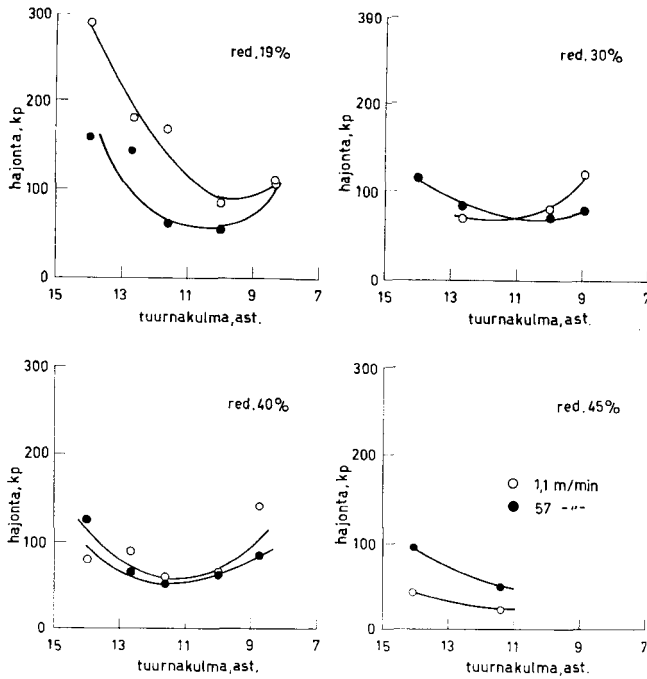
Taulukossa I on esitetty pienemmällä nopeudella suoritettujen kokeiden tulokset.

α	β	Vetovoima eri reduktioilla, kp		
		19 %	30 %	40 %
25°	22.5°	P	1300 V	1460
	20.0°	P	1470 V	1340
20	17.5	P	1200	1340
	15.0	860	1190	1351
15	12.5	900	1150	1270
	10.0	830	1140	1220
10	7.5	840	1650 P	1260

P = putki katkennut
V = värinää



Kuva 3. Vetovoiman riippuvuus tuurnakulmasta eri reduktioilla ja nopeuksilla vedettäessä.



Kuva 4. Vetovoiman keskihajonnan riippuvuus tuurnakulmasta eri reduktioilla ja nopeuksilla vedettäessä.

Taulukko I:n tulokset viittaavat siihen, että vetorenaan kartiokulman optimiarvo on n. 30°. Kun samaan viittaava tulos saatiin myös tuotantovetopenkissä suoritettulla nopeammalla vedolla, valittiin renkaan kartiokulman arvoksi kaikissa jatkokokeissa 30°. Tämä arvo lienee hyvin lähellä useimpien eurooppalaisten valmistajien käyttämää rengaskulman arvoa.

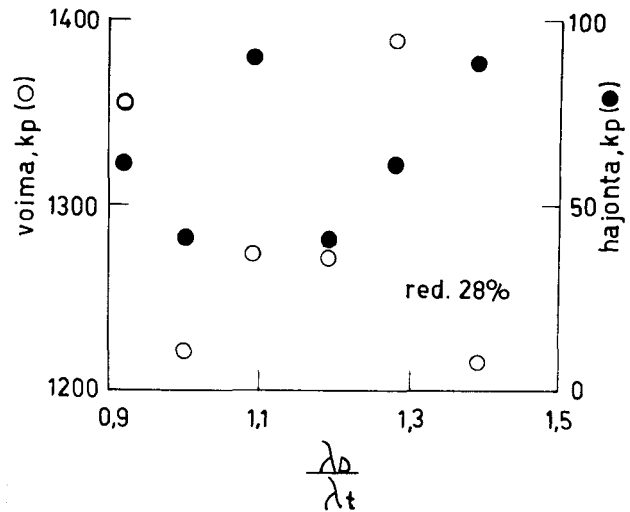
Toisen koesarjan, joka oli edellistä laajempi, tarkoituksena oli selvittää tuurnakulman merkitystä. Kokeillut tuurnakulmien nimellisarvot olivat 13,75, 12,50, 11,25, 10,00 ja 8,75°. Valmistustoleranssit eivät luonnollisestikaan ulottuneet aivan mainittuihin tarkkuuksiin. Graafisissa esityksissä onkin käytetty todellisia, työkalumikroskooppilla mitattuja arvoja. Kutakin työkaluyhdistelmää kohti vedettiin 10 putkea kahdella nopeudella. Kaikkiaan vedettiin siis työn tässä osassa 400 putkea.

Kuvassa 3 esitetyt mittaustulokset osoittavat vetovoiman vaihtelevan tuurnakulmasta riippuvana. Molemmilla nopeuksilla kaikilla reduktioilla vetovoimakäyrä kulkee selvän minimin kautta, jota vastaava tuurnakulman arvo näyttää olevan n. 11°. Minimi näyttää sitä selvemmältä, mitä pienemmästä reduktiosta on kysymys.

Vetojen stabiilisuudesta antaa omalla tavallaan kuvan vetovoiman keskihajonnan suuruus eri veto-olosuhteissa. Kuten kuvasta 4 ilmenee, saavuttaa keskihajontakin minimin jotenkin samoilla tuurnakulman arvoilla kuin vetovoima. Kuten vetovoimankin kohdalla, minimi on sitä selvempi, mitä pienemmästä reduktiosta on kysymys.

Työkaluyhdistelmissä 30 %/11,25° ja 45 %/12,5° todettiin karkaisuhalkeamia, jonka takia niiden antamat tulokset on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

Kolmannen koesarjan tarkoituksena oli selvittää putken halkaisija- ja seinämäreduktioiden suhteen merkitystä putken vedossa. Tulokset, jotka on esitetty kuvassa 5, perustuvat mittauksiin, joissa kutakin valittua reduktiosuhdetta kohden vedettiin 10 putkea 57 m/min nopeudella. Reduktiosuhteen ollessa 1,39 seinämän paksuudessa ei tapahdu muutosta, koska halkaisijareduktio on kokonaisreduktion suuruinen. Vetovoiman keskihajonta vaihtelee epäsäännöllisesti suhteellisen kapeissa rajoissa.



Kuva 5. Vetovoiman ja keskihajonnan riippuvuus halkaisija- ja seinämäreduktioiden (ilmoitettuna pitenemissuhteella) suhteesta. Vetonopeus 57 m/min.

Kaikki koevedot olivat stabiileja tältä kannalta. Tämä todettiin myös siitä, ettei värinää eikä tuurnan kiillautumista ollut havaittavissa.

Johtopäätökset

Tässä työssä saadut kokeelliset tulokset osoittavat kupariputkien vedon mahdolliseksi, vaikka rengas- ja tuurnakulmat valittaisiin melko laajaltakin alueelta. Niinpä esim. Ruschin tuurnakulmalle antaman maksimi-arvon, $\alpha - \rho$ ($\rho \approx 5^\circ$), ylittäminen ei vielä tee vetoa mahdolliseksi, etenkin kun on kysymys suurista reduktioista. Onkin aika ilmeistä, että Ruschin tuurnatasa-painolle esittämä lauseke ei ole johdoltansa aivan korrekti.

Tämä työ on osoittanut, että käyttäen sopivaa rengas- ja tuurnakulmien yhdistelmää saavutetaan edullisimmat veto-olosuhteet. Näille on ominaista vedon tapahtuminen pienellä voimalla, sekä eri vetojen keskinäinen tasaisuus. Nämä veto-olosuhteet näyttävät olevan myös kauimpana niistä, joihin liittyy värinää ja tuurnan kiinnitarttumista.

Se, että vetovoima asettuu minimiinsä tietyllä tuurnakulman arvolla, voitaneen ainakin kvalitatiivisesti selittää seuraavalla tavalla. Jos veto suoritetaan tuurnakulman ollessa renkaan kulman suuruinen ja oletetaan, että putken seinämä on tasapaksu koko kartio-osalla, jakautuu tuurnan puristus niin laajalle alueelle putkessa, ettei sen vaikutuksesta synny kartio-osalla plastista muodonmuutosta. Tuurna aiheuttaa täten putken kartio-osalla vain vetoa vastustavan kitkavoiman. Jos tuurnan kartiokulma pienenee edellä oletetusta arvosta, rajoittuu tuurnan vaikutus kartio-osalla kapeammalle alueelle, ja tuurna aiheuttaa siinä plastisen muodonmuutoksen, joka on katsottava vähennykseksi lieriöpuristavalla osalla tapahtuvasta muodonmuutoksesta. Tästä vaikutuksesta aiheutuu vetovoiman lasku. Kun kuitenkin tuurnakulman paljon pienetessä tuurna työntyy aina enemmän ja enemmän sisään, tullaan tilanteeseen, joka vastaa Perlinin määrittelemää tuurnan sisintä asemaa. Tässä asemassa, tai jo hiukan ennenkin sitä, tuurnan stabiilisuus loppuu ja se alkaa suorittaa hidasta edestakaista liikettä (vrt. Shapiro ja Pavlovin havaintoja ilman lieriöosaa olevan tuurnan käyttäytymisestä). Vetovoima kasvaa tässä vaiheessa, koska tuurnan aiheuttama puristus aina-

kin ajottain heikkenee. Mitä suurempi on reduktio, sitä vähemmän merkitsee tuurnakulman vaihteluun liittyvä kitkavoiman ja plastisen muodonmuutoksen vaihtelu.

Edellä on oletettu, että putken seinämä ei muuttaisi paksuuttansa ennen joutumistaan tuurnan kartio-osan kanssa kosketuksiin. Kokemus ja teoria tuurnattomasta vedosta osoittaa kuitenkin, että niillä putken halkaisijan ja seinämäpaksuuden suhteilla, joista irtotuurnavedossa on kysymys, kartiossa todennäköisesti pyrkii tapahtumaan putken seinämän paksunemista [5].

Veto-ohjelmien laatimisen kannalta on merkitystä sillä seikalla, että kuvan 5 tulosten valossa näyttää mahdolliselta suorittaa vetoja, vaikkei pysyteltäisikään niin altaissa halkaisija- ja seinämäreduktion suhteen rajoissa, kuin esim. Ruschin tulokset edellyttäisivät. Sopivia tuurna- ja rengaskulmia käyttäen ovat ilmeisesti kaikki halkaisijavoittoiset vedot stabiileja.

Summary

On the significance of die and plug angles in floating plug drawing of copper tubes.

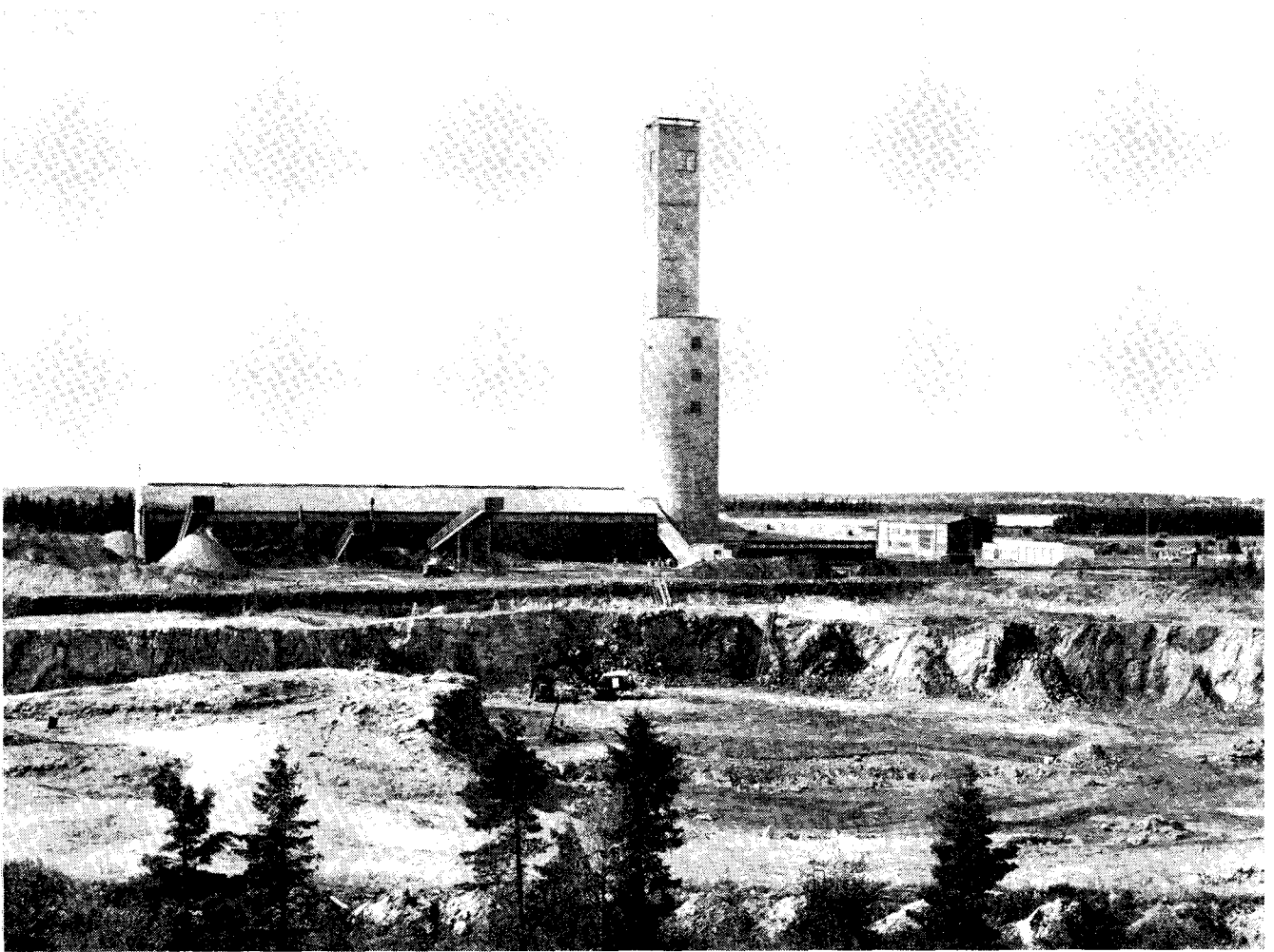
The draw force and stability in the floating plug drawing of copper tubes have been studied. It is observed that the use of certain values for die and plug angles results in the minimum draw force and good stability of the process. The values of these optimum angles for die and plug were found to be 15° and 41°, respectively.

Kirjallisuusviittaukset

1. I. P. Perlin, *Tsvetnye Metally*, 31 (1958) 58.
2. H. Rusch, *Neue Hütte*, 6 (1961) 411.
3. P. I. Orro ja J. E. Osada, *Metallurgisdat*, (1954).
4. V. J. Shapiro ja A. A. Pavlov, *Tsvetnye Metally*, 30 (1957) 54.
5. R. Hill, *The Mathematical Theory of Plasticity*. Oxford, Clarendon Press (1960) 269.

Diplomi-insinööri Antti Raitakarille, joka on huolehtinut tutkimuksen käytännöllisestä suorituksesta, kirjoittaja lausuu sydämelliset kiitoksensa. Samoin kirjoittaja kiittää Outokumpu Oy:n johtoa, joka on myöntänyt luvan esitettyjen tutkimustulosten julkaisemiseen.

**Vuorimiesyhdistyksen sihteeri ja
Vuoriteollisuuslehden toimitus
pyytävät jäseniä ilmoittamaan
osoitteen muutoksista.**



Kuva 1. Pyhäsalmen avolouhos elokuussa 1963

Fig 1. Pyhäsalmi open pit in August 1963

OUTOKUMPU OY, PYHÄSALMEN KAIVOS

Yleiskatsaus

Dipl.ins. R. O. Kurppa, Outokumpu Oy, Pyhäsalmi

Yleistä

Pyhäsalmen malmiesiintymä sijaitsee Ol. Pyhäjärvellä n. 4 km Pyhäsalmen asutuskeskuksesta kaakkoon. Malmi löytyi elokuussa v. 1958. Pyhäjärven alue oli etelä- ja itäosiltaan ollut geologisesti mielenkiintoinen siellä löytyneiden tutkimusaiheiden vuoksi, mutta juuri se alue, mistä malmi sattumalta löytyi, ei ollut vielä ehtinyt herättää geologien mielenkiintoa. Työmies Erkki Ruotasen kaivaessa kaivoa kotitalonsa pihalla hän osui 2,5 m syvyydessä rikkikiisumalmiin. Outokumpu Oy:n malminetsintäosaston heti aloittamien tutkimusten ja seuraavina kuukausina suorittamien kairausten tuloksena oli kevättalvella 1959 inventoitu malmia 17 milj. tonnia. Malmin arvoainesisältö todettiin seuraavaksi: 0,85 % Cu, 2,8 % Zn, 37 % S ja 33 % Fe sekä jonkin verran kultaa ja hopeaa.

Rakennusvaihe

Kun päätös kaivoksen avaamisesta oli tehty ja kuu kaivospiiritoimitus maanomistussuhteiden selvittämiseksi oli suoritettu, aloitettiin heinä- ja elokuun vaihteessa 1959 pääkuilun kauluksen louhinta. Syyskuussa päästiin rakennustöihin täydessä laajuudessa.

Rakennustyöt voitiin jakaa kahden vuoden osalle, jolloin välttyttiin suurista työvoiman tarpeen huipuista. Ensimmäisessä vaiheessa rakennettiin pääkuilun torni ja muut tukikohdiksi välttämättömät rakennukset. Toisessa rakennusvaiheessa, kesällä 1960, rakennettiin konttori ja asuntoalue sekä rikastamo lukuunottamatta kaikki tehdasrakennukset. Kolmannessa vaiheessa, v. 1961, rakennettiin rikastamo. Asennustöitä suoritettiin jatkuvasti niiden pääosan kuitenkin kasaantuessa v. 1961 lopulle ja 1962 alkupuolelle. Laitos siirtyi koekäyttövai-

heeseen ennakkosuunnitelman mukaisesti 1. 3. 1962. Täysmittakaavaiseen tuotantoon päästiin kesällä 1962.

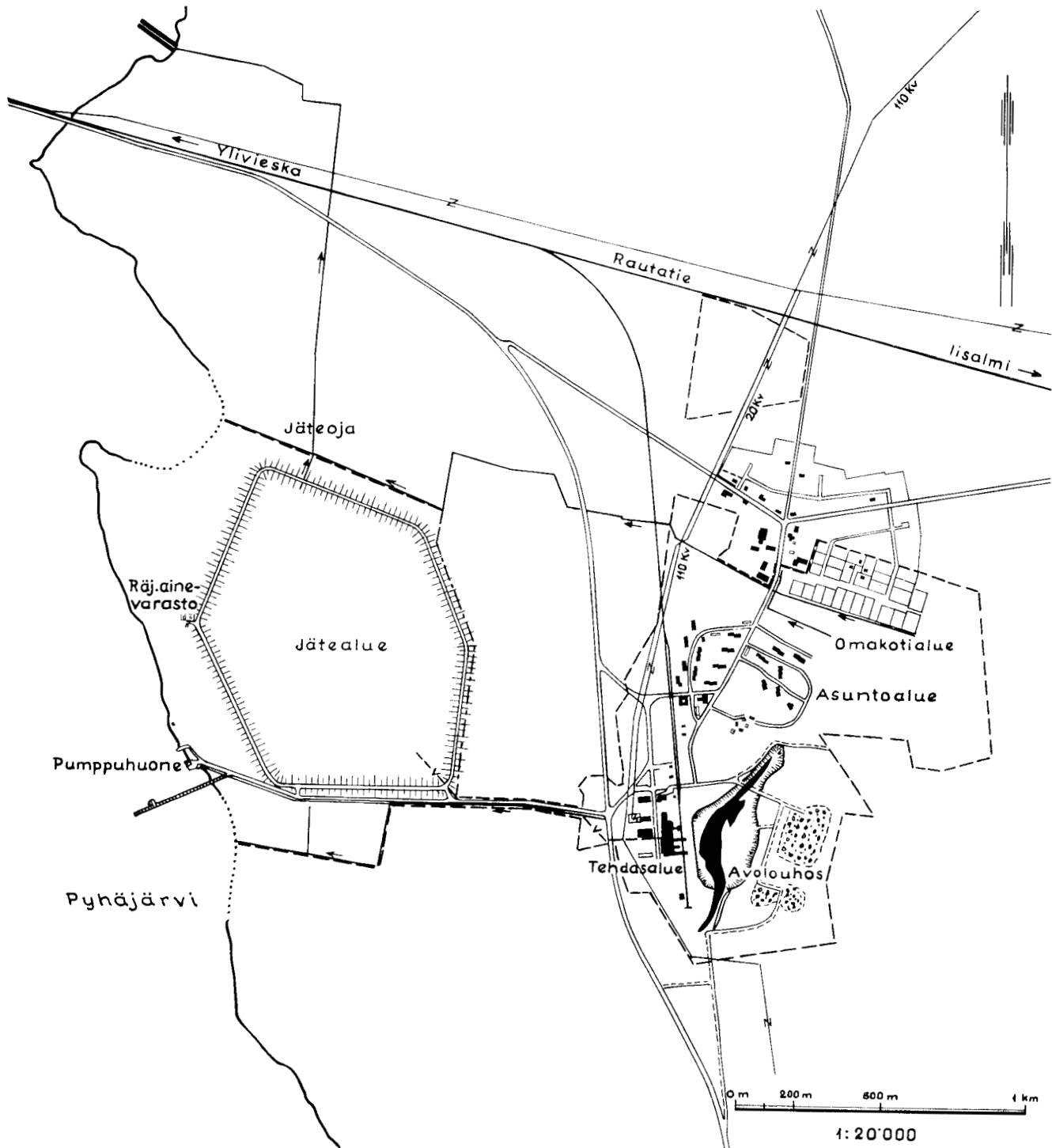
Maansiirtotyöt ja sivukiven louhinta sekä viemärointi-, lämpö- ja vesijohtotyöt tehtiin talvityönä työvoimatarpeen hajoittamiseksi ja paikallisen työttömyyden helpottamiseksi.

Malmiesiintymän yli kulkenut maantie korvattiin uudella, kaivosalueen ohittavalla maantiellä. Lyhyehkö haararata Iisalmen- Ylivieskan rautatiehen rakennettiin yhteistoiminnassa Valtion Rautateiden kanssa. Imatran

Voima Oy rakensi 75 km pitkän 110 kV voimajohdon yhteydeksi Pohjois-Suomen voimalaitoksiin.

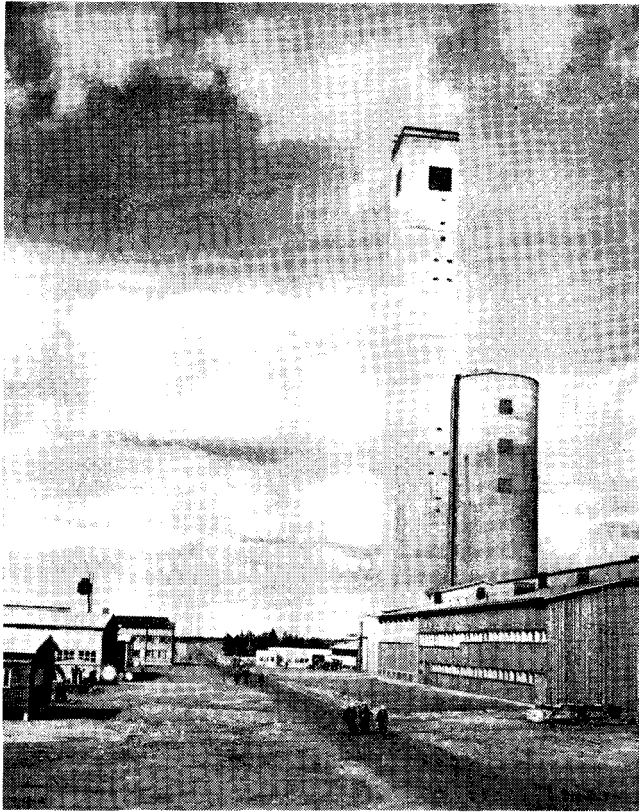
Tehdasalueen putki- ja kaapeliverkosto asennettiin kulkukelpoisiin betonitunneleihin, jotka rakennettiin maan pinnalle. Koko tehdasalueen pintaa nostettiin n. 2,5 m kivi- ja maatyönteellä, jolloin mainitut tunnelit jäivät maanalaisiksi. Samoin jätettiin maanalaisiksi kaikkien rakennusten alempi kerros.

Rakennus- ja asennustyövaihe kesti 2 ½ vuotta. Tänä aikana rakennettiin yhteensä 130 000 m³ erilaisia raken-



Kuva 2. Aluekaava kaivoksen ympäristöstä.

Fig. 2. General plan of the mill's environs.



Kuva 3. Tehdasaluetta.
Fig. 3. Mill area.

nuksia ja tarvittiin työvoimaa yhteensä 360 000 mies-työpäivää.

Rakennukset tehdasalueella

— **Kaivostorni ja murskaamo**; tornin korkeus 90 m, tilavuus 8 205 m³, murskaamon ja siilon tilavuus 8 100 m³. Torni ja murskaamo ovat samaa tyyppiä kuin muutkin Outokumpu Oy:n piirissä viimeisen 10 vuoden aikana rakennetut. Yhdistelmä käsittää liukuvaletun yhtenäisen tornin ja murskaamon, jossa siilot ja eri seulonta- ja murskausvaiheet sijaitsevat päällekkäin. Tämän järjestelyn ansiosta hihnakuuljetus jää pois.

— **Kaivostupa**; tilavuus 3 925 m³, 2-kerroksinen rakennus. Yläkerrassa maanpintatasossa sijaitsevat toimistot ja pukuhuoneet, alakerrassa maanpinnan alapuolella ovat työvaatteiden kuivaushuoneet sekä sauna ja peseytymishuoneet. Rakennus sijaitsee kuilun luona ja siitä on odotushallin kautta suora yhteys kaivos- ja tornihisseihin.

— **Samaan rakennusryhmään edellisten kanssa liittyy rikastamo**; tilavuus 56 400 m³. Rikastamorakennus on yhtenäinen halli, joka on jaettu työtasolla kahteen osaan, ylempään varsinaiseen käyttöosaan ja alakertaan. Rikastamon sivulla siihen välittömästi liittyen sijaitsevat laboratoriot, toimistot, pukeutushuoneet ja muuntajaosastot jakokeskuksineen sekä valvomo. Rikastamo on seinä- ja kattoelementeistä betonisen runkosysteemin varaan rakennettu rakennus, jossa on 31 metrin vapaa jänneväli.

— **Apukuilun torni**; korkeus 38 m, tilavuus 2 305 m³. Rakennuksessa on kaivoksen ilmanvaihtolaitos.

Edellä kuvatut rakennukset sijaitsevat samalla puolella tehdasalueen läpi kulkevaa päätieta. Tien toisella puolella sijaitsevat seuraavat rakennukset.

— **Voiakeskusrakennus**; tilavuus 3 150 m³. Rakennus on 2-kerroksinen, toinen kerros maanpinnan alapuolella, toinen maanpintatasossa. Rakennus sisältää osaston 6 kV:n sisääntuloa ja jakoa varten sekä kompressoriaseman, lämpökeskuksen, talousveden puhdistamon ja keskusvalvomon, jossa sijaitsevat mm. kolmen nostokoneen ohjauskaapit sekä erilaiset vika-hälytys- ja valvontalaitteet.

— **Korjaamo ja varasto** sijaitsevat samassa 2-kerroksisessa rakennuksessa; tilavuus 14 900 m³.

— **Porasydänvarasto** on 1-kerroksinen puinen rakennus; tilavuus 1 250 m³.

— **Tehdasalueen portin** kahden puolen erillään varsinaisista tehdasrakennuksista sijaitsevat **konttori**, tilavuus 4 640 m³, ja **n.s. porttirakennus**, tilavuus 765 m³.

Varsinainen konttori on 2-kerroksinen. Kellarikerroksessa sijaitsevat arkistot, väestönsuoja, geologinen laboratorio ja rakennusmiesten käyttötilat. Porttirakennus sisältää porttikopin, ensiapuaseman, palokalustovajan ja henkilöautotalleja.

Vedenotto ja jätevesi

Veden käyttötarve on n. 6 000 l/min. Sen saamiseksi on rakennettu kauko-ohjattu pumppuasema Pyhäjärven rantaan 1,7 km päähän teollisuusalueelta.

Jätevedet koostuvat kaivoksesta pumputtavista vesistä, kompressorien jäähdytysvesistä ja pumppujen tiivistysvesistä, asuntoalueen jätevesistä ja rikastamon käyttövesistä. Viimeksi mainittuja varten on rakennettu 1,5 km päähän 72 ha laajuinen reunapengerretty sakeutusallas. Reunapengerreeseen rakentamiseen käytetty materiaali tutkittiin työmaalle perustetussa maalaboratoriossa. Tiiviin rakenteen saamiseksi työ muutenkin suoritettiin suurella huolella.

Selkeytetty vesi johdetaan 2 km pituista avoviemäriä myöten Pyhäjärven pohjoisosaan, mistä vedet virtaavat Pyhäjokeen. Pyhäjoen tulvasäännöstelyn vuoksi toteutettu Pyhäjärven säännöstely pakottaa patoamaan jätevedet edellä mainittuun jätevesialtaaseen tulvakausion ajaksi.

Sähkö

110 kV sähkövoima saadaan Jylhämän voimalaitoksesta, joka sijaitsee 125 km päässä kaivoksesta. 110 kV jännite muunnetaan 10 MVA päämuuntajassa 6 kV:ksi, joka on valittu sisäiseksi siirtojännitteeksi. Käyttöpaikoilla se muunnetaan 400 V käyttöjännitteeksi. Kaksi kompressorimootoria, kumpikin teholtaan 330 kW, ovat synkronimootoreita; muut ovat asynkronimootoreita. Asennettu moottoriteho on noin 11 000 kW. Kondensaattorikapasiteetti on 3 750 kVar sijoitettuna kiinteinä yksikköinä eri muuntajille, $\cos S \approx 0,97$. Tehohippu on tällä hetkellä 4 500 kW, hyväksikäyttöajan ollessa 78 %. Tehohippua valvotaan automaattisesti. Sähkötehon käyttö vuodessa on noin 28 milj. kWh, mikä merkitsee n. 46,5 kWh/malmitonni.

Tehon käyttö jakautuu:

— kaivos, avolouhos, kompressorit	17 %
— rikastamo ja m.p. murskaamo	76 %
— muu käyttö	7 %

Lämpö

Lämmitystä varten on rakennettu kaksi lämpökeskusta, toinen teollisuusaluetta ja toinen asuntoaluetta varten. Molemmissa asennettu teho on n. 1 milj. kcal/h. Lämpökeskukset toimivat raskaalla polttoöljyllä. Teollisuusalueen lämmityksessä käytetään hyväksi myös kompressorien jälkijäähdyttäjän lämpö. Rikastamossa on kaksi kuivausuunia, toinen rikkirikasteen, toinen kuparirikasteen kuivaamista varten. Ne toimivat raskaalla polttoöljyllä. Uunien maksimilämpökapasiteetti on yhteensä 5,5 milj. kcal/h.

Kaivoksen tuuletusilman lämmittämistä varten on polttoöljyllä toimiva erillinen lämpökeskus, jonka teho on n. 0,5 milj. kcal/h.

Paineilma

Paineilman kehittämistä varten on kompressoriasema, jossa on kaksi 63 m³/min (7 aty) tehoista kompressoria ja yksi 16 m³/min kompressori sekä yksi liikuteltava pyörillä kulkeva 16 m³/min tehoinen ruuvikompressori. Avolouhos saa paineilman kompressoriasemalta jakeluputkistoa myöten.

Asuntoalue

Asuntoalue sijaitsee alle 1 km etäisyydellä teollisuusalueesta ja se muodostaa hajasijoitukseen perustuvan, maastoon sopeutuvan kokonaisuuden. Osa asuintaloista on kaksikerroksisia pääosan kuitenkin ollessa yksikerroksisia puutaloja. Asuntoja on rakennettu yhteensä 83 perheelle. Asuntoalueella on yksi talo myös poikamies-

Kuva 4. Asuntoaluetta.
Fig. 4. Residential area.



majoitusta varten. Lisäksi on ruokala ja sauna-pesularakennus, entisestä omakotirakennuksesta kunnostettu kerhotalo ja entisestä maatalosta kunnostettu vierasmaja.

Välittömässä läheisyydessä sijaitsevat myös kaupat, pankit, apteekki, kansakoulu sekä lääkäri- ja terveystalo.

Kauppaliikkeiden läheisyydessä sijaitsee kaivoksen omakotialue, joka suunnitelmalla liittyy välittömästi yleiseen rakennuskaava-alueeseen. Tällä omakotialueella on 28 tonttia (pinta-alat 2 000 m²—4 000 m²) sekä tiet, vesi- ja viemärijohdot.

Omakotialueen ja kaivoksen asuntoalueen välinen maasto on suunniteltu leikki-, urheilu- ja puistoalueeksi. Tälle alueelle on varattu paikka myös myöhemmin mahdollisesti rakennettavaa urheilu- ja kerhotaloa varten. Yhtiön asuntoalueella asuu n. 35 % henkilökunnasta, lähinnä virkailijoita ja toimihenkilöitä sekä sellaista erikoismiehistöä, jota hälytysluontoisesti joudutaan kutsumaan töihin.

Henkilökunta

Yhtiön kirjoissa oleva työvahvuus on 270 henkeä, josta 20 % virkailijoita ja toimihenkilöitä. Lisäksi käytetään ulkopuolista korjaus- ja rakennustyövoimaa tarpeen mukaan. N. 75 % henkilökunnasta on paikkakuntalaisia. Heidät on jo rakennusvaiheen aikana yhtiön eri laitoksissa koulutettu käyttömiehistöksi.

Tuotanto

Koska malmiesiintymä ulottuu maanpintaan, oli luonnollista alkaa tuotanto avolouhinnalla. Toisaalta malmin ulottuessa jopa 400 m syvyyteen saakka, joudutaan ennenpitkää siirtymään myös maanalaiseen louhintaan. Siksi kaivos on saatettu yleisten valmistavien töiden puolesta valmiiksi jo rakennusvaiheessa. Koska avolouhinta ja maanalainen louhinta ovat vähitellen samanaikaisesti käynnissä, hoidetaan avolouhosmalmin kuljetus ja käsittely jo alusta alkaen samoissa laitteissa kuin myöhemmin maanalaisen louhinnan tullessa kysymykseen. Avolouhosken sivukivi kuljetetaan dumpereilla suoraan maanpinnalle hylkykivikasaan.

Vuosituotanto on 600 000 tonnia malmia. Lisäksi louhitetaan sivukiveä keskimäärin n. 400 000 tonnia, joten kokonaisnosto on n. 1 milj. tonnia.

Malmi sisältää n. 75 % arvoaineita. 600 000 tonnin vuosituotannosta saadaan 420 000 tonnia rikasteita:

- 360 000 tonnia rikkirikastetta
- 37 000 » sinkkirikastetta
- 23 000 » kuparirikastetta

Rikkirikaste kuljetetaan Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaille erityisellä malmijunalla, joka kulkee kaksi kertaa päivässä vieden päivittäin n. 1 000 tonnia rikkirikastetta. Kuparirikaste viedään junalla Outokumpu Oy:n Harjavallan sulatolle ja sinkkirikaste Kokkolan sataman kautta ulkomaille.

Malmiesiintymän geologia

Fil.maist. O. Helovuori, Outokumpu Oy, Pyhäsalmi

Ympäristön kivilajit

Pyhäsalmen malmi sijaitsee ns. botnialaisessa muodostumassa Savon liuskejakson pohjoisosassa. Malmin ympäristön suprakrustisia kivilajeja ovat kiilleliuskeet, kvartsiitit ja emäkiset, osittain amfiboliittimaiset tuffiitit. Infrakrustisia kivilajeja ovat amfiboliittimaiset gabrot ja mikrokliinigraniitit. Juonikivinä tavataan diabaaseja, plagioklaasiporfyyriittejä, pegmatiitteja ja apliitteja.

Metamorfisiin kivilajeihin kuuluvat amfiboliitit, sarvivälkegneissit, kiillegneissit, muskoviittipitoiset kiillegneissit, kordieriitti- ja kordieriitti-antofylliittigneissit. Metasomaattisesti muuttuneisiin kivilajeihin on luettava serisiittiliuskeet ja eräät serisiittikvartsiitin muunnokset. Sarjan kivilajeissa on vaihtelevasti granaattipitoisuutta. Malmi sijaitsee vahvasti serisiittityneiden kvartsiittien ja kordieriittigneissien jaksossa, jossa serisiittimuodostuksen ohessa on tapahtunut myös voimakasta kloriittiumutusta. Tämä johtohorisontti kapenee malmin eteläpäässä osittain migmatiittisten kiille- ja sarvivälkegneis-

sien sekä amfiboliittisten kivilajien tullessa vallitseviksi. Pohjoiseen päin on kairaamalla seurattu johtohorisontin kivilajeja n. 1 900 m päähän tunnetusta malmin pohjoispäästä.

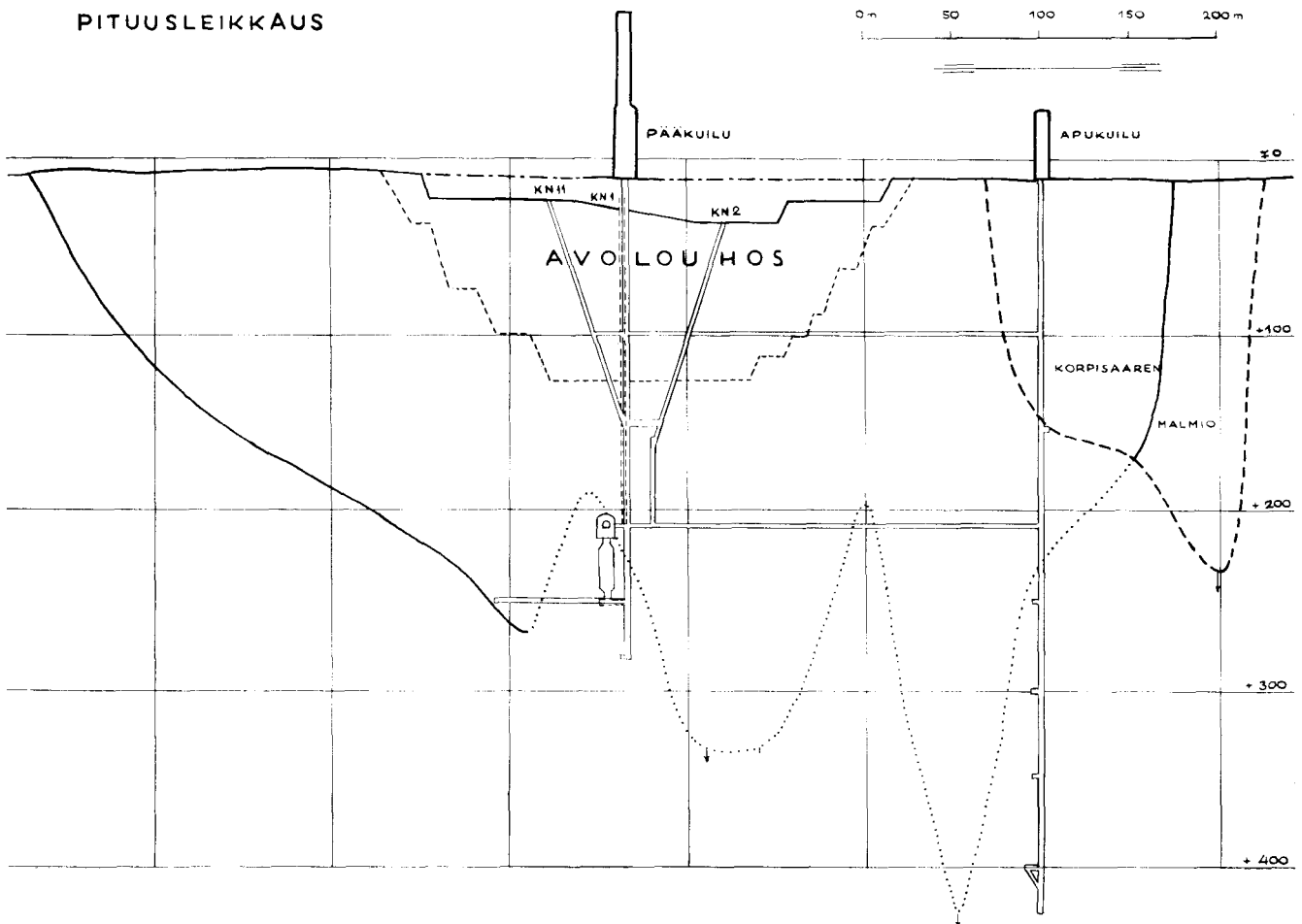
Liuskeisuuden kulku malmimuodostuman pohjoisosassa on N 40 E ja kaade n. 80° SE, eteläpuolella N 10—15 E kaateen ollessa 80° SE tai 90°. Venymähavainnot ovat S 30 E, 35—40°. Voimakas vaakarakoilu, poikittaisrakoilu, liuskeisuuden mukainen ja diagonaalinen rakoilu ovat vallitsevina sekä muodostuman pintaosissa että kaivoksessa.

Malmimuodostuma

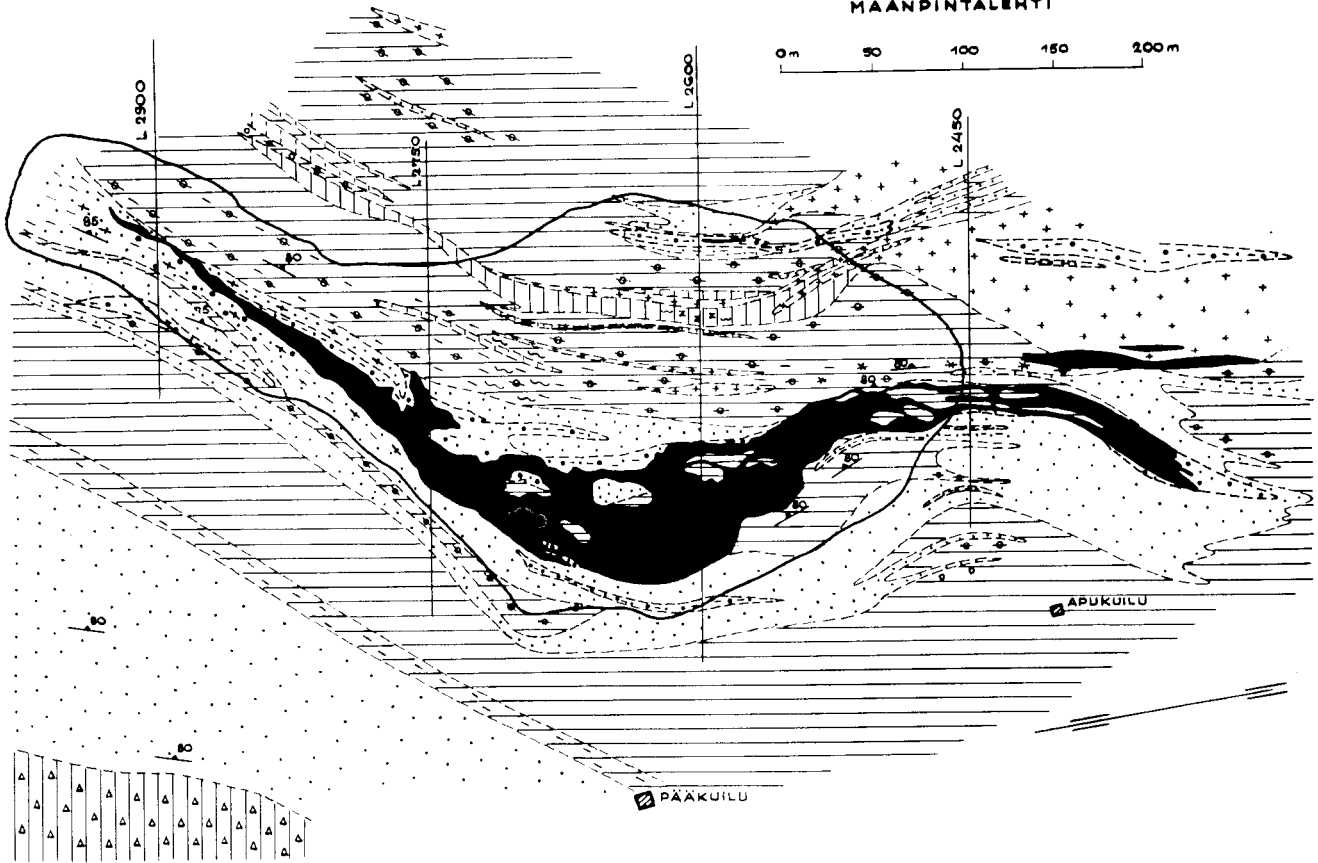
Malmi sijaitsee serisiittikvartsiittihorisontissa. Suurissa piirteissä se rajoittuu konformisti sivukiviin. Paikoin esiintyy sivukiviä leikkaavia kiisujuonia, joilla on yhteys päämalmiin. Päämalmistä erillään olevia pieniä rinnakkaismalmoita on todettu esiintyvän. Kompaktin kiisu-

Kuva 1.

PITUUSLEIKKAUS

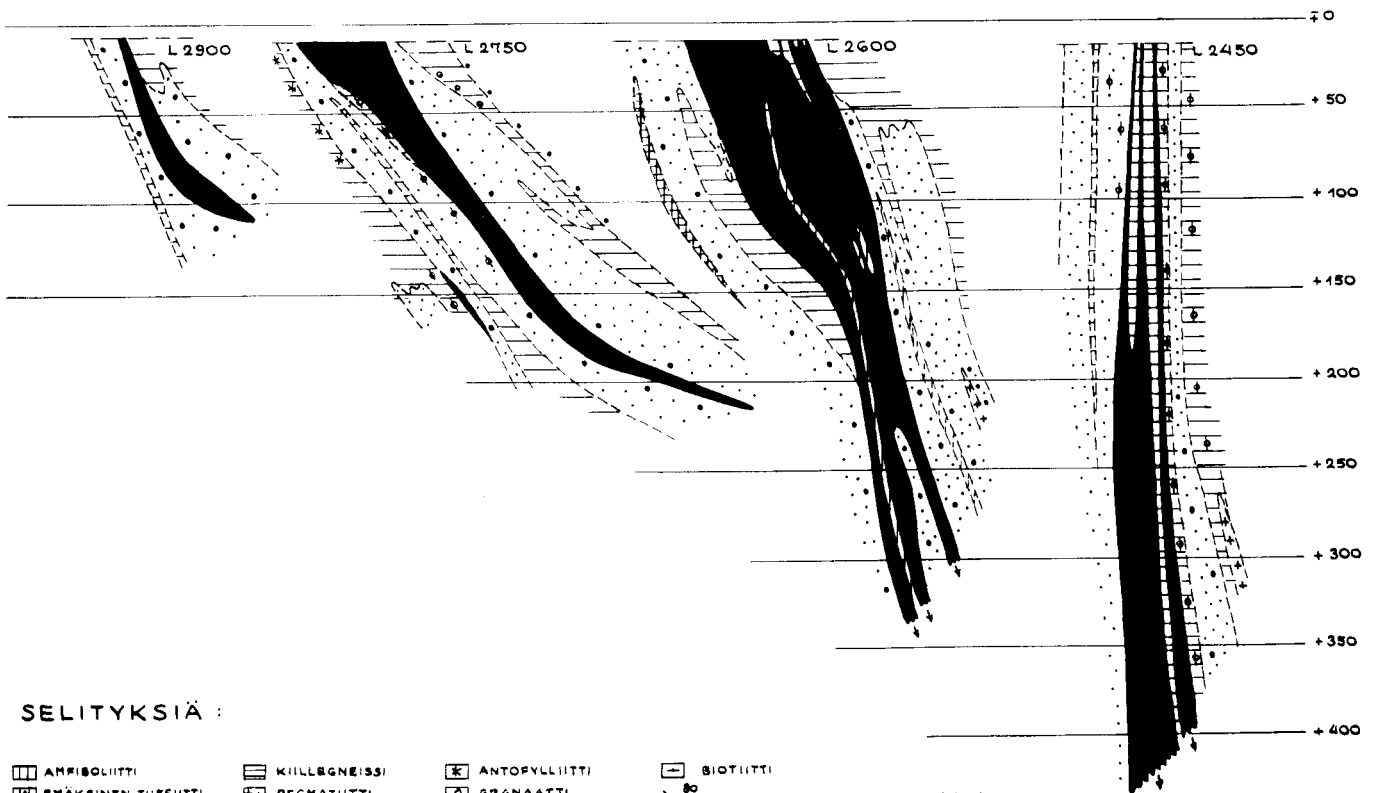


GEOLOGINEN KARTTA
MAANPINTALEHTI



POIKKILEIKKAUKSIA

0m 50 100 150 200m



SELITYKSIÄ :

AMPHIBOLIITTI	KILLEGNEISSI	ANTOFYLLIITTI	BIOTIITTI
OHÄK SINEN TUFFIITTI	PEGMATIITTI	GRANAATTI	LIUSKAI SUUDEN KULKU JA KAADE
KIILLELIUSKE	MALMI	SERISIITTI	
KVARTSIITTI	KII SUPIROTE	KLORIITTI	
SARVIVÄLKEGNEISSI	KORDIERIITTI	HIERTYNYT	

malmin raja sivukiviin on yleensä jyrkkä, vaikkakin kontaktien katto- ja jalkapuolella sivukivissä on eräissä kohdissa kymmenienkin metrien paksuisia pyriitti-impregnaatiovyöhykkeitä. Heikon pitoisuutensa vuoksi nämä kiisurikastumat eivät ole louhintakelpoisia. Malmissa on breksiamalmin piirteitä. Siinä esiintyy paikoin runsaastikin sulkeumia, jotka ovat osittain särnikkäättä, osittain pyörityneitä sivukivien murtokappaleita. Kookkaimmat ovat suunnittuneet malmin pituussuunnan mukaisesti. Murtokappaleiden rajoilla ja raoissa on usein kuparikiisu- ja lyijyhohdejuonia. Malmilla on juovainen rakenne, joka johtuu sinkkivälkkeen paikottaisesta rikastumisesta nauhamaisiksi, malmin pituussuunnan mukaisiksi kerroksiksi. Ottamatta lukuun sivukivisulkeumien rajoja on tilastollisesti todettu, että eniten kuparikiisua on rikastunut malmin jalka- ja kattokontaktin läheisyyteen.

Pohjois- ja eteläpäättä kohti kapenevan n. 650 m pituisen malmin suurin leveys on puhkeamassa 75 m. Pohjoisosassa malmin kaade loivenee syvemmällä n. 60° kaakkoon viettäväksi, mutta eteläpäässä se on miltei pysty.

Pyhäsalmen malmi on karkearakeinen pyriittimalmi,

jossa rikkikiisukiteiden välissä on sinkkivälkettä, kuparikiisua ja harmeminaaleja. Viimeksi mainituista ovat yleisimmät bariitti, kvartsi ja kiilteet. Satunnaisia malmineraaleja ovat magnetiitti, lyijyhohde, magneetikiisu, arsenikiisu, molybdeenihohde, tennantiitti, andoriitti, geokroniitti, jordaniitti, hessiitti, elektrumi ja metallinen kulta. Malmin hapettuneissa osissa on markasiittia, alhaisen lämpötilan kalkosiittia, kovelliinia, boriittia ja erilaisia vesiliukoisia sinkki-kupari-rautasulfaatteja. Malmin bariittipitoisuus vaihtelee. Se on yleensä runsain malmin sinkkivälkerikkaissa osissa. Sinkkipitoisuuden voimistuminen malmissa aiheuttaa havaintojen mukaan kuparimäärän laskua. Paikoin malmi on koostumukseltaan miltei pelkkää pyriittiä. Joskin malmimineeraalirakeet ovat suurimmaksi osaksi toisistaan erillään, on rikkikiisussa satunnaisesti magneetikiisu- ja kuparikiisusulkeumia, kuparikiisussa sinkkivälkesuotautumia ja sinkkivälkkeessä magneetikiisua sulkeumina.

Päämalmin kaakkoispuolella, n. 10 m—20 m päässä on erillinen, heikosti kuparikiisupitoinen magneetikiisumalmio, jota sanotaan Korpisaaren malmioksi. Sen kulku on N 10 W, kaade pysty ja pituus n. 130 m. Korpiisaaren malmion tutkimukset ovat kesken.

Kaivos

Dipl.ins. Risto Myyryläinen, Outokumpu Oy, Pyhäsalmi

Kaivoksen avaaminen

Kaivoksen pääkuilun kaulusosa louhittiin elokuussa 1959. Kauluksen valun, tornin ja murskaamon rakentamisen sekä ajossa tarvittavien sähkölaitteiden ja koneiden asennuksen jälkeen aloitettiin varsinainen kuilunajo maaliskuun lopussa 1960. Runsaasti vettä johtavat liikuntavyöhykkeet häiritsivät paikoitellen pahasti ajoa, joka saavutti pohjasyvyyden +282 m seuraavan vuoden helmikuussa. Välittömästi lopullisten puujohteiden asennuksen jälkeen — kuilun ajo tapahtui köysijohteita käyttäen — ajettiin pääkuilusta malmiota kohti johtavat perät +250-, +210-, +150- ja +100-tasoilla, louhittiin malmisäiliö, murskaamo ja muuntoasema sekä murskaamosta avolouhokseen johtavat kaatonousut. Myös näitä työvaiheita häiritsivät paikoittain esiintyvät paineenalaiset vesivuodot, joiden tukkiminen injektioimalla oli vaikeaa etenkin pitkissä nousuissa. Kaluston vapaututtua pääkuilulta ryhdyttiin apukuilun sekä kuilujen välisen yhdysperän ajoon kaivoksen tuuletuksen järjestämiseksi. +210-tason murskaamon ja muuntoaseman sekä +250-tason hihnakanaalin rakennus- ja asennustyöt saatiin toteutetuksi vesivaikeuksien kiristämisen aikataulun puitteissa, ja malminantoyhteys oli valmis 1.3.1962 ennakkosuunnitelmien mukaisesti.

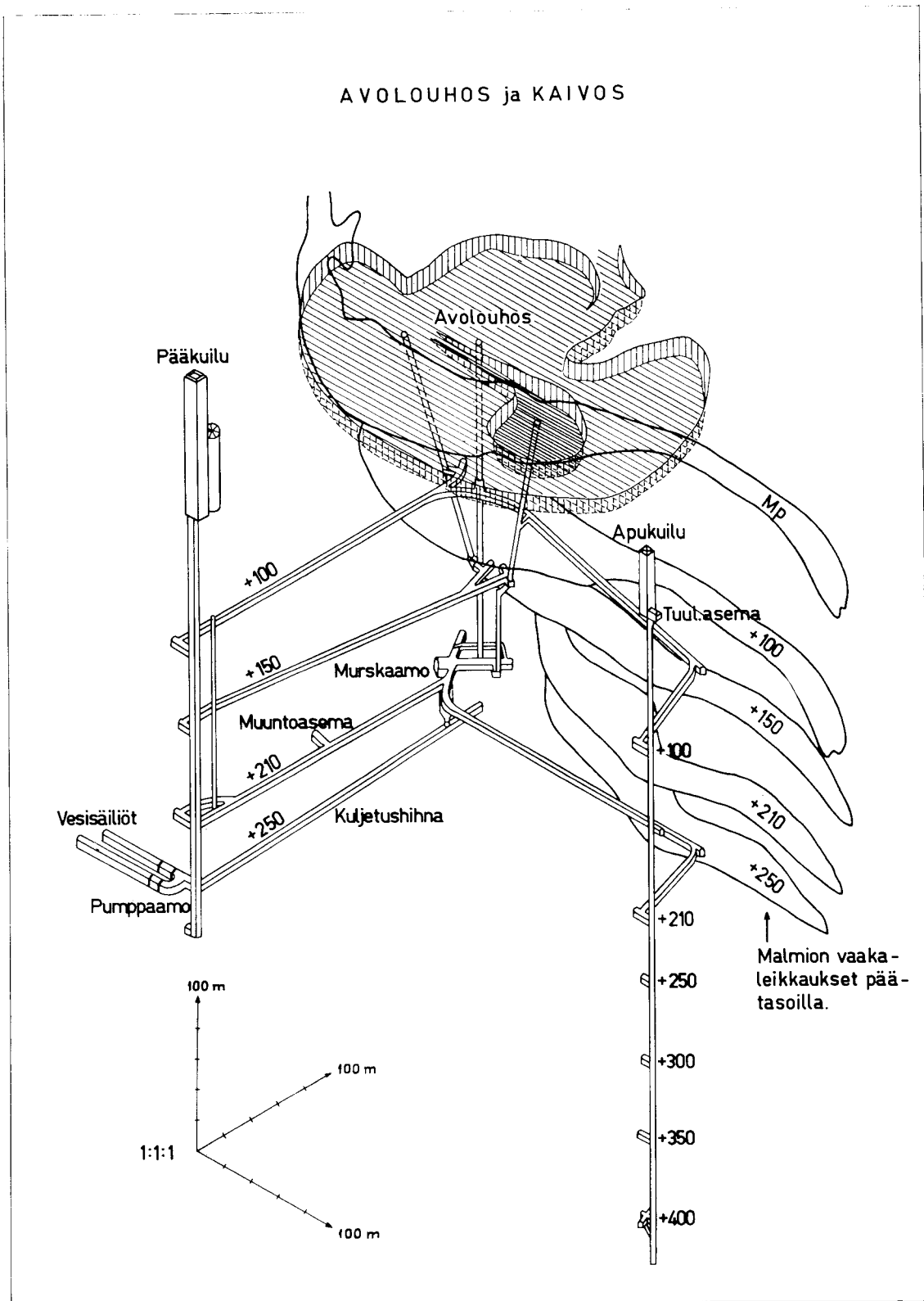
Ensimmäisten rakennusvaiheiden aikana suoritettiin avolouhosalueen maanpoisto, 498000 kiintokuutiometriä,

ja louhittiin sivukiveä täyttötarpeisiin, teiden pohjaksi ym. 104 000 kiintokuutiometriä.

Kuilut ja nostolaitteet

Kaivoksen pääkuilu sijaitsee malmion paksuimman osan kohdalla jalkapuolella noin 100 m:n etäisyydessä malmion yläreunasta. Se on 8" × 8" (osittain 8" × 9") puukehikoin rakennettu; kehikkojen ulkomitat ovat 4,6 × 4,1 m. Kehikot on suolakyllästetty yläpäässä 100 metrin syvyyteen asti. Kuiluprofiili ja nostokoneet ovat samanlaiset kuin Kotalahden kaivoksen keskuskuilussa, tosin peilikuvana (Vuoriteollisuus n:o 2 1960). Päänostokoneen malmikuorma on 10 t ja nostokapasiteetti +250-tasolta 230 t/h. Nostotornin korkeus on 90 m.

Apukuilu on sijoitettu malmion vertikaalisen eteläosan kohdalle 150 metrin etäisyyteen siitä. Kuilu on pyöreä (halkaisija 3,6 m.) ja rakentamaton, mutta tasovälillä -210 — +400 vahvistettu pultauksella ja ruiskurappauksella. Ajo on suoritettu ns. spiraalimenetelmällä. Ensimmäisessä ajovaiheessa oli tavoitteena tuuletusyhteys kaivoksen murskaamoon +210-tason kautta. Syyskuussa 1963 päättyneen toisen ajovaiheen pohja on +428 m, mikä antaa mahdollisuuden malmion alaosan jatkotutkimuksiin sekä maanalaisen louhinnan edellyttämien valmistavien töiden aloittamiseen lopullisten nostolaitteiden asennuksen jälkeen. Nostokone, jonka tarkoituksena on maanalaisista töistä tulevan



Kuva 1. Avolouhos ja kaivos.

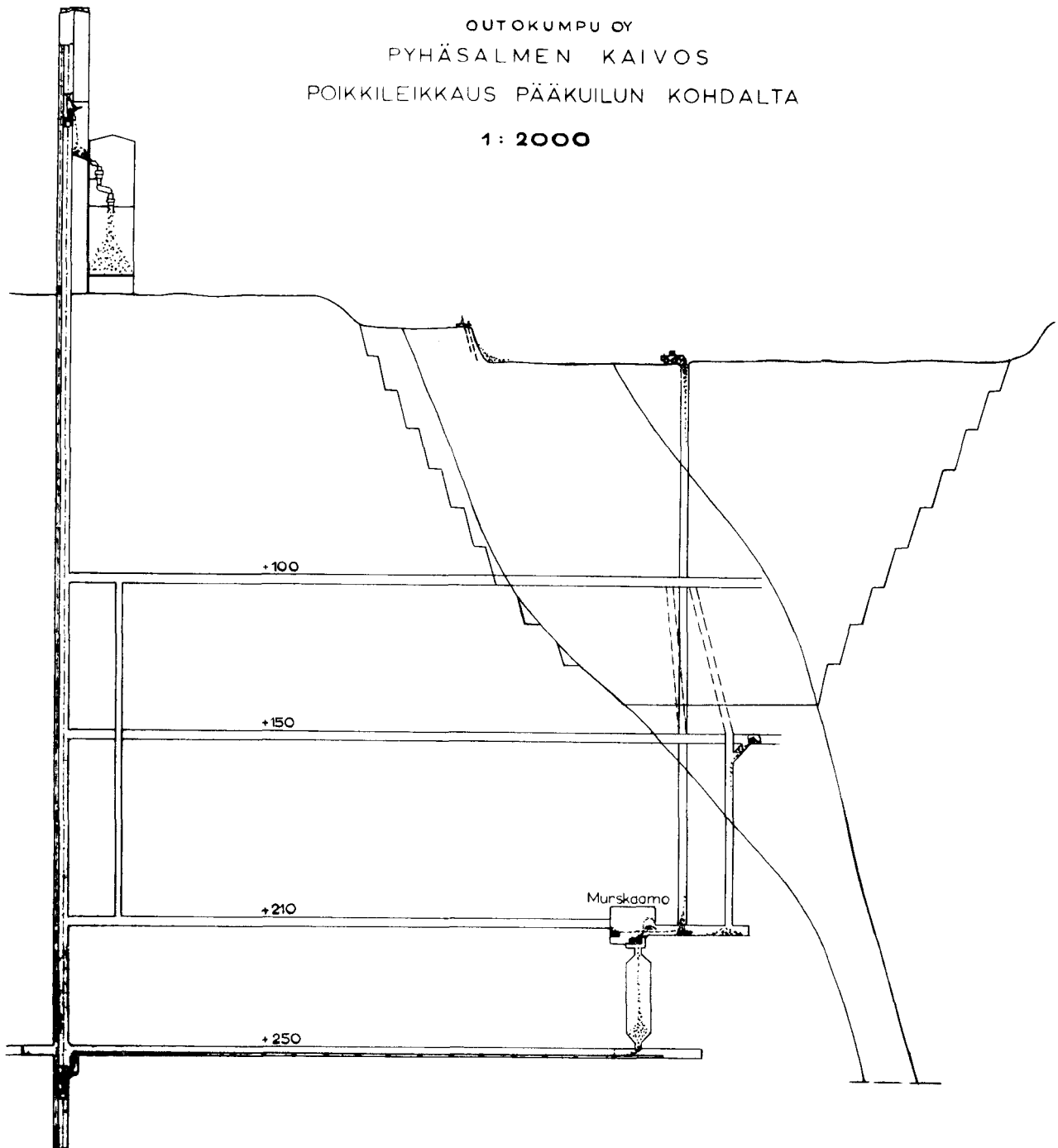
Fig. 1. Open pit and mine.

sivukiven nosto sekä henkilö- ja materiaali liikenne, on Asean valmistetta seuraavin tekniillisin arvoin:

kuorma	4 t
nopeus	5,7 m/sek.
moottoriteho	200 hv
rummun Ø	1,8 m
köysien luku	4 kpl
» Ø	22 mm

Koneessa on 3 jarruysikköä käsittävä levyjarru ja tasavirtamoottori (Ward-Leonard), ja johteina kuilussa 1 3/8" vahvuiset sinkityt ohjainköydet, joita kappaa ja hissi-koria varten on 4 kpl ja vastapainoa varten 2 kpl. — Apukuilun samoin kuin pääkuilunkin nostokoneiden valvonta- ja ohjauspisteenä on kaivoksen voimanjakokeskuksessa sijaitseva valvomo, joten nostokone miehiä ei tarvita.

OUTOKUMPU OY
 PYHÄSALMEN KAIVOS
 POIKKILEIKKAUS PÄÄKUILUN KOHDALTA
 1 : 2000



Kuva 2. Poikkileikkaus pääkuilun kohdalta.

Fig. 2. Cross section at main shaft.

Päätasot

Pääkuilusta avatuista tasoista on varsinaisiksi päätasoiksi suunniteltu +100- ja +210-tasot, joilla on myös molempien kuilujen välinen peräyhteys. Jälkimmäinen on lisäksi murskaamotaso. +150-taso on ollut tarpeen kaatonousujen ajoa ja kontrollointia varten ja sitä tarvitaan myös malmion loivan pohjoisosan louhinnassa. +250-taso on hihnakuilun- ja kippalastaustaso ja siellä on myös kaivoksen pumppuamo vesisäiliöineen. Apukuilussa on varauduttu alempien tasojen aukaisuun valmistavien töiden vaatimassa järjestyksessä.

Perät on ajettu Tampella T 10 CW-porakoneita sekä 50 hv:n raappoja, T2G-, LM-56- ja LM-100- lastauskoneita ja »skyteldumpereita» käyttäen. Lastaus- ja

kuljetuskaluston valinnassa oli ratkaisevana tekijänä perien lyhyt ajopituus, noin 200 m. Vesivuotojen vuoksi oli raappojen ja pehmeissä kivivyöhykkeissä myös T2G-lastauskoneiden käytössä hankaluuksia, mistä syystä vain +250-hiennakanaalitaso ajettiin loppuun asti kiskottomana, ja kahdelle muulle, alunperin kiskottomaksi suunnitelluille tasolle vaihdettiin radalla liikkuva ajokalusto.

Louhinta

Huomattava osa malmista (noin 6,5 milj. t.) voidaan ottaa avolouhintana. Avolouhos ulottuu tällöin malmion paksuimman eli keskiosan kohdalla noin 130 metrin syvyyteen, jossa malmin profiili ohenee ja muodostaa

rajan avolouhinnalle. Malmin ja raakun suhde avolouhinnassa tulee siten verraten edulliseksi, noin 1 : 1 tilavuuden mukaan laskettuna.

Avolouhinnan pengerkorkeus on 12—13 m. Louhinta-reikien läpimitta on 3"—3 1/2", kaltevuus 60—70°, etuja reikäväli noin 3,5 metriä. Poraus suoritetaan telaketjuilla liikkuvilla keskiraskailla Gardner-Denver ATD 3 000-porausvaunuilla, joissa on erillisellä rotaatiomekanismilla varustettu PR 123 J-porakone. Vaunuja on kaivoksessa kaksi, toinen malmin ja toinen sivukiven louhintaa varten. Porakalusto on ruotsalaista valmistetta. Tutkimusten mukaan on koneen teho malmissa noin 100 porometriä vuorossa. Käytännössä ovat keskimääräiset kuukausiarvot olleet 65—80 porometriä vuorossa, mikä keskimääräisen irroitustehon, 40 t/m, mukaan vastaa arkivuorokauden louhintaa, 2 500—3 000 t. Voimakkaan lustaisuuden ja pienemmän ominaispainon vuoksi on irroitusteho sivukivessä heikompi, 20—25 t porometriä kohti.

Pääasiallisena räjähdysaineena ammunnoissa on ammoniumnitraatti-polttoöljyseos. Alokepanoksena käytetään dynamiittia tai aniittia. Räjähdysaineen kulutus on malmin louhinnassa vaihdellut 80—110 g/t, sivukiven louhinnassa noin 100—120 g/t. Ukkosen aiheuttaman räjähdysvaaran vuoksi käytetään ammunnoissa ns. suurvirtanalleja.

Maan alla pyritään lähivuosina koelouhoksia avaamalla selvittämään kattokiven kestävyyttä ja kehittämään sopiva louhintamenetelmä. Kattokivenä on pääasiassa kvartsiitti, mutta se on monin paikoin vahvasti serisiittipitoinen ja ainakin pinnassa heikoksi rapautunut. Tarkoituksena on kokeilla välitasolouhintaa mahdollisesti ylimääräisiä tukipilareita jättäen. Aloitamalla maanalainen louhinta verrattain aikaisin pyritään lisäämään avolouhoksen ikää työvoimatarpeen tasoittamiseksi, tekemään mahdolliseksi avolouhoksen alaosan raakun käyttö maanalaisen louhostilojen jälkitäyttöön sekä eliminoimaan äkillisestä maan alle siirtymisestä aiheutuvat vaikeudet.

Lastaus ja kuljetus avolouhoksella

Sekä avolouhoksesta että maan alta tuleva malmi pudotetaan kaatonousujen kautta +210-tasolle rakennettavaan primäärimurskaamoon. Tähän ratkaisuun vaikuttivat seuraavat tekijät:

- avolouhoksesta ja maan alta tulevan malmin primäärimurskaukseen ja välisiirtoon ei tarvita eri laitteita, jolloin myös henkilötarve on mahdollisimman pieni;
- avolouhoksen syventyessä kalliiksi tuleva malmin pintakuljetus jää pois;
- vinonousujen avulla voidaan lyhentää malmin siirtomatkoja;
- murskattu malmi voidaan siirtää kuljetushihnalla edullisesti kuilulle.

Kaatonousuja on kolme; niiden läpimitta on 2,8 m ja kaltevuus 65°—90°.

Kaivoksen nykyinen lastaus- ja siirtokalusto käsittää allamainitut koneet, joista suurin osa oli käytettyjä Pyhäsalmen siirrettäessä:

- Michigan 375 A kauhakuormaaja, paino 28 t, 335 hv, kivikauha 3 m³
- 2 kpl Caterpillar 966 A kauhakuormaajia, 14,1 t, 140 hv, kivikauha 2 m³

- Eimco 126 FFL, telaketjukauhakuormaaja, paino 22,5 t, 205 hv
- 3 kpl Euclid TD 46 maansiirtovaunuja, kuorma 22 t, 300 hv
- 2 kpl Euclid FD 80 maansiirtovaunuja, kuorma 13 t, 165 hv

Caterpillar D7 puskutraktori, paino 16 t, 128 hv.

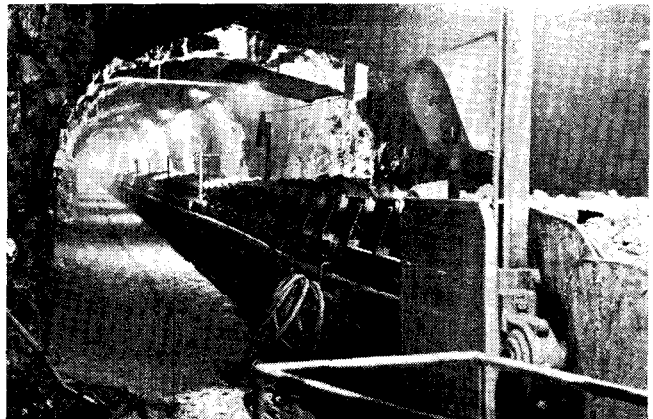
Sivukiven lastausta varten on vuokrattu 2—3 m³ kaivukone, jonka käyttöominaisuuksia samalla vertailaan omaan kalustoon. Myös kaivoksen oman lastaus- ja kuljetuskaluston täydentäminen on vireillä.

Vuosittain lastattava määrä on 1,5—1,7 milj. tonnia sisältäen 600 000 t malmia, keskimäärin 400 000 t, lähivuosina yli 500 000 t sivukiveä, joka on ajettava avolouhoksen takana olevalle alueelle, 400 000 t rikasteita junaan sekä rikasteiden siirtoja 100 000—200 000 t, alkuvaiheessa enemmänkin. Erilaiset lastaustarpeet ja lastaustehoihin nähden pieni hankintahinta olivat perusteina sille, että alkuvaiheessa hankittiin kumipyörillä liikkuvaa lastauskalustoa. Lähes kaksivuotisen käytön jälkeen voidaan todeta, että kauhakuormaajat on konstruoitu varsinaisia maansiirtotöitä varten, ja että kärkeen louhitun kiven, etenkin raskaan malmin (om.p. 4,4 t/m³) lastauksessa helposti syntyy vlikuormituksia, jotka nostavat korjauskustannuksia. Eräiden toimenpiteiden jälkeen, joista tärkeimpiä ovat olleet hydraulian maksimipaineen alentaminen, kauhojen muuttaminen kärkimallisiksi, rengaskokeilut sekä koneenkäyttäjien perusteellinen koulutuminen tehtäviinsä, ovat korjauskustannukset huomattavasti alentuneet. Kun otetaan lisäksi huomioon, että kumipyöräkoneilla suoritetaan myös lyhyitä siirtolastauksia noin 30 metriin saakka näyttää siltä, että tämä konetyyppi tulee säilyttämään paikkansa Pyhäsalmen lastauskalustossa, mahdollisesti rinnakkaisena kaivukoneen kanssa.

Murskaus ja maanalainen kuljetus

Malmin maanalainen primäärimurskaus on yksiasteinen. Sen teki mahdolliseksi malmin helppo murskautuvuus, mutta toisaalta oli varauduttava siihen, että murskain pystyy käsittelemään sulkeumista tulevan sitkeän sivukiven ja että tuote on riittävän hienoa automaattiseen

Kuva 3. Hihnakuuljetin +250-tasolla.
Fig. 3. Belt conveyor, +250-level.



hihnakuljetukseen ja nostoon sekä sekundäärimurskaukseen yhtiön vakiokokoisilla laitteilla. Murskaintyyppiä valittiin saksalainen Wedag-Einschwingenbrecher 1 200 × 1 500 mm, asetus 170 mm kitakulman ollessa noin 22°. Kone on varustettu hydraulikalla, joka tasoiittaa ylikuormituksen ja tekee mahdolliseksi sen käynnistämisen kita täynnä kiveä. — Tähänastiset kokemukset sekä yksiasteisesta murskauksesta että murskaimesta ovat myönteiset.

Murskaamon alapuolella on kallioon louhittu pyöreä malmissäiliö, läpimitta 8 m ja tilavuus 1 200 m³, joka vastaa 3 300 malmitonnia.

+250-tasolla on 1 metrin levyinen ja noin 200 metrin pituinen hihnakuljetin, jolla malmi siirretään kuilulle. Kuljetin tärysyöttiminen on kytketty nostokoneen automatiikkaan. Mittaus nostoa varten tapahtuu presduktor-vaa'an avulla punnitsevassa mittataskussa. Noston kapasiteetti on 230 t/h ja malminnosto tapahtuu, viikottaisia huoltovuoroja lukuunottamatta, kaksivuorotyönä.

Avolouhoksesta tulevat kaatonousut olivat alkuvaiheessa hyvin märät, minkä johdosta syntyi liejupurkauksia, ns. rössejä, sekä +210-murskaamotasolla, jossa malmi vedetään 100 hv:n raappavintturilla (Wolff) kaatonousujen alapäästä murskaimeen, että etenkin malmissäiliön alla hihnakuljetintasolla. Lisäinjektointien, nousujen lähelle vettä johtaviin vyöhykkeisiin kairattujen vedenpoistoreikien avulla, ja seisonta-aikojen pumppuamista tehostamalla on malmiin sekoittuva vesimäärä saatu oleellisesti vähennetyksi. Nykyisin on malmi kuivaa, kosteus noin 3 %, ja liejua esiintyy vain hetkellisesti seisauksien jälkeen. Nousut ovat silti edelleenkin niin märkiä, ettei niitä voida pitää malmin välivarastoina. Malmissäiliön ulosottoränniin +250-tasolle on konstruoitu sektoriluokku, jolla myös liejuisen kiven lastaus voidaan hallita.

Hihnakuljetus on osoittautunut tarkoituksenmukaiseksi ja halvaksi, ja se on toiminut hyvin nostokoneen automatiikkaan kytkettynä. Toistuvien käynnistysten vuoksi on 22 kW:n käyttömoottori erikoisrakenteinen ja varustettu hydraulisella kytkimellä. Kuljetusta ja lastausta valvoo kummassakin vuorossa yksi mies.

Sähkövoima ja paineilma

Kaivoksen päämuuntoasemalta saadaan sähkövoima 6 kV välijännitteisenä +210-tason, nostotornin ja apukuilun muuntoasemiin, joissa se muunnetaan 380 V käyttöjännitteiseksi. Muuntajien koko on 500 kVA. Palovaaran vähentämiseksi ovat kaivoksessa ja torneissa olevat muuntajat Clophen-täytteisiä.

Kompressoriasema on kaivoksen voimakeskusrakennuksessa. Sen koneina on kaksi synkronimootoreilla (Strömberg) varustettua Atlas-Copco ER-8 kompressoria, à 63 m³/min, sekä ns. sunnuntaipäivystyskoneena AR-3L. Kompressorien jäähdytysveden lämpö käytetään pesuveden ym. lämmitykseen. Varakoneena on kaivoksessa lisäksi dieselkäyttöinen vaunualustainen Holman Rotair 600.

Voima- ja ohjauskaapelit sekä putket on sijoitettu teollisuusalueen pihan ali kulkevaan kanaaliin sekä avolouhokselle ja apukuilulle johtaviin betonitorviin, jossa niiden kuntoa voidaan seurata sekä tehdä tarpeelliset muutostyöt.

Tuuletus ja vedenpoisto

Apukuilun yhteydessä on tuuletusasema, jossa on PMH-160-6-tyyppinen potkuripuhallin, jonka kapasiteetti on 100 000 m³/h 105 mm VP. Toista samankokoista puhallinta varten on varattu tila. Tehokkaalla tuuletuksella on haluttu varmistautua kompaktin kiisumalmin, erityisesti pyriittipölyn aiheuttamia palo- ja räjähdysvaaroja sekä mahdollista happivajausta vastaan. Ensiksi mainittuun liittyy myös puutavaran välttäminen maan alla märkiä kuiluja lukuunottamatta. Pakkaskausia varten on tuuletusasemalla kaksi Thermobloc-lämminilmakehittintä yhteiskapasiteetiltaan 540 Mkal/h.

Puhdas tuuletusilma ohjataan +210-tason kautta murskaamoon, josta se painaa malmin pudotuksessa syntyvän pölyn kaatonousujen kautta ylös. Tarvittaessa voidaan ilmaa johtaa kaatonousuihin myös +100-tason kautta jäänmuodostuksen estämiseksi niiden yläpäässä. Pääkuilu on erotettu sulkuovilla ilmankierrosta.

Vedentulo kaivokseen on suhteellisen runsasta maanalaisten tilojen kokoon nähden, noin 1 500 l/min. Vesi kerätään +250-tasolla sijaitsevaan kaksikaariseen säiliöön, jonka tehollinen tilavuus on n. 1 400 m³. Pumppuaminen on automatisoitu huipputehon valvontajärjestelmän puitteissa. Sitä valvotaan ja voidaan ohjata maanpäällä olevasta valvomosta, jossa on myös keräyssäiliön vesitilanteen osoittava mittari. Poistoputkessa on mitauslaite, jonka avulla myös pumppujen nostotehoa ja pumputtua vesimäärää pystytään seuraamaan valvomosta.

Pumppuasemalla on 5 kpl 6 AV 60 T2 pumppuja (Serlachius), joista 1 on varapumppuna. Pohjapumppuina on Gründer M 350 säiliöpumput. Kuilunajossa ja satunnaisissa pohjan tyhjennyksissä käytetään paineilamalla pyöriviä VP-8 pumppuja (Gardner-Denver).

Henkilöstö ja tuotanto

Geologi- ja kaivososastojen henkilökunta on yhteensä 78 ja se jakautuu seuraavasti:

toimihaltijat

geologi ja insinöörit	4
työnjohto, tutkimus, turvall.	8
mittaus, kartat, kirjuri	4
	16

työntekijät

avolouhos	26
murskaus, hihnakuljetus	4
pumppuaminen, injektointi, puhd.	8
valmistavat työt	15
mittaus, syväkairaus, turvall.	5
siivoojat	2
poissaolot	2
	62
	Yht. 78

Vuosilouhinta on 600 000 t malmin ja keskimäärin 400 000 t sivukiveä eli yhteensä 1 000 000 t.

Rikastamo

Dipl.ins. L. O. Haapala, Outokumpu Oy, Pyhäsalmi

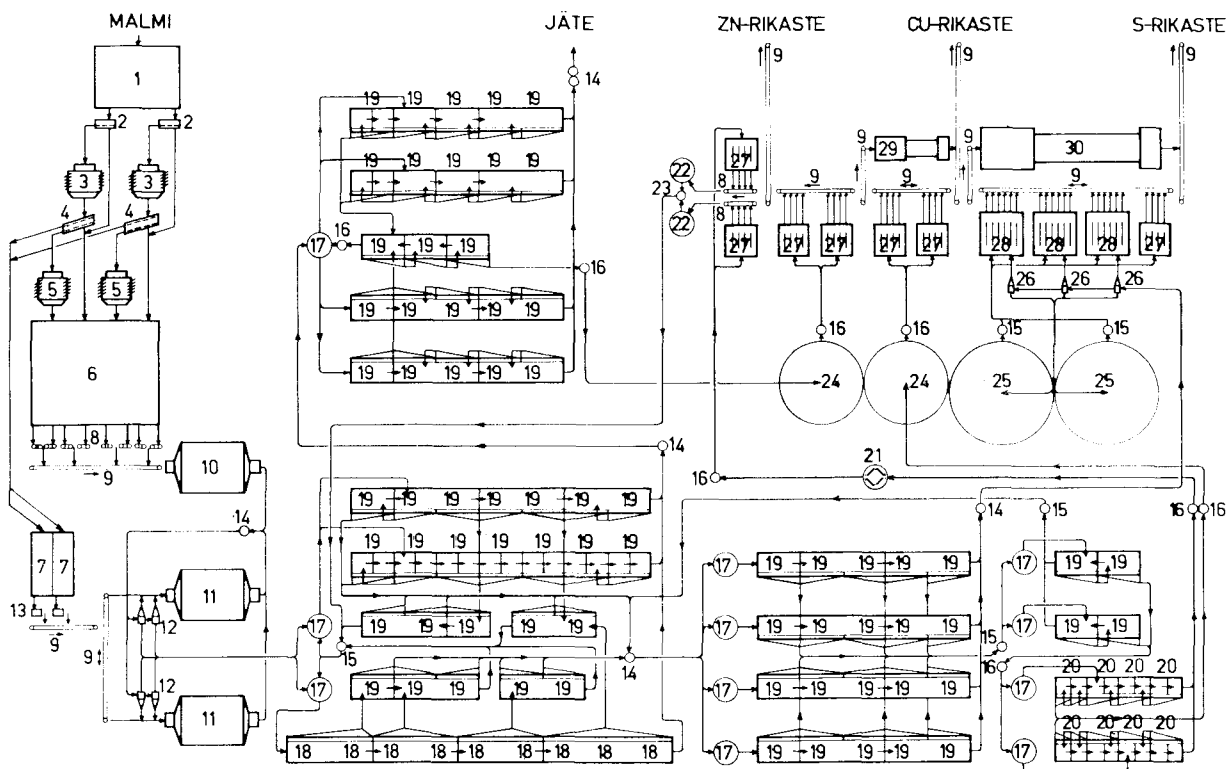
Malmin rikastusominaisuudet

Pyhäsalmen malmissa on eräitä erikoispiirteitä, jotka vaikuttavat sen rikastukseen. Sellaisia ovat mm.:

- malmin korkea ominaispaino 4,4;
- malmin suhteellisen hauras rakenne, joka helpottaa murskausta, mutta vaikeuttaa malmillajauhatusta tekemällä palamalmiin saannin epävarmaksi;
- raakkusulkeumat, joiden sisältämä puhdas raakku rikastuu palamalmiin ja vaikuttaa sen jauhatuskyykyyn;

- pyriittirakeiden suuri kuluttavuus ja vaikea jauhattavuus;
- puhtaaksijauhatuksen vaatima hieno jauhatus;
- rikasteiden suuri ja jätteen pieni osuus malmista;
- pyriitti ei sisällä kuparikiisu- eikä sinkkivälkesulkeumia merkittävinä määrinä;
- malmin pintaosiin on hapettavissa olosuhteissa syntynyt lähinnä kiteiden rajapinnoille sekundäärisiä mineraaleja, kalkosiittia, kovelliinia ja borniittia, sekä vesiliukoisia kuparin, sinkin ja raudan sulfaatteja

RIKASTUSKAAVIO

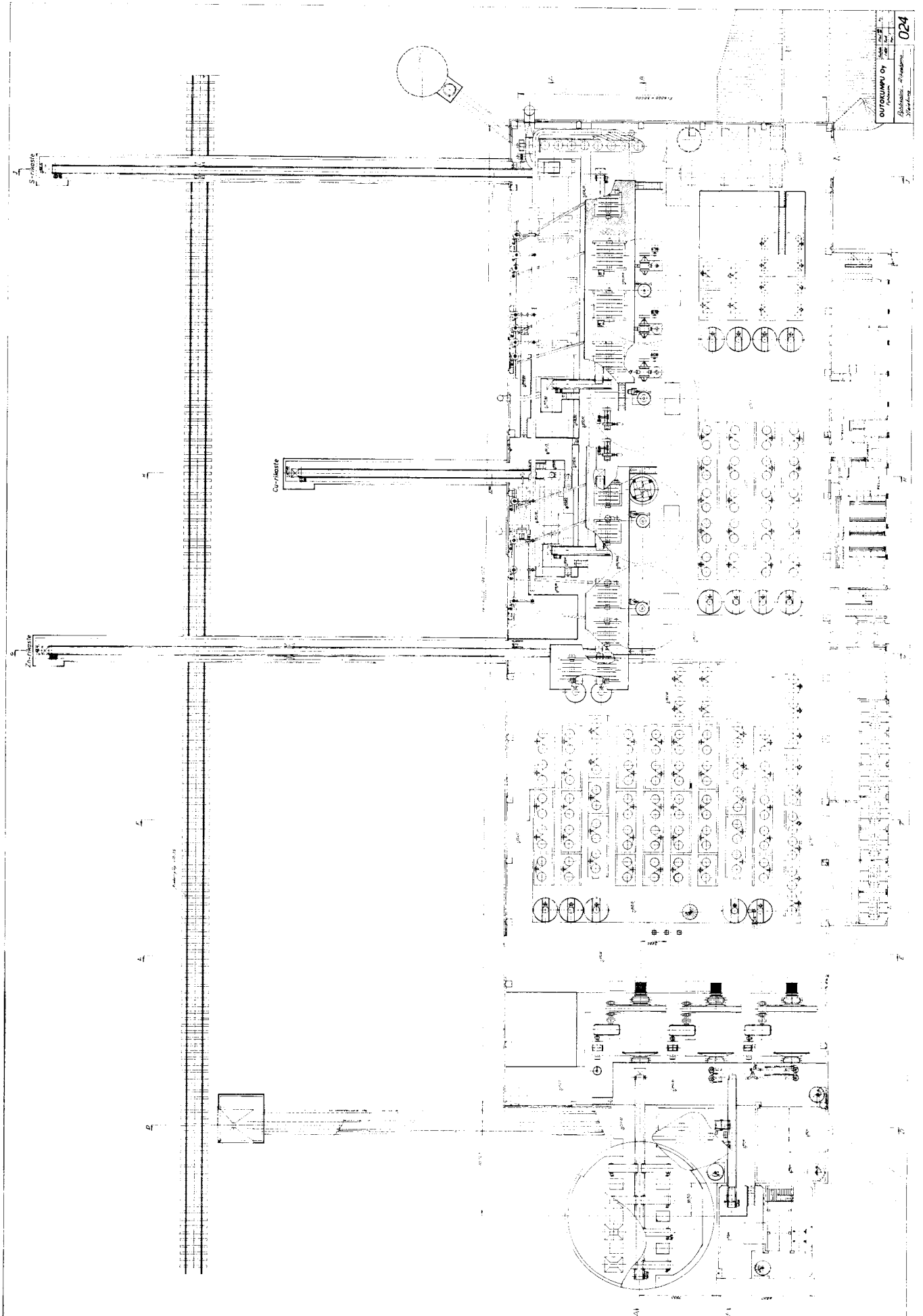


Kuva 1. Rikastuskaavio.

Fig. 1. Flow-sheet of concentration.

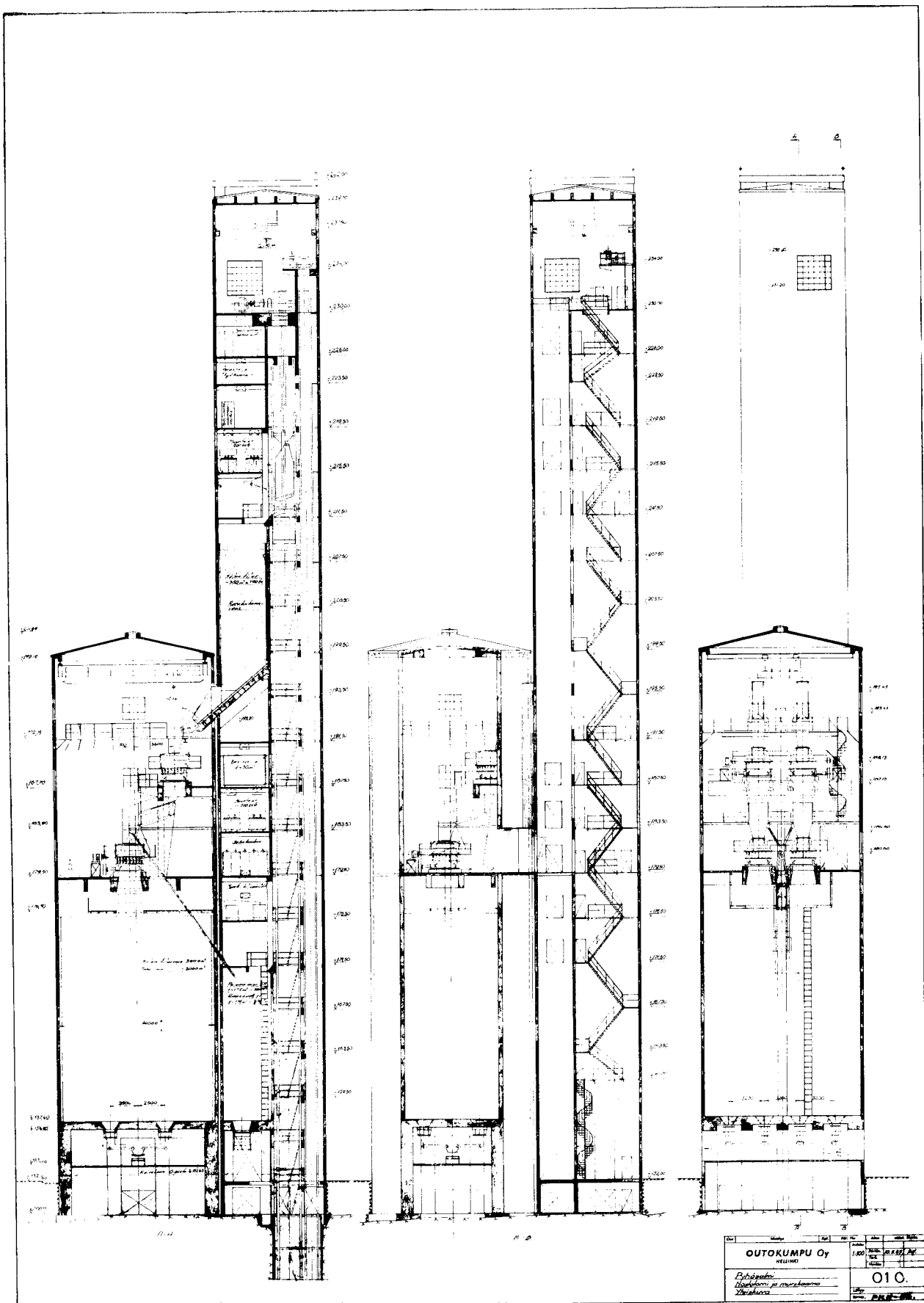
- | | |
|--|------------------|
| 1. Tornisiilo — Tower bin | 770 t |
| 2. Täräsyötin — Vibrating feeder | 1000 × 1500 mm |
| 3. Kartiomurskain — Cone crusher | Symons St 5 1/2' |
| 4. Täräseula — Vibrating screen | 1000 × 3000 mm |
| 5. Kartiomurskain — Cone crusher | Symons SH 5 1/2' |
| 6. Malmisiilo — Ore bin | 5000 t |
| 7. Palamalmisiilo — Lump-ore bin | 350 t |
| 8. Hihnasyötin — Conveyor feeder | |
| 9. Hihnakuuljetin — Conveyor belt | |
| 10. Primäärimylly — Primary mill | ∅ 3,2 × 4,5 m |
| 11. Sekundäärimylly — Secondary mill | ∅ 3,2 × 4,5 m |
| 12. Sykloniluokitin — Cyclone classifier | ∅ 500 mm |
| 13. Täräsyötin — Vibrating feeder | 600 × 1500 mm |
| 14. Lietepumppu — Slime pump | LP — 150 |
| 15. Lietepumppu — Slime pump | Hydroseal B |

- | | |
|---|-------------------|
| 16. Lietepumppu — Slime pump | Hydroseal A |
| 17. Valmennin — Conditioner | 10 m ³ |
| 18. Vaahdotuskennoyksikkö — Unit flotation cell | Agitair 48" × 48" |
| 19. Vaahdotuskennoyksikkö — Unit flotation cell | OKKO-3 |
| 20. Vaahdotuskennoyksikkö — Unit flotation cell | OKKO-1,5 |
| 21. Lokerosakeutin — Cell thickener | 6 m ³ |
| 22. Valmennin — Conditioner | Sala BPV-350 |
| 23. Lietepumppu — Slime pump | ∅ 8 m |
| 24. Sakeutin — Thickener | ∅ 10 mm |
| 25. Sakeutin — Thickener | |
| 26. Syklonisakeutin — Cyclone thickener | |
| 27. Kiekkosuodatin — Disk filter | ∅ 6' |
| 28. Kiekkosuodatin — Disk filter | ∅ 8 1/2' |
| 29. Rumpukuivain — Drum drier | ∅ 1700 × 7000 mm |
| 30. Rumpukuivain — Drum drier | ∅ 2800 × 20000 mm |



Kuva 2. Rikastamon pohjapiirros.

Fig. 2. Ground plan of the concentrating plant.



Kuva 3. Nostotorni-murskaamo.

Fig. 3. Headframe and crushing plant.

Yleistä

Rikastamo on tasorikastamo, jossa kaikki koneet pumpuja lukuunottamatta ovat yhdeltä tasolta valvottavissa ja samojen nosturien vaikutuspiirissä. Murskaamo on sensijaan tornimurskaamo, jossa malmi putoaa käsittelyvaiheesta toiseen, niin että erillisiä kuljetuslaitteita ei tarvita.

Murskaamon teho on sama kuin nostoteho eli n. 250 t/h.

Itse rikastamon normaalisyöttö on 78 t/h primääri-jauhatuskeskukseen ja 5 t/h palamalmia eli 83 t/h, joka vastaa 2 000 tonnin vuorokausitehoa.

Koneiden käynnistys ja pysäytys on ryhmitelty koneistojen hoitajien työkentän mukaisesti valvontauluihin. Suotimet voidaan kuitenkin ohjata myös koneen vierestä. Hihnakuljettimille on kanaaleissa erillisiä pysäytysnappeja.

Sähköenergian käyttö on n. 35,0 kWh/t.

Veden kulutus on n. 360 m³/h eli 4,3 m³/t.

Murskaus

Murskaukseen on käytettävissä kaksi identtistä Symons-linjaa, joissa kummassakin on 5 1/2' Standard- ja 5 1/2' Short Head murskain avoimessa piirissä niiden väliin sijoitetun seulan kanssa.

Murskauspölyn säleikköpohjaiset syöttimet on varmistettu painoverhoilla ja sektoriluukuilla.

Kaksitasoisen seulan parhaaksi materiaaliksi on osoittautunut kangasvahvisteinen kumi, jonka kulutuskestävyys ja aukipysyminen on ylivoimainen teräsverkkoon verrattuna. Seula-aukkojen mitat ovat yläseulassa 40 × 80 mm, alaseulassa 20 × 40 mm. Malmi on erittäin vaikeasti seulottavaa, koska se melko kuivanakin takertuu seula-aukkoihin.

Murskaustavoite on 100 % alle 25 mm.

Pölynpoistolaitteiden teho on 24 000 m³/h.

Murskauksen energiankulutus on 0,75 kWh/t.

Kartiomurskaimien vuorausosat ovat tähän mennessä kestäneet jo n. 500 000 tonnia, joka sekin todistaa malmin helpon murskautuvuuden.

Murskaamossa työskennellään normaalisti kahdessa vuorossa. Yksi mies vuorossa hoitaa koko murskaamon.

Koneiden huoltoa varten on 10 tonnin nosturi.

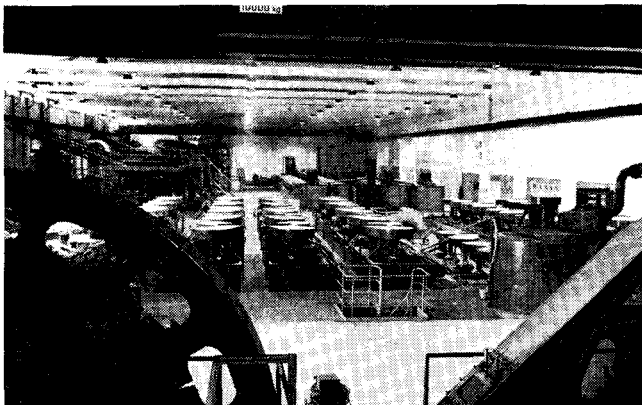
Jauhatus

Pyhäsalmen jauhimo suunniteltiin niiden tulosten perusteella, joita oli saatu Valtion teknillisessä tutkimuslaitoksessa ja Outokummussa suoritetuista laboratoriotutkimuksista sekä Vihannin ja Outokummun rikastamoissa tehdyistä käyttömittakaavaisista jauhatuskokeista.

Jauhatuspiiri on tavanomainen; primäärimylly avoimessa ja kaksi sekundäärimyllyä sulkeispiirissä sykloni-

Kuva 4. Yleiskuva rikastushallista.

Fig. 4. General view of the concentrating hall.



luokittimien kanssa. Kaikki myllyt ovat samankokoisia. Primäärimyllyn kierrosluku on 15,0 k/min, sekundäärimyllyn 18,0 k/min. Myllyjen suuri koko sallii alhaisten kierroslukujen käytön, joka erittäin kuluttavaa malmia jauhettaessa on varteenotettava etu. Primäärimyllyn moottori on 500 kW, sekundäärimyllyjen 475 kW. Jokaisella myllyllä on oma muuntaja, 6000/400 V.

Myllyissä oli alunperin Ni-hard-vuoraus, primäärimyllyn Mn-teräksistä päätyvuorauksista lukuunottamatta. Täydellisen Ni-hard-vuorauksen kokeilu myös primäärimyllyssä on käynnissä. Jauhatusalettia myllyt oli vuorattu ylityyppisiksi. Keväällä 1963 vuorattiin toinen sekundäärimylly kumilla arinamyllyksi. Arina oli aluksi varustettu Ø 4 mm rei'illä, mutta tukkeutumisen vuoksi oli reiät muutettava 4 × 30 ja 6 × 30 mm raoiksi.

Sykloniluokittimia on yhteensä neljä kappaletta. Kaksi on yhdistetty kummankin malmilietepumpun paineputkeen. Ne on vuorattu kumilla. Jokainen sykloni voidaan erottaa piiristä paineilmaakäyttöisellä letkuventtiilillä.

Jauhatuspiirin lieteputkisto on joko kumioitu tai kumiletkaa.

Jauhimon 10 tonnin huoltonosturia voidaan käyttää koko rikastamossa.

Primäärimyllyssä on jauhinväliaineena käytetty pääasiassa Ø 3" tankoja. Jauhatusalettia on myös jonkin verran kokeiltu. Koska jo primäärijauhatus kohdistuu pyriittikiteiden särkemiseen, eikä yksinomaan niiden irrottamiseen iskosmassasta, on teräksen kulutus huomattavan suuri, pelkästään tankoina n. 1 000 g/t.

Sekundäärimyllyt toimivat etupäässä palamalmimyllyinä. Malmin löyhän rakenteen vuoksi ei palamalmia aina saada tarpeeksi tai se sisältää liian paljon palamalmia. Senvuoksi on ainakin aika-ajoin käytettävä kuulia joko yksinomaan täyttönä tai yhdessä palamalmien kanssa. Yksinomaan kuulilla jauhettaessa on sekundäärijauhatuskeskukseen kuulankulutus n. 1.500 g/t Ni-hard-kuulia. Palamalmien kulutus on n. 10 %.

Jauhatusavoitteena pidetään 75 % 100 mesh, mutta käyttömittakaavassa on kokeiltu eri jauhatuskeskukset välillä 50 %—90 % 200 mesh.

Jauhatuskeskusten energiankulutus on n. 13,0 kWh/t.

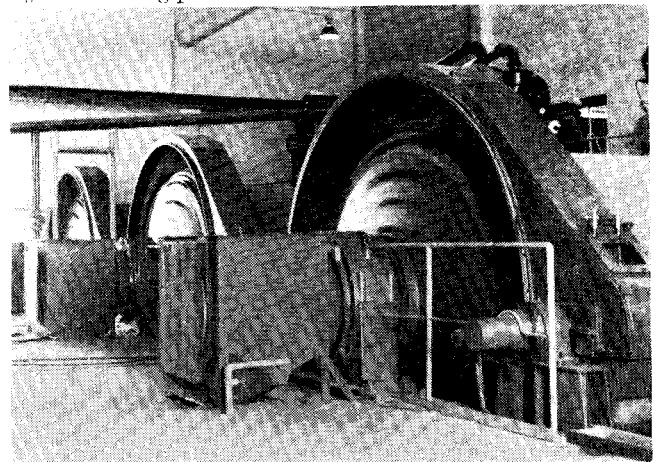
Jauhimoa hoitaa yksi mies vuorossa.

Vaahdotus

Laboratorio- ja käyttömittakaavaiset kokeet, joita suoritettiin v. 1958 ja 1959 Valtion teknillisessä tutkimuslaitoksessa ja Outokummun omissa laitoksissa, antoivat suunnittelun pohjaksi selektiivisen vaahdotustavan: en-

Kuva 5. Jauhimo.

Fig. 5. Grinding plant.



sin kuparivaahdotus, sitten aktivoinnin jälkeen sinkki-vaahdotus ja viimeiseksi rikkivaahdotus — kaikki emäksisessä lietteessä.

Pintaosien hapettuneen malmin vaahdotuksessa ei ole päästy selektiivistä tietä tarpeeksi hyviin rikasteisiin. Erityisesti pyriittirikasteen laatuvaatimuksia ei ole pystytty saavuttamaan. Sen vuoksi muutettiin kytkentä toisena vaihtoehtona olleeksi yhteisvaahdotukseksi, jossa luonnollisessa pH:ssa vaahdotetaan ensin kupari ja rikki yhteisrikasteeksi ja yhteisvaahdotusjätteestä aktivoinnin jälkeen sinkki. Tämä kerrataan kolmesti. Kerratusta yhteisrikasteesta painetaan pyriitti kalkilla ja pienellä syanidimäärällä sekä vaahdotetaan kuparikiisu kupariteturikasteeksi. Tämä kerrataan kahdesti. Kerratusta kuparirikasteesta erotetaan mukaan joutunut sinkkivälke erillisellä puhdistusvaahdotuksella. Yhteisvaahdotuksen kytkentäkaava on kuvassa 1.

Vaahdotuskennoksi on valittu Kotalahteen suunniteltu OKKO-3 kenno. Myöhemmin on hankittu myös Agitair-kennoja. Potkurit ovat Ni-hard-valua, paitsi Agitair-kennoissa, joissa ne on kumioitu. Kemikaalit syötetään kotimaisilla Membr-El-kalvopumpuilla. Syötön säätö tapahtuu paineilmasylinterin avulla iskunpituutta kauko-ohjauksella muuttamalla.

Vaahdotuksen energiankulutus on n. 14,0 kWh/t.

Vaahdottamoa hoitaa kaksi miestä vuorossa.

Vaahdotusosaston korjaustöitä varten on yksi viiden tonnin siltanosturi.

Kupari-pyriitti-yhteisvaahdotus

Yhteisvaahdotuksessa käytetään kemikaaleina vain kootetta, isopropyyli- ja amylyksantaatteja, ja vaahdotetta, joko T.E.B:tä tai flotolia. Syötetyt kemikaalimäärät vaihtelevat erittäin laajoissa rajoissa, ksantaatit 250 . . . 500 g/t, vaahdote 50—500 g/t. Luonnollinen pH on 8,5.

Yhteisvaahdotuksessa on luonnollisesti kiinnitettävä päähuomio kuparin ja rikin saantiin. Oikukas vaahdonmuodostus, joka näkyy vaahdotteen kulutuksen suurena vaihteluna, on tässä suhteessa pahin vaikeus.

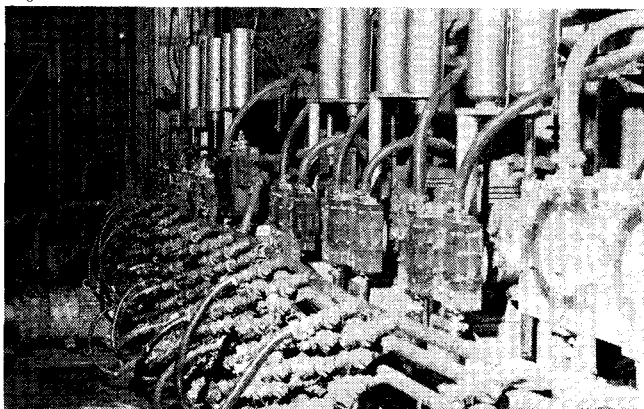
Sulatusvaiheessa tuottaa pyriittirikasteen liukene-mattoman osan pitoisuus haittaa, ja yhteisrikaste on sen vuoksi kerrattava.

Etuvaahdotuksessa toimivat OKKO-3 ja Agitair-kennot rinnakkain. Kertaimina on OKKO-3 kennot. OKKO-3 etukenttien viimeiset sellit toimivat ripevaahdotuksina.

Sinkkivaahdotus

Yhteisvaahdotuksen jäte aktivoidaan käyttäen n. 400 g/t kuparisulfaattia. Sinkki vaahdotetaan lisäämällä n. 50 g/t amylyksantaattia.

Kuva 6. Kemikaalisyöttimet.
Fig. 6. Chemical feeders.



Sinkkieturikaste sisältää runsaasti pyriittiä ja sen painamiseksi lisätään viimeiseen kertauskenttoon kalkkia ja tarvittaessa vielä syanidia. Välituotteen mukana kalkki palautuu valmentimiin ja antaa vaahdotukselle sopivan pH arvon, n. 11,8.

Sinkkirikaste saadaan melko helposti yli 55 % sinkkiä sisältäväksi. Koska kuitenkin osa sinkistä on luonnostaan aktivoitunutta, ja nousee jo yhteisrikasteeseen, sinkki-vaahdotuksen saanti on n. 70 %.

Kupari-pyriitti-erotusvaahdotus

Kerrattu yhteisrikaste valmennetaan kalkkiikalaisessa lietteessä n. 20 min. Kalkin määrä on n. 6 kg/t. Valmennukseen lisätään sen loppuvaiheessa n. 200 g/t kuparisulfaattia.

Voimakkaasta painamisesta huolimatta osa pyriittiä säilyttää vaahdotuskykynsä ja tulee mukaan kupariteturikasteeseen. Liian voimakas pyriitin painaminen voi pakottaa sinkkiä ja lopulta kupariakin pyriittirikasteeseen. Yhteisrikasteeseen joutuu sinkkivälkettä aktivoitumattomassa tilassa mm. puhtaasti mekaanisesti ja kalkosiittitahraisina sekarakeina kalkosiittiosuuden nostamana. Kun kalkosiittikin painuu runsaan kalkin vaikutuksesta, on kuparisulfaattisisäisyys tarpeen sinkkivälkkeen aktivoimiseksi. Pieni määrä kokoojaa lisätynä erotusvaahdotuskenttiin auttaa nostamaan pyriitin epäpuhtauksia kuparirikasteeseen.

Erotusvaahdotusjätteenä saatu pyriittirikaste sisältää n. 52,0 % rikkiä, n. 2,0 % liukenematonta, n. 0,05 % kuparia ja n. 0,10 % sinkkiä.

Kupariteturikaste sisältää 3–7 % kuparia, saman verran sinkkiä ja runsaasti pyriittiä. Rikaste valmennetaan uudelleen kalkilla ja syanidilla ennen kertausta pyriitin painamiseksi. Kertausvaiheita on kolme. Välituote palautuu piiriin. Kuparikerätyksestä tuleva kuparirikaste on oikeastaan kupari-sinkki-sekarikastetta (»messinkirikastetta»), jossa on kuparikiisua, sinkkivälkettä ja pyriittiä. Kupari- ja sinkkipitoisuudet ovat samat, n. 15—20 %.

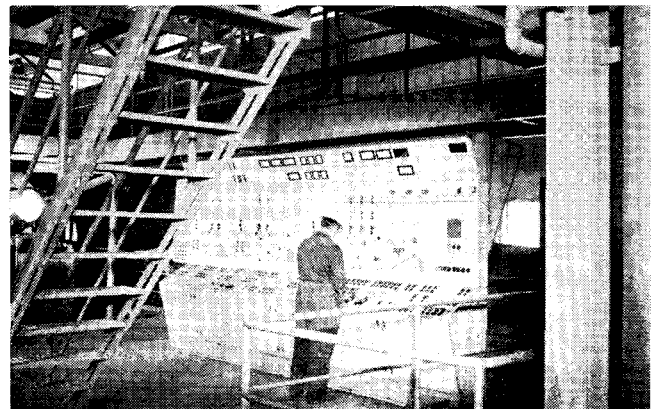
Kuparin puhdistusvaahdotus

Kupari-sinkki-sekarikasteen jakaminen kupari- ja sinkkirikasteiksi oli Pyhäsalmen rikastamon ensimmäisen käyntivuoden keskeisin ongelma ja on sitä edelleenkin. Kuparikiisun ja sinkkivälkkeen erottamiseksi on olemassa useita menetelmiä. Pyhäsalmen tapauksessa on saavutettu tuloksia pääasiassa kahdella kemikaalilla, syanidilla ja kloorikalkilla.

Syanidimenetelmässä painetaan sekarikasteen sinkki-

Kuva 7. Vedenpoiston ja kuivauksen ohjauspulpetti.

Fig. 7. Instrument panel for the discharge of water and for drying.



välke ja pyriitti runsaalla syanidimäärällä, n. 200 g/t malminia, eli n. 2 000 g/käsiteltävä rikastetonni. Kuparirikaste vaahdotetaan ja jätteeksi jää runsaasti sinkkiä sisältävä välituote, joka johdetaan takaisin piiriin. Koska tämä liete sisältää syanidia, sakeutetaan se syklonilokerosakeutin-yhdistelmällä, suoditaan kiekkosuotimella ja lietetään uudelleen, jotta sinkkivälkkeen uudelleen aktivoituminen kävisi mahdolliseksi. Saadussa kuparirikasteessa on yli 20 % Cu ja sen saanti on yli 90 %. Menetelmän varjopuolena on suuri syanidikulutus, joka merkitsee kustannuksia, koska syanidi on tuhottava ennen jätevesien johtamista vesistöön. Tuhoamiseen käytetään klooria, nykyisin kalsiumhypokloriittina. Syanidimäärää voidaan vähentää käyttämällä sinkkisulfaattia n. 500—1 000 g/t. Aika ajoin on ollut edullista käyttää hiiltä ylimääräisen vaahdotteen sitojana.

Kloorikalkkimenetelmä perustuu siihen, että runsaalla kloorikalkilla pitkää valmennusta käyttäen hapetetaan ksantaatti liuoksesta. Tällöin painuu ensin pyriitti, sitten kuparikiisu ja viimeisenä aktivoitunut sinkkivälke. Jos kloorikalkin määrä on oikea, ja valmennusaika riittävä, voidaan sinkkivälke vaahdottaa hyvänä rikasteena, ja jäte, jossa on kuparikiisu ja pyriitti, muodostaa kuparirikasteen. Valmennusaika on pitkä, käytännössä n. 8—10 tuntia

Vedenpoisto

Kupari- ja sinkkirikasteet pumputaan suoraan sammio-sakeuttimiin. Rikkirikaste esisakeutetaan syklonisakeuttimilla, joiden alite menee suodattimille, ylite sammioihin. Sammioiden alitteet pumputaan suotimille, ylitteet johdetaan jätteeseen tai huuhteluvesiksi. Suodattimet ovat sekoitusmekanismeilla varustettuja kiekkosuodattimia. Suodatuksen jälkeen on kupari- ja sinkkirikasteen kosteus n. 7,5 %, rikkirikasteen n. 10 %. Kuparirikaste kuivataan talvella niin kuivaksi, ettei se jäädy kuljetuksen aikana. Sinkkirikastetta ei kuivata, koska sen kuljetus tapahtuu lämpimänä vuodenaikana. Rikkirikaste kuivataan 6,0 % kosteutta sisältäväksi. Sekä kupari- että rikkirikaste voidaan ohjata ohi kuivaimen. Polttoaineena kuivaimissa on raskas polttoöljy, jonka kulutus on n. 3 000 g/rikastetonni.

Suodattimet ja sakeuttimet hoitaa yksi mies. Myös kuivaamon hoitaa yksi mies.

Vedenpoiston energiankulutus on n. 4,0 kWh/t.

Jätteen käsittely

Jäte pumputaan n. 1,3 km päähän jätealueelle. Jäteputki on osaksi teräs- osaksi asbestisementtiputkea, Ø 300 mm. Jätteen mukana pumputaan myös kaivoksesta tulevat vedet jätealueen kautta vesistöihin laskettaviksi. Jätealueella tapahtuva selkeytyminen on kutakuinkin täydellinen, ja ylite on moitteettoman kirkasta.

Kemiallisista epäpuhtauksista ovat huomattavimmat sulfaatit. Sulfaatteja liukenee veteen sekä hapettuneesta malmin rikastusprosessissa että jätealueella tapahtuvan hapettumisen tuloksena. Sulfaattien määrä ei ole ainkaan vielä vaatinut erikoistoimenpiteitä, sillä Pyhäjärven kontrollipisteen ominaisjohtokyky on pysytellyt selvästi vesien hoidosta vastaavien viranomaisten asettaman 180 µS:n rajan alapuolella.

Jätealueen ylite johdetaan 2 km pitkää kaivettua avoviemäriä myöten Pyhäjärven pohjoisosaan, n.s. Salmen-selkään.

Instrumentointi

Rikastamon suunnitteluvaiheessa hahmotellun instrumentointiohjelman toteuttaminen on vielä eräiltä osiltaan kesken. Toisaalta on kuluneen tuotantovaiheen

aikana ilmaantunut uusia instrumentointitarpeita, jotka on selvitetty tarkeysjärjestyksessä.

Instrumentoinnin rungon muodostavat lukuisat paineen, lämpötilan, määrän ja tehon mittaus- ja valvontapisteet. Tärkeimmät näistä liittyvät keskitettyyn vika-hälytysjärjestelmään, johon on kytketty lisäksi joukko eri säätöjärjestelmien häiriöindikaattoreita.

M u r s k a u s :

- siilojen täyttymisen valvonta automaattisella luotaimella;
- sähköenergian kuormitushuipun valvonta ja kuormituksen rajoitus;
- murskainten kuormituksen valvonta;
- murskainten voitelujärjestelmän automaattinen valvonta;
- käynnistysjärjestyksen lukituskytkentä.

J a u h a t u s :

- malmin syötön säätö hihnavaka-automatiikalla siten, että syötettävä malnimäärä sekä primääri- ja sekundäärijauhatuksen lietetiheys pysyvät niille erikseen asetetuissa arvoissa, jolloin jauhatuksen tuotteena saadaan vakiomäärä jauhettua malminia halutussa lietetiheydessä;
- automaattinen palamalmien syöttö palamalmimyllyjen tehomittarien ohjaamana;
- myllyjen voitelujärjestelmän automaattinen valvonta;
- käynnistysjärjestelmän lukituskytkentä.

V a a h d o t u s :

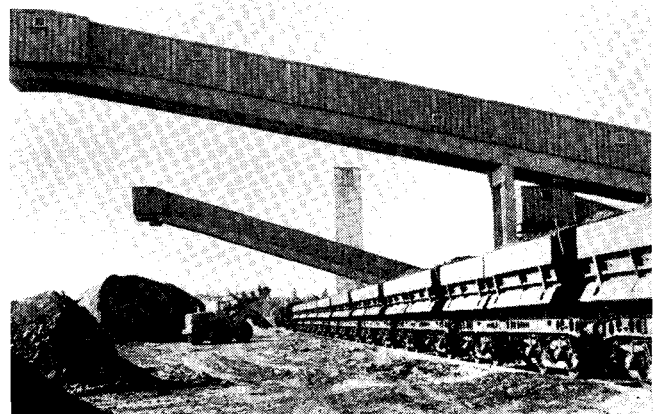
- jatkuva pH-mittaus ja -säätö Zn-vaahdotuspiirissä;
- jatkuva ksantaattipitoisuuden analysointi Zn-vaahdotuspiirissä;
- kunkin vaahdotuspiirin vedenkulutuksen mittaus;
- koneellinen näytteenotto;
- kemikaalien annostelupumppujen kauko-ohjaus;
- kemikaaliliuosten valmistus automaattisesti annosteltavaa vesimittaria käyttämällä;
- automaattinen kalkkimaidon valmistus.

V e d e n p o i s t o :

- kuormituksen mukaan toimiva sakeuttimien harakoneisto;
- sakeuttimien ylitteiden sameuden tarkkailu;
- kuivausunien toiminta vetoa, polttoöljyä ja -ilmaa säätäen;
- polttoöljyn paineen ja lämmityksen säätö;
- polttoöljysäiliön lämpötilan säätö;
- käynnistysjärjestyksen lukituskytkentä kunkin rikasteen koneistolle erikseen.

Kuva 8. Rikkirikasteen lastausta.

Fig. 8. Loading of sulphur concentrate.



Käyttö ja valvonta

Kaikki rikastamon koneet ovat kaukokäynnistettäviä. Virhekäynnistysten välttämiseksi ja valvonnan helpottamiseksi on kussakin pulpetissa osaston prosessikaavio merkkilamppuineen. Käynnistykseen liittyvät mittarit ja säätimet sijaitsevat myös ohjauspulpeteissa. Liete-, vesi-, paineilma- ja imuputkistoissa ovat tärkeimmät venttiilit myös kauko-ohjatut.

Eri instrumenttikeskukset ja jatkuvan valvonnan edellyttämät säätimet, mittarit, laskijat ja piirturit on keskitetty yhteiseen valvomoon. Valvomo on miehittämätön.

Henkilökunta

Rikastamon etumiehet ja käyttömiehistö on koulutettu paikallisesta työvoimasta, samoin pääosa laboratorio-työntekijöistä.

Rikastamon henkilökunta on seuraava:

Murskaamon hoitajia	3
Jauhimon hoitajia	4
Vaahdottamon hoitajia	8
Suodattamon hoitajia	4
Kuivaamon hoitajia	4
Päiväläisiä	4
Laboratoriotyöntekijöitä	13
Etumiehiä	5
Esimies	1
Insinööriä, kemisti	4
Yhteensä	50

Summary: *The Pyhäsalmi mine*

The Pyhäsalmi ore deposit was discovered in 1958. It was established by diamond drilling that the ore comprises about 17 million tons, and consists of pyrite containing chalcopyrite, sphalerite and silica.

Begun in autumn 1959, the installations were finished by the spring of 1962. The plant was ready for test running in March 1962 and was in full operation by the same summer.

Buildings totalling 130 000 m³ were constructed using some 360 000 man-days.

The overburden covering the ore was but about 3 m thick. This soil was mainly transported for edge terracing of a tailing pond of about 72 hectares. 3 km of new railway and road was built, and a 110 kV power-line of 75 km was also necessary.

6 m³/min of water must be pumped from Lake Pyhäjärvi, 1.7 km away. Jylhämä power station, situated at a distance of 125 km from the Pyhäsalmi mine, supplies the 110 kV electric power needed. The main transformer is a 10 MVA, 110 kV/6 kV transformer. The working voltage is 400 V and the installed motor power 11000 kW. 28 million kWh of electricity is used annually. Heavy fuel oil is used for heating and in the drying drums of the concentrates. The heating capacity is 2.5 million kcal/h and the drying capacity 5.5 million kcal/h.

The compressed air is produced with 3 piston compressors of 142 m³/min. total capacity. Most of the buildings of the residential area are single-storied terraced houses housing 83 families. There are 270 on the payroll including the office staff (20 %).

Open pit mining is used for the upper part of the orebody and the rest of the ore is mined underground. 600 000 tons of ore and about 400 000 tons of country rock is hoisted yearly. 75 % of the ore goes to concentrates comprising 360 000 tons pyrite, 37 000 tons

zinc and 23 000 tons copper, totalling 420 000 tons of concentrates annually.

Geology

The general trend of the ore body of the section containing sericite quartzites and cordierite gneisses belonging to the Bothnian schist formation is N20E, dip 60° SE - 90°, length about 650 m and biggest width about 80 m. The final depth is not known yet. In spite of the fact that the ore contains plenty of country rock as inclusions and that the ore veins cut the surrounding country rock, the orebody is conform as a whole and is limited by the sharp contacts of country rocks. In composition the ore is a coarse grained pyrite containing in addition mainly sphalerite, chalcopyrite and barite. Sphalerite, magnetite, pyrrhotine, arsenopyrite, certain fahlersites, molybdenite, electrum and metallic gold are the accessory minerals. In the oxidized surface parts there are secondary copper sulphides and water-soluble iron-zinc-copper sulphates. Separated from this ore body, in the immediate neighbourhood, there is the Korpisaari pyrrhotine ore body which also contains some chalcopyrite.

The Mine

There are two shafts in the mine: the main shaft for hoisting ore and service traffic, and an auxiliary shaft for ventilation and for preparatory and research work. From the main shaft four main levels have been opened.

The ore is drilled using Air-Trac drilling cars and the ore, as well as the country rock, are loosened by AN/FO-blasting. The loading is executed by means of scoop loaders and excavating machines. Short transports take place by scoop loaders, the main transport by 22 ton lorries. The vertical chutes collect the ore on the crushing level from where it is fed by scrapers into the jaw crush. From the tank under the crushing plant, the ore is transported on belt conveyors to the shaft and further by automatic hoists in 10 ton skips to the headframe silo.

The Concentrating Plant

The crushing takes place in a tower crusher where the ore is transferred from one phase to another by gravity. The two-phase crushing takes place in Symons-crushers. The plant is a single-level concentrating plant, where all machines needed for concentrating operations beginning with grinding, are on the same level and can be handled by the same cranes.

The grinding is by combined rod and pebble milling. Cyclones are used as classifiers. The mill feed, sludge and pebble mill load are automatically regulated.

About 75 % of the ore, ground 200 mesh, is flotated, firstly into copper and pyrite bulk-concentrates out of which the pyrite is pressed separately in a high-line circuit.

From the bulk-waste, sphalerite is flotated after the copper sulphate activation. There is an automatic pH-regulator and a xanthate analyser for controlling the flotation.

The concentrates are thickened by means of a combined cyclone thickening chamber and are filtered on disc filters. The pyrite concentrate and the copper concentrate are dried in automatic oil-heated furnaces. The average power consumption for concentrating is 36.0 kWh/t. the consumption of water being about 4.5 m³/t.

Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaat

Yli-insinööri Heikki Tanner, Outokumpu Oy, Kokkola

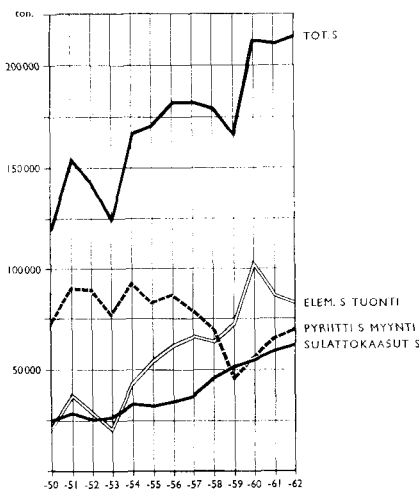
Johdanto

Pyhäsalmen kaivoksen avauspäätöstä tehtäessä tiedettiin, että malmista tullaan 600 000 tonnin vuosilouhinnalla saamaan seuraavat tuotteet:

— Cu-rikastetta	n. 23 000 t
— Cu-sisältö	n. 5 000 »
— Zn-rikastetta	n. 37 000 »
— Zn-sisältö	n. 20 000 »
— Rikki-rikastetta	n. 360 000 »
— S-pitoisuus	n. 52 %

Näistä kahden ensimmäisen käyttö oli selvää. Cu-rikaste jalostettaisiin yhdessä yhtiön Cu-rikasteiden kanssa. Zn-rikaste meni vientiin kuten muutkin Zn-rikasteet. Rikkikiisurikasteen käyttö oli vielä selvittämättä. Ratkaisuun vaikuttivat seuraavat seikat:

RIKIN KOTIMAINEN KULUTUS



Kuva 1. Kotimainen rikin kulutus.
Fig. 1. Domestic consumption of sulphur.

— Kotimaisten rikin kuluttajien kiisun tarve (kuva 1) pystyttiin täysin tyydyttämään Outokummun kaivoksen tuottamalla kiisulla.

— Kotimaisen kiisun kulutuksen kasvu näytti olevan pysähtymässä (kuva 2), osittain jopa kääntymässä laskuun elementaarisen rikin vallatessa alaa ja rikkihappoteollisuuden käyttäessä yhä enemmän sulattokaasuja raaka-aineena.

— Hinnat Euroopan rikkikiisumarkkinoilla olivat laskemassa.

Kysyntä markkinoilla kohdistui kuitenkin etupäässä Cu-pitoisiin kiisuihin. Lisäksi olisi 360 000 tonnin määrän sijoittaminen Euroopan n. 3 milj. tonnin markkinoille ilmeisesti merkinnyt hintastabiliteetin järkkymistä. Rikkikiisulle oli kuitenkin tehtävä jotakin.

Rikkikiisun varastoiminen oli mahdotonta hapettumisvaaran ja siitä aiheutuvan vesistöjen pilaantumisen takia. Se oli saatava jalostetuksi. Rikasteeseen sisältyvät arvot ovat:

— Rikkiä	n. 52 %
— Rautaa	n. 46 %
— Lämpöenergiaa	n. 1 500 kcal/kg, eli 1/4 hiilen lämpöarvosta.

Hintojen kehitys osoitti, että

— rikin hinnat olivat pysyneet suhteellisen tasaisina vuodesta 1956 lähtien (kuva 3);

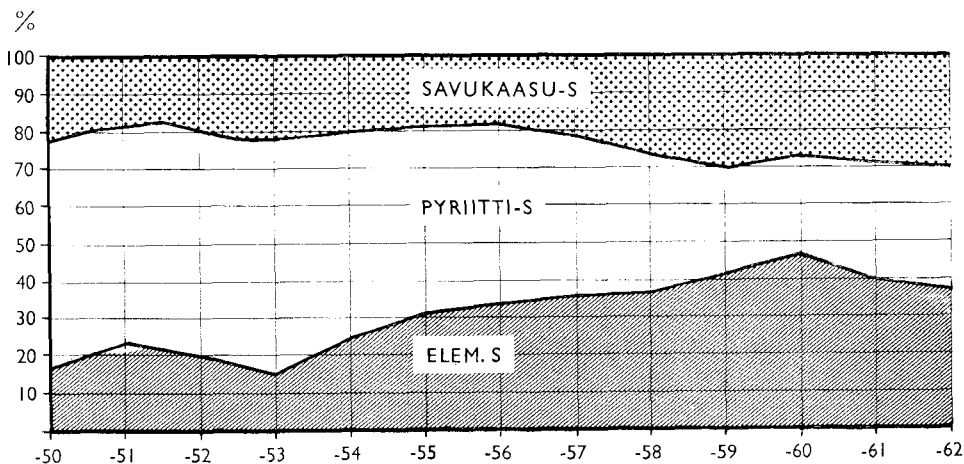
— rautamalmien hinnat olivat loivassa laskussa vuoden 1957 huippuhinnoista;

— kotimaisen sähköenergian hinta oli lievästi nousmassa (kuva 4).

Oli tunnettua, että kuumennettaessa FeS_2 luovuttaa toisen rikkiatominensa. Tähän perustuen ryhdyttiin tutkimaan ja kehittämään menetelmää, jossa saataisiin osa rikistä talteen elementaarisenä rikkinä lopun rikin jäädessä rautaan sidotuksi. Tämä välituote pasutettaisiin ja siitä saataisiin SO_2 :a ja Fe_2O_3 :a.

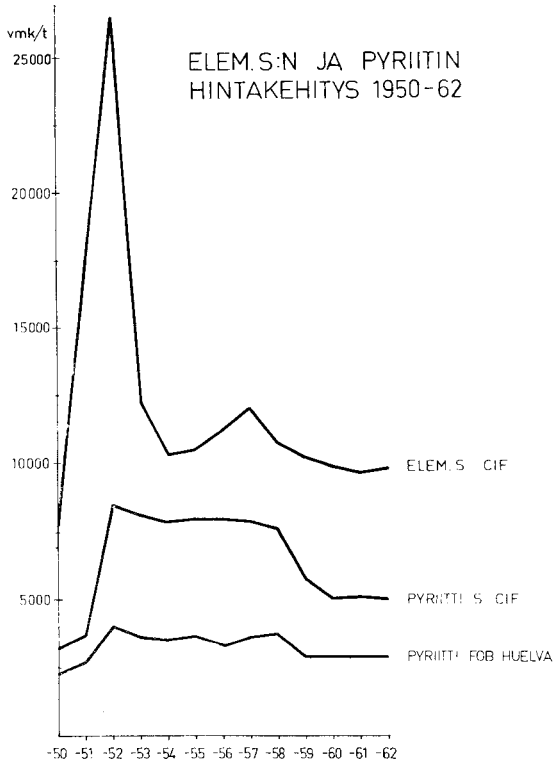
Suoritetut laboratoriokokeet johtivat koeuunin rakentamiseen. Koehajotusuunista ja koepasutusuunista sekä

RIKIN KOTIMAINEN KULUTUKSEN JAKAUTUMINEN

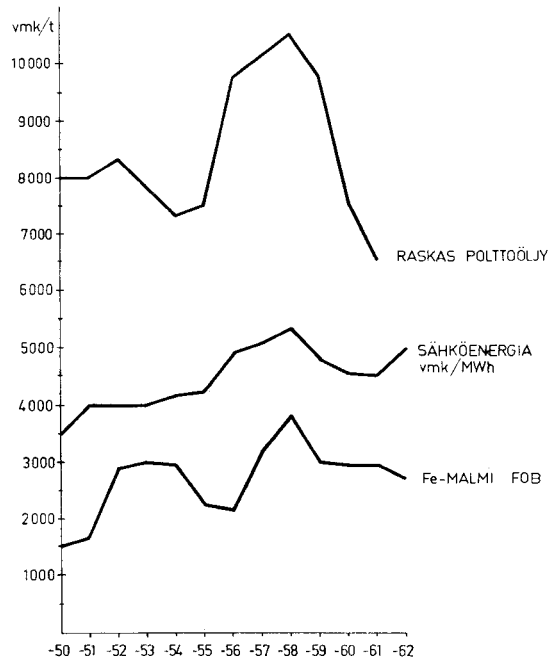


Kuva 2. Rikin kotimaisen kulutuksen jakaantuminen.

Fig. 2. Distribution of sulphur for domestic consumption.



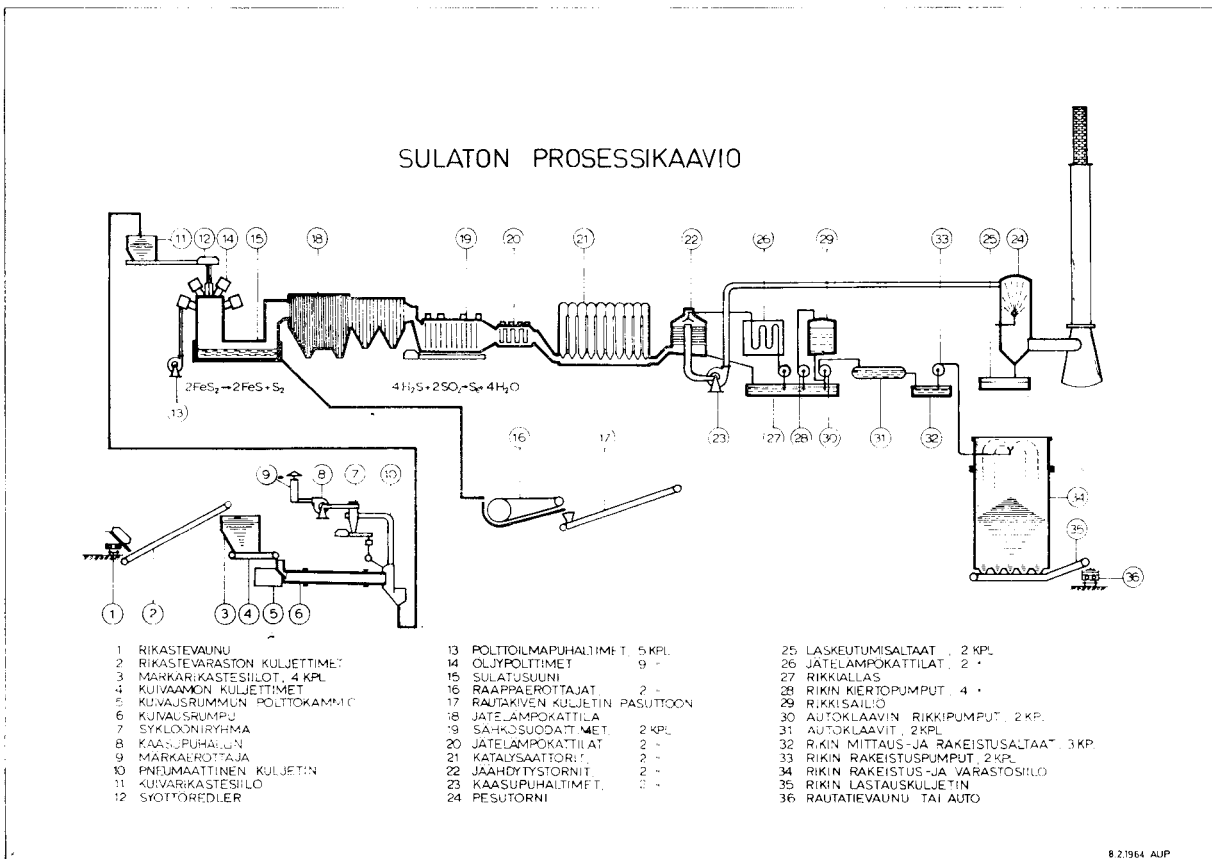
Kuva 3. Rikin hinnat vuodesta 1956.
Fig. 3. Sulphur prices since 1956.



Kuva 4. Kotimaisen sähköenergian hinnat.
Fig. 4. Prices of electric power in Finland.

Kuva 5. Sulatun prosessikaavio.

Fig. 5. Flow-sheet of smelter.

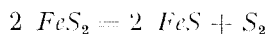


muista pasutusuneista saatujen kokemusten ja arvojen perusteella pystyttiin tarkistamaan suunnitellun menetelmän käyttökelpoisuus ja taloudellisuus. Samalla saatiin kokemusta ja materiaalia täyskasvuisen laitoksen suunnittelua varten.

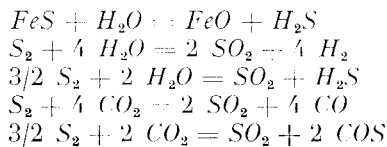
SULATTO

Outokumpu Oy:n rikinvalmistusmenetelmä perustuu pyriitin, FeS_2 , termiseen hajoittamiseen. Prosessin vaatima lämpö saadaan polttamalla öljyä teoreettisella ilmamäärällä varsinaisen sulatusuunin ulkopuolella olevissa polttimissa. Kuumat savukaasut johdetaan uunin pystysuoraan reaktiokuiluun ja tähän hapettomaan kaasuvirtaan syötetään kuivattu hienojakoinen pyriitti. Pyriitin kuumeneminen ja hajoaminen tapahtuu kaasususpensiossa. Pyriitin hajotessa saadaan kaksi tuotetta, sula FeS -kivi ja kaasumainen rikki, S_2 .

Pyriitin hajoamisreaktio on:



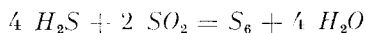
FeS ja S_2 reagoivat edelleen öljyn palamistuotteiden kanssa mm. seuraavasti:



FeO liukenee kiveen, joten kiven koostumus ei ole teoreettinen FeS . Kaasumaiset rikkiyhdisteet pienentävät elementaarisen rikin osuutta.

Kivi erottuu kaasuista virtauksen suunnan muuttuessa ja kerääntyy uunin pohjalle. Kiven pinnalle muodostuu kuona rikasteesta epäpuhtauksina olevista oksideista. Kivi ja kuona lasketaan sulana uunista ja rakeistetaan vedellä.

Sulatusuunin poistokaasut sisältävät rikin ja rikkiyhdisteiden lisäksi lentopölyä. Kaasujen lämpösisältö otetaan talteen höyrykattiloissa. Lentopöly erotetaan sähkösuodattimissa. Puhtaat kaasut johdetaan katalysaattoriin tarkoituksena parantaa rikin talteensaantia konvertoimalla rikkiyhdisteitä elementaariseksi rikiksi mm. seuraavan reaktion mukaan:



Katalyydin jälkeen rikki kondensoidaan alentamalla kaasujen lämpötilaa. Talteen saadun rikin ainoa epäpuhtaus on arseeni, joka poistetaan kalkkimaidolla pesemällä. Pesty rikki rakeistetaan. Rikkirakeet ovat sulaton lopullinen tuote.

Tutkimukset

Edellä kuvatun rikin valmistusmenetelmän tutkimiseksi rakennettiin vuoden 1960 alussa koetehdas mittakaavan 1:50. Koetehdas käsitti pääpiirteissään kaikki laitteet, jotka tarvitaan tuotantomittakaavassakin. Kokeita tehtiin 4 kk ajan ja syöttöteho oli 250–1 000 kg/h. Kokeilla selvitettiin mm. seuraavat seikat:

- Todettiin menetelmän käyttökelpoisuus. Kaikki mukana olleet laitteet saatiin alkuvaikeuksien jälkeen toimimaan jatkuvasti.
- Tarkistettiin teoreettisesti saadut arvot rikin tal-

teensaannista ja öljyn kulutuksesta sekä varmistettiin siten menetelmän taloudellisuus.

— Saatiin lähtökohta tuotantolaitteiden mitoittamiseksi.

Välittömästi sulatuskokeiden jälkeen aloitettiin sulaton suunnittelutyöt. Lähtemällä Pyhäsalmen pyriitin-tuotannosta, 360 000 t/v, määräytyivät tuotantoluvut seuraaviksi:

— FeS -kiven tuotanto	263 000 t/v	730 kg/t rik.
— Rikin tuotanto	90 000 »	250 »
— Öljyn kulutus	54 000 »	150 »
— Höyrynä talteen saatu lämpömäärä	900 Mcal/t rik.	

Analyytit:	S %	Fe %	SiO_2 %	Zn %	Cu %
— rikaste	52,8	45,6	0,80	0,05	0,05
— kivi	27,0	62,4	1,10	0,07	0,07

Pääosiltaan sulatto suunniteltiin Outokumpu Oy:n omin voimin. Asiantuntijoina rikin talteenottoa koskevissa kysymyksissä käytettiin norjalaisen Orkla Metal AS:n insinöörejä.

Sulattorakennus ja laitteistot

Rakennus

Rakennustyöt ja koneasennukset tehtiin vuosina 1961 ja 1962. Sulattorakennuksen (kuva 6) pituus on 168 m, leveys 24 m ja korkeus uunin kohdalla 25 m. Teräsbetonipilarit, joiden jako on 8 m, valettiin paikoillaan. Niiden väliin asennettiin teräsbetoniset seinäelementit. Kattotuolit ovat teräsristikkorakenteiset; niiden kateaine on mineraalilevyä. Rakennus ei ole lämpöeristetty.

Rikasteen käsittely ja kuivaus

Pyriittirikaste kuljetetaan Pyhäsalmen kaivokselta Kokkolan tehtaille rautateitse 500 t:n junakuormina. Junan muodostavat veturi ja 10 kpl 50 t kuormaavaa kaatovaunua. Juna liikennöi aikataulun mukaan tehden kaksi edestakaista matkaa päivässä.

Rikaste puretaan hihnakuljettimilla sulaton syöttösiiloihin (kuva 7), joiden kapasiteetti on 2 400 t. Siiloista syötetään rikaste edelleen kuivaamoon.

Kaivokselta tulevan rikasteen kosteus on 5–6 %. Sulatusta varten rikaste kuivataan öljyllä lämmitettävässä, pyörivässä rumpu-uunissa. Kuivaamon poistokaasut vievät n. 10 % rikasteesta lentopölynä, josta 90 % otetaan talteen sykloneilla ja loput 10 % märkäerottajalla.

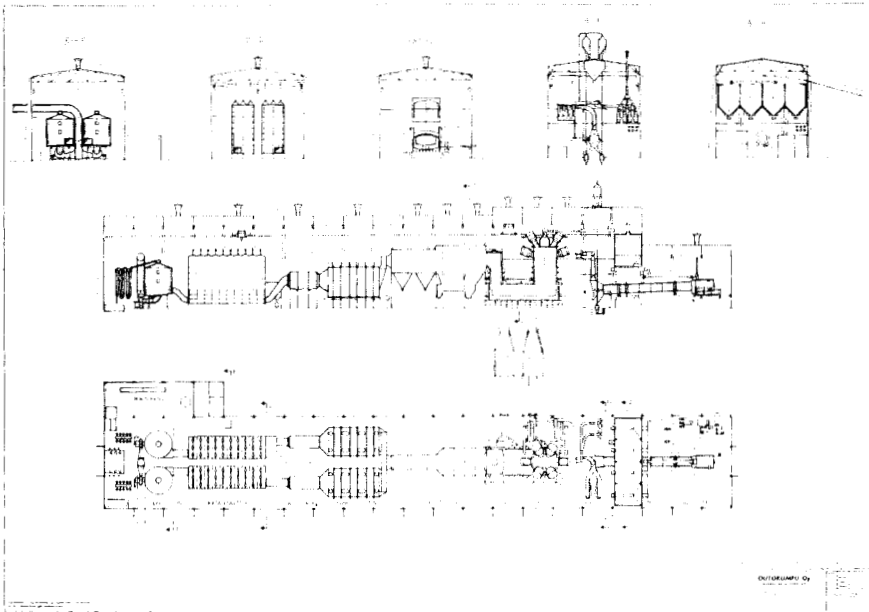
Kuivattu rikaste kuljetetaan pneumaattisesti siiloon, josta se syötetään sulatusuuniin redlerkuljettimella. Syötön suuruutta säädetään muuttamalla kuljettimen ketjun nopeutta.

Pyriitin hajoitus ja sulatus

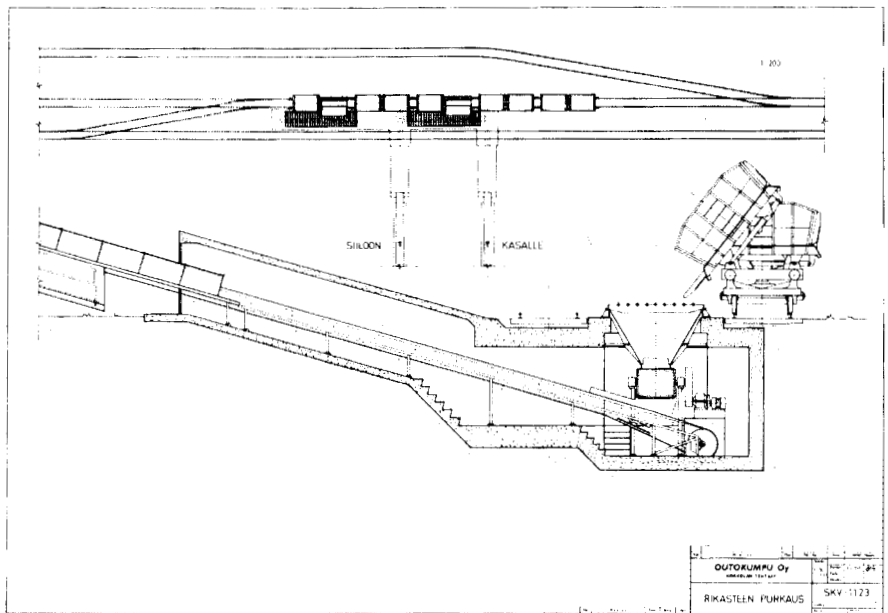
Sulatusuunin reaktiotila on pystysuora kuilu, jonka halkaisija on 5,6 m ja korkeus 10,6 m (kuva 8). Reaktiokuilun alapuolella on uuniallas, johon kivi ja kuona keräytyvät. Sen pituus on 17,0 m, leveys 5,5 m ja korkeus 2,6 m.

Öljypolttimet, joita on yhdeksän, ovat reaktiokuilun yläosassa. Ne ovat suurtehopolttimia, joiden palamistilan kuormitus on 3 200 Mcal/m³h. Kunkin polttimen öljyn maksimimäärä on 1 500 l/h. Ominaista näille polttimille on öljyn täydellinen palaminen 0–5 % ilmaylimäärällä.

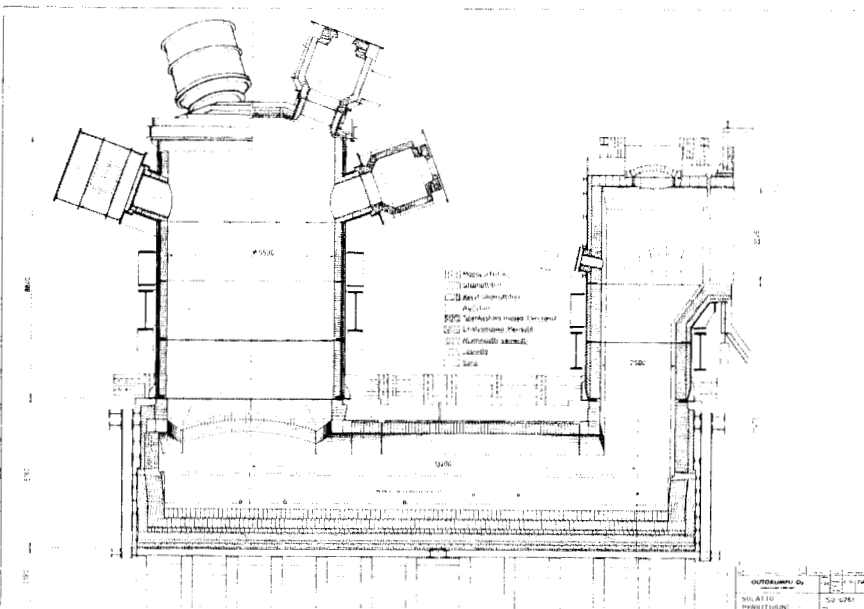
Lukuunottamatta öljypolttimia ja reaktiokuilun kattoa, uuni on muurattu kromimagnesiittiilillä. Arimmat osat on suojattu paineenalaisella vesijäähdytyksellä.



Kuva 6. Sulattorakennus.
Fig. 6. Smelter.



Kuva 7. Rikasteen purkaus.
Fig. 7. Unloading of concentrate.



Kuva 8. Pyriittiuuni.
Fig. 8. Pyrite furnace

Rikaste syötetään uuniin reaktiokuilun katosta 0,3–0,4 aty:n paineilmaa käyttäen. Kiven ja kuonan lasku on käynnissä jatkuvasti. Lämpötila on 1170–1190°C. Sekä kivi että kuona rakeistetaan vedellä. Rakeistetun tuotteen raasuuruus on yleensä alle 4 mm. Alle 0,1 mm:n raeuokkaa on erittäin vähän. Rakeistettu kivi kuljetaan edelleen raaka-aineeksi pasuttoon.

K a a s u j e n j ä ä h d y t y s j a p u h d i s t u s
Pääosa sulatusuunin poistokaasujen lämpösisällöstä otetaan talteen uunin jälkeen olevassa korkeapaine-höyrykattilassa. Kattilaputkien lämpötilan on oltava korkeampi kuin kaasujen rikkikastepiste 240–250°C. Ylärajan asettaa kaasujen syövyttävyyden. Paineeksi on valittu 70 aty, mikä vastaa lämpötilaa 285°C. Kattilassa on säteily- ja konvektio-osa. Säteiliosassa kaasut jäähtyvät lämpötilasta 1250°C lämpötilaan 800°C ja konvektiosassa edelleen lämpötilaan 320–350°C. Höyry tulistetaan eri kattilassa voimalaitoksessa.

Osa kaasujen sisältämästä lentopölystä erottuu korkeapainekattilassa. Loput poistetaan sähkösuodattimella. Sen erotuskyky on oltava erittäin suuri, koska suodattimen läpäissyt pöly joutuisi epäpuhtaudeksi rikkiin.

K a t a l y s i

Katalyysia varten kaasut jäähdytetään matalapaine-höyrykattilassa optimilämpötilaan 270–280°C. Kattilan paine on 4,5 aty ja vastaava lämpötila 155°C. Koska kattilaputkien lämpötila on kaasujen rikkikastepisteen alapuolella, tiivistyy osa rikistä kattilaputkien pinnalle. Se keräytyy kattilan pohjalle ja johdetaan muun rikkituotteen joukkoon.

Katalysaattorissa kaasut joutuvat kulkemaan 1,5 m paksun massakerroksen läpi. Katalysaattorimassana käytetään huokoista kevytbetonia. Massan suuri pinta tarjoaa edellytykset reaktioille, joissa korkeissa lämpötiloissa syntyneistä rikkiyhdisteistä muodostuu rikkiä.

R i k i n e r o t u s k a a s u i s t a

Katalyysin jälkeen kaasut jäähdytetään sulalla kiertävällä rikillä lämpötilaan 130°C. Tällöin pääosa niiden sisältämästä rikistä tiivistyy. Jäähdytys tapahtuu tornissa, johon rikki suihkutetaan pieninä pisaroina. Kiertävä rikki jäähdytetään 0,7 aty:n höyrykattilassa.

Lopuksi kaasut pestään merivedellä niissä vielä olevan rikin erottamiseksi. Rikki otetaan vedestä talteen selkeytsaltaissa. Pesutornissa 60°C lämpötilaan jäähtyneet kaasut johdetaan savupiippuun.

A r s e e n i n p o i s t o j a r a k e i s t u s

Rikissä epäpuhtautena oleva arseeni poistetaan kalkkimaitopesulla. Pesu tapahtuu autoklaavissa 2 aty paineessa; rikki ja kalkkimaito kulkevat vastavirtaan.

Arsenin poiston jälkeen puhdas rikki pumputaan rakeistettavaksi varastosiiilon yläosaan. Sula rikki hajoitetaan suulakkeessa pieniksi pisaroiksi, jotka siiloon pudotessaan jähmettyvät. Jäähtymistä tehostetaan puhaltamalla ilmaa siiloon. Rikki lastataan siilon alla olevalla hihnakuljettimella joko autoihin tai rautatievaunuihin.

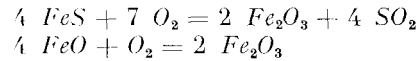
Tuotettu rikki on korkealaatuista. Keskimääräinen kuukausanalyysi on seuraava:

As	=	0,005 %
Se	=	0,004 %
Tuhka	=	0,015 %

P A S U T T O

Sulatasta saatava rautakivi, FeS-kivi, käsitellään pasutossa siten, että lopputuotteena on rautaoksidi (rautamalmi), rikkidioksidikaasu ja hapetusprosessissa vapautuva lämpöenergia.

Rautakiven pasutus tapahtuu seuraavien reaktioiden mukaan:



Molemmat reaktiot ovat eksotermisiä ja lämpöä syntyy n. 1331 kcal/kg FeS-kiveä.

Rautakivestä on poistettava rikki siten, että pasutteen (rautaoksidin) rikkipitoisuus on pienempi kuin 1 % ja lisäksi tuotetun rautamalmin on karkeusasteeltaan vastattava rautakiven granuloinnista saatua tuotetta tai oltava sitä karkeampaa. Syntyneen kaasun rikkidioksidipitoisuuden on oltava suurempi kuin 6,5 til. %. Prosessissa vapautuva lämpö on otettava talteen tulistettuna höyrynä ja käytettävä läheisen voimalaitoksen turbiinissa.

T u t k i m u k s e t

Rautakiven pasutusta tutkittiin laboratorio-, koetehtas- (kuva 9), ja käytäntömittakaavassa. Tärkeimmät tutkimukset suoritettiin Outokumpu Oy:n koelaitoksessa Porissa, Lurgi Chemie'n koelaitoksessa Frankfurtissa ja W. Rosenlew & Co Oy:n pasutuslaitoksessa Porissa. Rautakiven ja erilaatuisten pasutteen pehmenemis-, sintrautumis- ja sulamispisteitä tutkittiin myös Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgisessa laboratoriossa.

P a s u t t o r a k e n n u s j a l a i t t e i s t o t

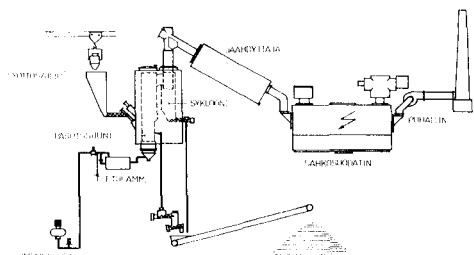
Pasuton suunnittelutyö aloitettiin kesällä 1960 ja hankintasopimus pasutusuneista puhaltimiseen, kattiloista, sykloneista sekä pasutekuljettimista tehtiin Lurgi Chemie'n kanssa joulukuussa 1960.

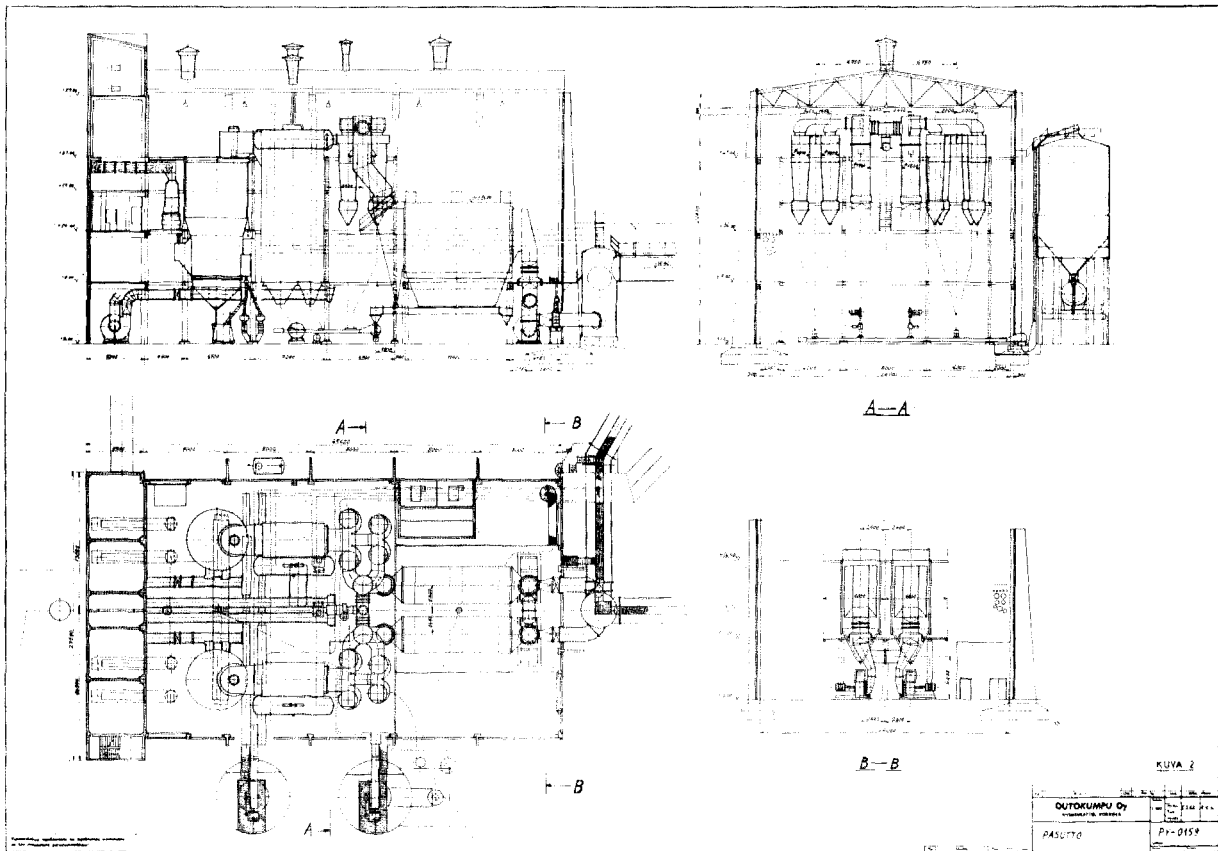
P a s u t t o r a k e n n u s

Pasutturakennuksen (kuva 10) tilavuus on n. 20000 m³. Halliosan leveys on 24 m, kuten sulattorakennuksenkin. Pasutto- ja sulattorakennukset ovat myös mitoituksiltaan (pilarijako 8 m, seinäelementit 1 m × 8 m × 12 cm) ja rakenteeltaan identtiset. Laitteiston pääosa ja hoitotasot ovat pohjatasoon tuetun teräsrakenteen varassa.

Kuva 9. Kaavio pasutuskokeissa käytetyistä laitteista.
Fig. 9. Scheme of equipment used in roasting tests.

KIVÄT: KAAVIO PASUTUSKOEISSA KÄYTETYISTÄ LAITTEISTA





Kuva 10. Pasutturakennus.

Fig. 10. Roaster.

Rautakiven käsittely ennen pasutusta

Ennen pasutusprosessiin joutumista rautakivi seulotaan $6,0 \times 6,0$ mm:n seulalla. Läpäisseestä aineksesta erotetaan vesi. Pasutukseen johdettavan aineksen vesipitoisuus on noin 1 %.

Pasutuslaitteisto

Pasutuslaitteistossa on kaksi rinnakkaista uuniyksikköä. Molempien uunien syöttömateriaalia varten on olemassa kaksi n. 100 m³:n siloa, joista voidaan syöttää rautakiveä kahden lautassyöttäjän avulla uuniin joko yht'aikaa tai erikseen.

Itse pasutusprosessi tapahtuu pyörrepasutusuunissa, jossa arinan pinta-ala on 15 m². Uuni on muodoltaan ylöspäin laajeneva sylinteri. Reaktio-osan korkeuden suhde halkaisijaan on n. 2,5 : 1. Pasutusilma johdetaan uuniin sen alaosasta teräksisen rakoarinan läpi. Arinan painehäviö on n. 250 H₂O 35 000 Nm³/h ilmamäärällä.

Arinan yläpuolelle materiaalin syöttösuuntaa vastaan kohtisuoraan on asennettu jäähdytyslementit, jotka ovat kiertovesipumppujen kautta yhteydessä kattilan lieriöön. Jäähdytyslementit ovat uunin sisäpuolella kulutusta kestäväällä hitsauskerroksella suojattuja. N. 45–50 % talteen saadusta kokonaislämpömäärästä saadaan jäähdytyslementeistä.

Uunin jäljessä on luonnonkiertokattila, jonka höyrystyskyky on 24,2 t/h 500°C:n tulistettua 65 aty:n höyryä. Kattilassa kaasut jäähdytetään 950°C:sta 300°C:een. Kattiloissa kehitetty tulistettu höyry johdetaan yhteistä n. 150 m pitkää putkea myöten voimalaitoksen turbiiniin. Syöttövesipumput sijaitsevat voimalaitoksessa.

Kattilasta kaasut johdetaan neljään rinnakkaiseen sykloniin, jotka alaosastaan ovat yhteydessä lokerosyöttäjien avulla pasutekuljettimiin. Syklonien korkeuden suhde halkaisijaan on n. 5,7 : 1. Ne ovat teräslevystä valmistettuja ja ulkopuolisella vuorivillaeristyksellä varustettuja.

Syklonien läpi mennyt kaasu imetään sähkösuodattimeen. Sen jäljessä olevalla kaasupuhaltimella kaasut johdetaan joko n. 350 m:n päässä olevaan rikkihappotehtaaseen muurattua putkea (\varnothing 2,3 m) myöten tai 140 m korkeaan savupiippuun.

Uuneista n. 1000°C:n lämpötilassa saatu pasute jäädytetään noin 500°C:een n.s. kaksoisruuvijäähdyttimessä, jossa kierukkaosa, allas ja kansi ovat vesijäähdytteisiä. Pasute jäädytetään edelleen redlerkuljettimissa, joissa pohja, kansi ja sivut ovat vesijäähdytteisiä.

Ruuvi- ja redlerjäähdyttimistä n.s. karkea pasute nostetaan pystyrederillä n. 200°C lämpimänä n. 40 m³:n pasutesiiloon, mistä se kuljetetaan 10 t:n erinä 300–400 m:n päässä olevalle varastoalueelle.

Pasutusuneista saatu pasute voidaan myös jäähdyttää suoraan veteen altaassa, jonka pohjalla raappakuljetin nostaa pasutteen kumihihnakuljettimelle varastokasaan kuljetettavaksi. Kasassa vesi valuu pasutteesta, johon kosteutta jää n. 3 %.

Kattiloista, sykloineista ja sähkösuodattimista saatu n.s. hieno pasute kuljetetaan vesijäähdytteisillä redlerkuljettimilla omaan siilonsa. Tästä n. 330 m³:n siilosta se syötetään n. 65 t/h kapasiteetilla kosteusrumpuun ja kuljetetaan siitä n. 5–10 % kosteana varastoalueelle.

Ruuvijäähdyttimien ja redlereiden jäähdytysvesi pumputaan voimalaitoksen syöttöveden esilämmittimeen, jossa veden lämpötila lasketaan 90°C:sta 60°C:een. Tämän

jälkeen se johdetaan takaisin k.o. kuljettimiin. Syöttö-
veteen siirretty lämpömäärä on n. 5×10 kcal/h lai-
toksen toimiessa täydellä kapasiteetilla.

Mittarointi- ja säätölaitteistot

Pasutusuunien ja niihin liittyvien laitteiden mittarit
ovat suurimmaksi osaksi sähköisiä tasavirtasignaali-
toimivia (0-50 mA) mittareita, joita Kokkolan tehtaiden
koko mittaristandardisointi edellyttää. Rikkidioksidi-
analyysointiperustuu kaasun lämmönjohtokykyyn.
Lämpötilapiirturit ovat kompensatiopiirtureita.

Rautakivisiilojen alla olevien telakuljetinten käyntiä
voidaan ohjata joko käsin tai automaattisesti niiden
jäljessä olevien lautassyöttäjien materiaalimäärien mu-
kaan. Lautassyöttäjän materiaalimäärä punnitaan sähkö-
sella painoanturvaalla. Koko lautassyöttäjä lepää
painoanturan päällä.

Uunien lämpötilaa tarkkaillaan sähköisten termoele-
menttien lisäksi myös optisella pyrometrillä.

Pasutusolosuhteet ja tulokset

Pasuton syöttömateriaalien ja tuotteiden keskimääräiset
kemialliset analyysit on esitetty seuraavassa taulukossa ja
seula-analyysin tulokset on esitetty graafisesti kuvassa 11.

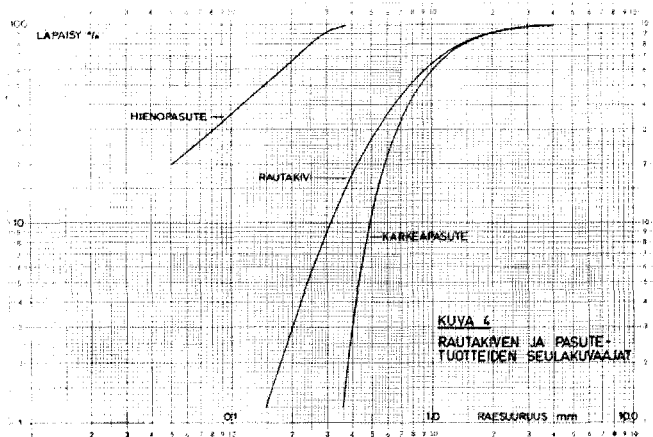
Materiaali	Analyysi, %				
	Fe	S	Cu	Zn	SiO ₂
Rautakivi	62,4	27,0	0,075	0,075	1,10
Karkea pasute	66,8	0,35	0,075	0,070	1,30
Hieno pasute	67,5	1,6	0,12	0,14	0,50
Yhteispasute	67,0	0,5	0,08	0,08	1,18

Koko laitoksen keskimääräiset tuotantoluvut käyttö-
vuorokautta kohden ovat seuraavat:

Rautakiven syöttömäärä	814 t/vrk
Pasutetta tuotettu	772 t/vrk
Hienoa pasutetta kokonais- pasutemäärästä	9,7 %
Kehitetty höyrymäärä (syöttö- vesi 200°C)	1 080,6 t/vrk = 1 327 t/t rautakiveä

Kuva 11. Pasuton syöttömateriaalien ja tuotteiden seula-
analyysit.

Fig. 11. Screen analyses of roaster feed and products.



Rikkidioksidikaasun SO ₂ - pitoisuus	8,5 %
Rikkihappoa (100 % H ₂ SO ₄) tuotettu kaasuista (rikkihappo- tehtaassa)	611 t/vrk
Laitoksen käyntiaika mahdollisesta	96,2 %
Pasuton sähköenergian tarve	24,8 kWh/t rautakiveä

VOIMALAITOS

Ylijäämälämpöä sellaisessa muodossa, että sitä saattaa
käyttää höyryn kehitykseen syntyy suunnitellussa pro-
sessissa useissa eri kattiloissa.

65 aty höyryä n. 135 t/h
4,5 » » n. 10 »
0,7 » » n. 5 »
90-asteista vettä n. 4 Mkal/h

Paineiden valinta johtuu lähinnä kaasujen koostumuk-
sista ja lämpötiloista prosessin eri vaiheissa. Samoista
syistä joudutaan huomattava osa 65 aty:n höyrystä tuot-
tamaan tuoreena höyrynä, joka on ennen turbiinia tulis-
tettava erillisessä tulistuskattilassa.

Prosesseista saaduista höyryistä pystyttiin laskelmien
mukaan saamaan sähkötehoa n. 32 MW. Laitoksen oma-
käyttö olisi 5 MW. 27 MW olisi siis ollut sijoitettava
muualle. Suoritetut selvittelyt osoittivat, että 27 MW:n
sijoittaminen markkinoille tulisi olemaan vaikeaa, ja että
huomattava osa jouduttaisiin myymään sekundaener-
giana. Jotta kaikki prosessin tuottama energia voitaisiin
myydä priimana oli turbogeneraattorin tehoa nostettava
ja laitos varustettava lisäkattiloilla.

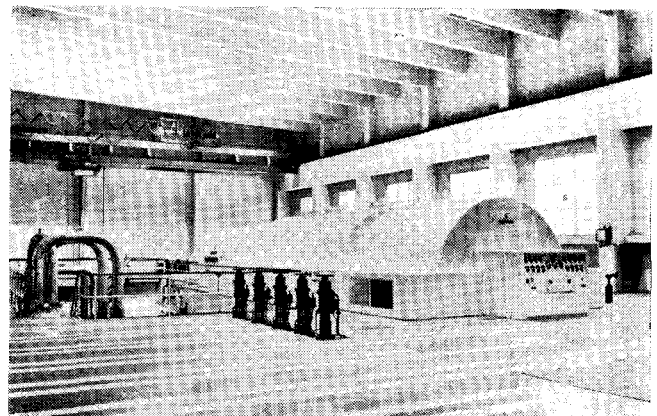
Konetehtäessä päädyttiin 60 MW:n ja prosessikatti-
loiden rinnalle hankittiin kaksi 60 t/h 65 aty kattilaa.
Nämä kattilat sijaitsevat voimalaitosrakennuksessa
(kuva 12). Kaikki prosessihöyryt johdetaan voimalaitos-
rakennukseen ja siinä ovat myös kattilaveden valmistus-
laitos, yhteinen syöttövesisäiliö, kaikki syöttövesipumput
sekä eräät prosessikattiloiden lieriöt ja kiertovesipumput.

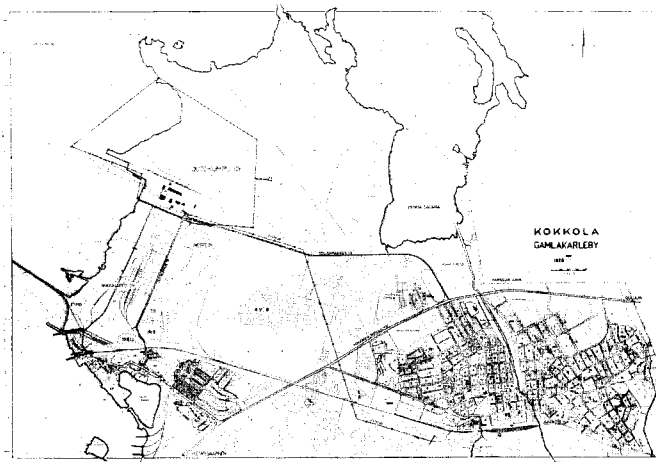
Kaikki kattilat valvotaan ja säädetään voimalaitok-
sessa, joka on myös vastuussa koko höyryjärjestelmästä.

Voimalaitoksen yhteydessä on 110 kV:n kytkinkenttä,
joka on yhdistetty valtakunnanverkkoon. Tällä hetkellä
on tuotettu teho sijoitettu siten, että 15 MW siirretään
Outokumpu Oy:n Porin seudun tehtaisiin ja 27 MW on

Kuva 12. 60 MW turbogeneraattori.

Fig. 12. 60 MW turbo-generator.





Kuva 13. Kokkolan tehtaiden sijainti.
Fig. 13. Location map of the Kokkola Works.

myyty erälle voimayhtiölle, joka ei toistaiseksi hyvän vesitilanteen takia ole voinut käyttää hyväkseen kuin 12 MW. Voimalaitos tuottaa sähköenergiaa prosessihöyryllä n. 240 milj. kWh/v. Energian tuotanto voi huonoina vesivuosina nousta lisäkattiloiden avulla jopa 350 milj. kWh/v.

TEHDASALUEEN YLEISKUVAUS

Vuonna 1959 syksyllä ryhdyttiin etsimään paikkaa rakennettavaa pyriin jalostuslaitosta varten. Paikan valinnassa päädyttiin Kokkolan Ykspihlajan alueeseen (kuva 13), koska

- Ykspihlaja on Pyhäsalmen lähin satamapaikka, johon on rautatieyhteys. Tulevan tehdasalueen yhteyteen oli mahdollista rakentaa oma syväsatama;
- Kokkolan kautta kulki 110 kV rannikkolinja;
- alueella tuntui olevan työvoiman tarjontaa;
- Kokkolan kaupunki oli halukas edullisilla ehdoilla myymään maata teollisuuslaitosta varten;

Kuva 14. Aksanometrinen asemakaava.

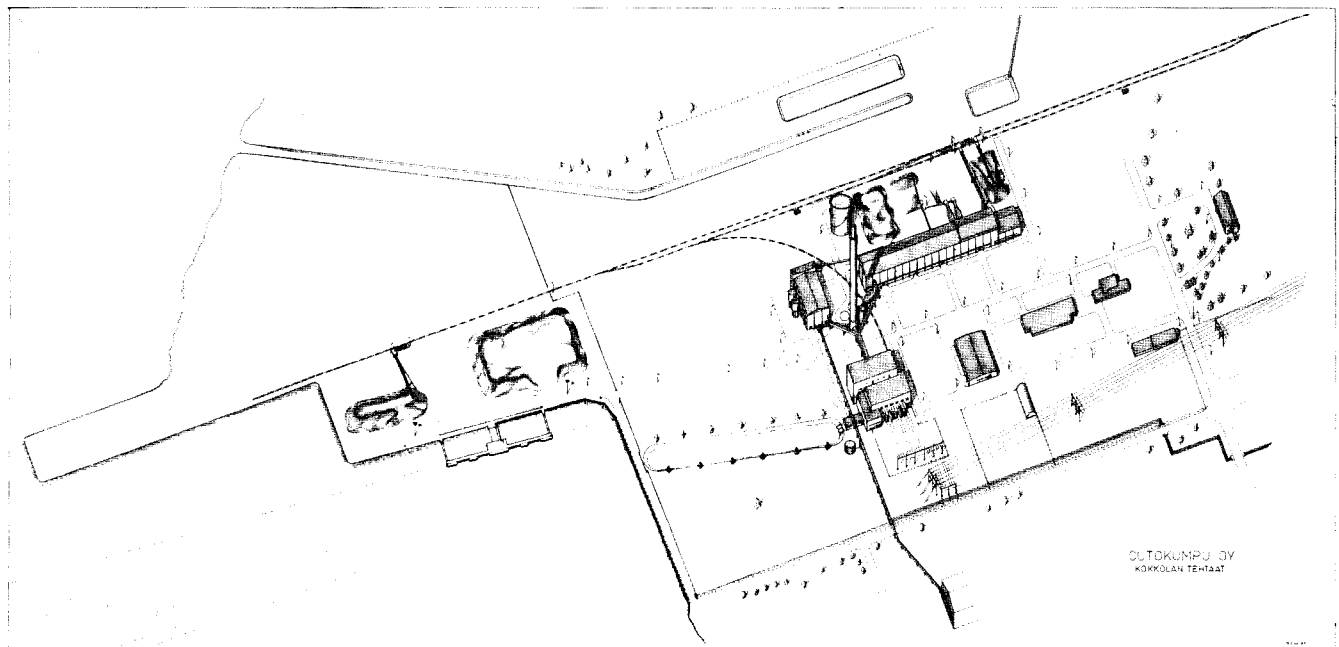


Fig. 14. Axonometric view

— alueen vieressä sijaitsee Rikkihappo Oy:n tehdas, jota tämä yhtiö oli valmis laajentamaan niin, että se pystyisi käyttämään hyväkseen uuden tehtaan tuottamat SO₂-kaasut.

Alue ostettiin kaupungilta 19. 11. 1959. Välittömästi ryhdyttiin laatimaan aluesuunnitelmaa ja sen jälkeen rakennussuunnitelmaa.

Asemakaava

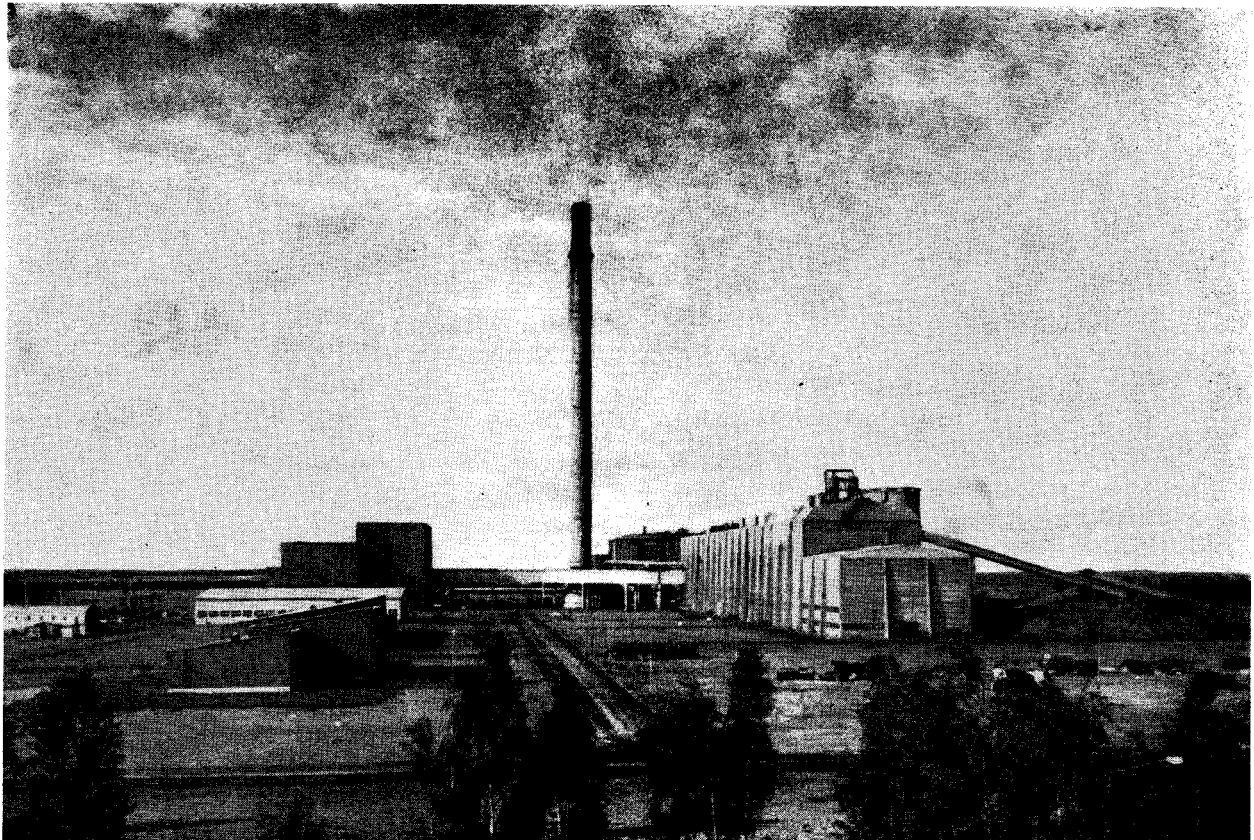
Rikkihappo Oy:n alueeseen etelässä rajoittuva rakennettava alue oli n. 25 ha. 110 kV:n linja sijoitettiin alueen etelälaitaan ja rautatie pohjoislaitaan.

Alue jaettiin itä-länsisuunnassa kahtia konttorilta satamaan johtavalla päätiellä, jonka pohjoispuolelle sijoitettiin varsinaiset prosessirakennukset, sekä niiden ja radan väliin raaka-aine- ja välituotevarastot sekä rikkisiilo. Tien eteläpuolelle sijoitettiin voimalaitos, korjaamovarastorakennus, huoltorakennus sekä ruokala. Savupiippu, johon johdetaan kaikki prosessien jätekaasut sekä voimalaitoskattiloiden savukaasut sijoitettiin näiden laitosten keskelle.

Yleissuunnittelussa oli huomioitava mahdollisimman lyhyet suurten materiaalmäärien kuljetukset, lyhyet yhteydet savupiippuun, lyhyet höyry- ja syöttövesiyhteydet, SO₂-putken yhteys rikkihappotehtaaseen, jäähdytysvesiyhteys merestä voimalaitokseen, rautatieyhteys voimalaitoksen raskaiden koneiden ja muuntajien kuljetusta varten. Lisäksi oli varattava riittävästi tilaa mahdollisia laajennuksia ja lisärakennuksia varten. Arkkitehtonisiakaan näkökohtia ei sopinut kokonaan unohtaa. Asemakaava (kuva 14) on syntynyt sovittelujen ja kompromissien tuloksena

Rakennustyöt

Mataluuden ja rämeisyyden vuoksi aluetta ei voitu pitää rakennuskelpoisena. Koko aluetta jouduttiin täyttämään 0–2 m. Tähän oli käytettävissä n. 800 000 m³



Kuva 15. Yleiskuva tehdasalueesta.

Fig. 15. General view of factory area.

hiekkaa, jota nostettiin imuruoppauksella satamaltaasta ja väylältä. Näitä massoja riitti myös malmivarastoalueen ja aallonmurtaajan rakentamiseen.

V. 1960 keväällä alkoivat alueen rakennustyöt. Ensimmäin poistettiin puusto. Alue täytettiin sataman ruoppauksessa saaduilla maamassoilla. Samanaikaisesti alkoivat talonrakennustyöt. Rakennukset valmistuivat seuraavassa järjestyksessä: konttori marraskuussa 1960, ruokala-huoltorakennus ja korjaamo maaliskuussa 1961, prosessirakennukset ja voimalaitos helmikuussa 1962. Asennustyöt alkoivat syksyllä 1961 ja olivat valmiina elokuussa 1962, jolloin laitoksen koekäyttö pääsi alkamaan.

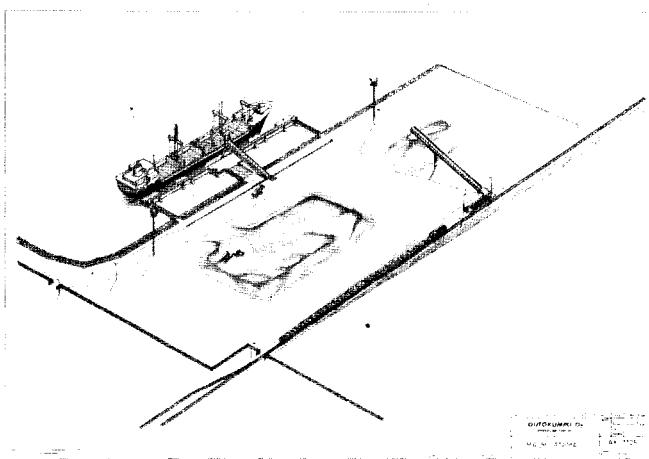
Koekäyttö osoitti, että prosessi toimii suunnitellulla tavalla.

Täyteen tuotantoon pääsemistä ovat haitanneet eräät laitteissa esiintyneet heikkoudet, joita on pyritty mahdollisuuksien mukaan poistamaan. Pahimpia haittoja olivat pasuton kattiloiden vauriot, jotka johtivat kattiloiden täydelliseen uusimiseen. Pasuttokin saatiin käyntiin vuoden 1963 alussa.

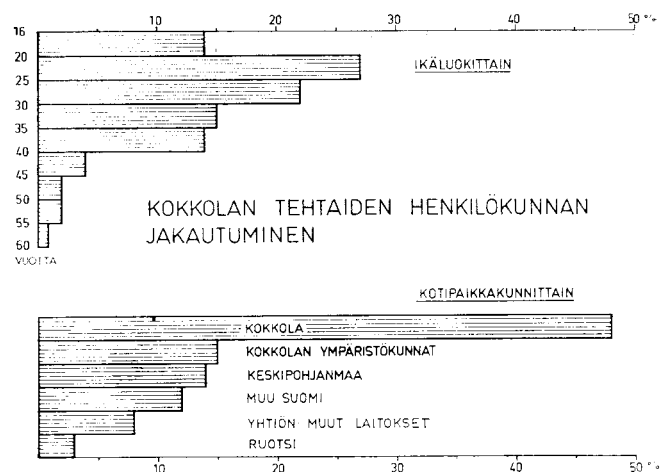
Satama

Tärkeä laitos varsinaisten tuotantolaitosten rinnalla on satama (kuva 16). Satama on suunniteltu palvelemaan seuraavia tarkoituksia:

Kuva 16. Satama
Fig. 16. Harbour.



Kuva 17. Henkilökunta.
Fig. 17. Personnel.



- Kokkolan tehtaiden tuottaman rautamalmin ja mahdollisesti rikin vientiä;
- Muualta tulevien rikasteiden ja muiden pasute-tuotteiden vientiä;
- Öljyn tuontia.

Sataman viralliseksi purjehdusvyödeksi valittiin 9,25 m (ruoppausvyövyys 10,60). Yhteyden saaminen näin syvään valmiiseen väylään vaati ruoppausta ainoastaan n. 900 m:n matkalle satama-altaan pohjasta luettuna. Kaikille ruopattaville massoille löytyi hyödyllinen ja tehokas käyttö.

Satamaa voivat käyttää täydessä lastissa laivat aina 20 000 tonnin vetoisuuteen asti.

Satamassa on seuraavat laitteet: 120 m pitkä laituri, jonka sillat yhdistävät mantereeseen. Neljään suuntaan liikuteltava hihnakuuljetin hoitaa malmin siirron mantereelta laivan ruumaan. Hihnakuuljetinta syötetään kauha-kuormajalla. Laitteen teho on n. 400 t/h. Liikuteltavuutensa ansiosta laite sopii eri kokoisille laivoille, eikä laivaa tarvitse lastauksen aikana siirtää. Myös trimmaus tapahtuu lastauskuuljetinta siirtelemällä.

Satamaraitteelle on rakennettu kaadettavien malmi-vaunujen purkauspaikka ja kiinteä varastointikuuljetin vieraiden malmien käsittelyä varten. Nämä malmit siirretään laivaan samalla tavalla kuin omatkin tuotteet.

Satamalaiturilta johtavat öljyjohtot Outokumpu Oy:n alueen kaakkoispuolella olevalle öljyvarastoalueelle, josta myös pyrittiin jalostustehtaan tarvitsema öljy saadaan. Öljylaivojen purkauskapasiteetti on n. 1000 t/h. Satamassa purettiin ensimmäinen öljylaiava joulukuussa 1961.

Työvoima

Samanaikaisesti suunnittelutöiden alkamisen kanssa aloitettiin henkilökunnan järjestely.

Ensimmäiset teknikot otettiin laitoksen palvelukseen keväällä 1960 ja heidät sijoitettiin aluksi Harjavaltaan koulutettaviksi. Sieltä he myöhemmin siirtyivät Kokkolan tehtaalle, missä he osallistuivat aluksi suunnittelutyöhön ja myöhemmin asennustöihin. Nyt he toimivat käyttötyönjohtajina.

Miehistöä ryhdyttiin ottamaan palvelukseen v. 1961 ja heidän koulutuksensa hoidettiin niinkään Harjavallan sulatossa sekä eri pasutoissa.

Työvoiman saanti laitokselle on ollut hyvä. Tilastot osoittavat, että henkilökunnasta (318 henkeä) on

16—20 vuotiaita	16 %
21—30 »	49 %
31—40 »	29 %
41—50 »	6 %
yli 50 »	2 %.

Alueellisesti työvoima jakautuu seuraavasti, sen mukaan, mistä ovat tulleet laitoksen palvelukseen:

Kokkolasta	48 %
Lähikunnista	15 %
Keskipohtanmaalta	14 %
Muualta Suomesta	12 %
Ruotsista	3 %
Yhtiön muista laitoksista	8 %

Viimeksi mainituista suurin osa kuuluu virkailija- ja työnjohtajakuntaan.

Mainittakoon vielä, että henkilökunnassa on 83 % suomenkielisiä ja 17 % ruotsinkielisiä, mikä jokseenkin vastaa Kokkolan virallista kielisuhdetta.

Ennakoarvioinnit työvoiman saannista pitivät siis paikkansa.

Summary: *The Kokkola Works*

Outokumpu Oy has developed a way of utilizing the pyrite concentrate of the Pyhäsalmi Mine, based upon the thermal decomposition of pyrite in the reaction shaft of a flash smelting furnace at a temperature of 1200°C. The heat is maintained by means of oil burners. The gas stream is cooled and cleaned by precipitators, and the sulphur separated by condensation is collected and granulated.

A part of the sulphur remains in the iron as FeS-matte. This matte separates from the gas stream and sinks, forming a liquid bath, at the bottom of the furnace from where it is tapped and then granulated in water. The granulated matte is then transported to a roasting furnace, and the SO₂-gases are led to a sulphuric acid plant. The roasting residues are sold as iron ore.

From the process, heat is recovered in waste heat boilers and is passed to a turbo-generator set.

The plant was commissioned in 1962 and now handles 360 000 tons of pyrites per year and produces annually about 90 000 tons sulphur and SO₂-gases containing about 65 000 tons S, 240 000 tons of iron ore, and the plant generates 240 million kWh of electricity.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

Vuosikertomus vuodelta 1962

Vuosikokous

Vuorimiesyhdistys kokoontui sääntömääräiseen vuosikokoukseensa Helsingissä 29. 3. 1963. Läsnä oli 248 yhdistyksen jäsentä. Kutsuvieraina vuosikokouksessa olivat Svenska Bergsmannaföreningenin edustaja professori G. Björling, Norske Ingeniörföreningenin edustaja berging. O. Hansen sekä Svenska Gruvföreningenin edustaja dipl. ing. Krister Ingo.

Virallisten asioiden jälkeen kuultiin esitelmät:

- yli-ins. Heikki Tanner: Pyhäsalmen rikkikiisumalmin hyväksikäyttö
- dipl.ins. Kauko Kaasila: Kokkolan tehtaitten sulatto
- dipl.ins. Osmo Vartiainen: Kokkolan tehtaitten pasutto
- Esitelmän jälkeen Oy Vuoksenniska Ab esitti filmin: Suomalaisen teräksen synty — Det finska stålet.

Iltapäivällä pitivät eri jaostot vuosikokouksensa ja kuultiin sarja erikoisalojen esitelmiä.

Vuosikokouspäivän iltana oli illallistanssiaiset ravintola Adlonissa, missä mainiosta ohjelmasta vastasi Otanmäki Oy.

Vuorimiespäivien toisena päivänä eli 30. 3. 1963 suoritettiin tehdaskäynti Oy Suomen Kaapelitehdas Oy:n Bätvikin tehdaslaitoksille ja Otaniemen atomireaktoriin.

Lounas nautittiin Seurahuoneella.

Yhdistyksen toimihenkilöt

Puheenjohtajana on toiminut professori Kauko Järvinen ja varapuheenjohtajana toimitusjohtaja Börje Forsström. Edellisten lisäksi ovat hallitukseen kuuluneet seuraavat henkilöt: vuorineuvos Björn Westerlund, dipl.ins. Gunnar Laatio, dipl.ing. Henning Doepel, professori R. T. Hukki, tekn.tri Sakari Heiskanen ja fil.mag. Tor Stolpe.

Yhdistyksen sihteerinä on toiminut dipl.ins. Sakari Seeste. Rahastonhoitajan tehtäviä on hoitanut dipl.ins. Paavo Maijala.

Yhdistyksen hallitus on toimintavuoden aikana koostunut 3 kertaa. Jaostojen puheenjohtajat on kutsuttu kokouksiin mukaan.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus—Bergshanteringen on ilmestynyt 2 kertaa vuoden aikana. Päätoimittajana on ollut tri-ins. Paavo Asanti ja toimitussihteerinä fil.lis. Marjatta Okko.

Svenska Gruvföreningenin vuosijuhlassa 30. 11. 63 dipl.ins. Heikki Aulanko edusti yhdistystä.

Yhdistyksen jäsenmäärä

Toimintavuoden lopussa oli jäsenmäärä 632, josta nuoria jäseniä 36. Kuoleman kautta on poistunut kolme jäsentä ja yksi on eronnut.

Eero Mäkinen-mitali

on jaettu 29. 3. 63 yli-ins. John Ryselinille ja fil.tri Åke Bergströmille sekä 13. 12. 63 vuorineuvos Petri Brykille.

Geologijaosto

Geologijaosto on kuluneen toimintavuoden aikana pitänyt kaksi varsinaista kokousta sekä järjestänyt kesä-

kokouksen retkeilyineen Ouluun ja sen ympäristöön. Jaoston puitteissa on pidetty seuraavat esitelmät:

- fil.maist. M. Laurila: Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käyttö malminetsinnässä
- fil.maist. Olli Halonen: Paakkilan asbestin etsinnässä käytetystä moreenitutkimus- ja vaunuporausmenetelmästä
- prof. V. Veijola: Selostus lantanideista sekä niiden valmistuksesta ja käytöstä.
- fil.lis. K. Korpela: Permantokosken maaperän geologiset tutkimukset
- fil.maist. P. Taanila: Seismisten luotausten käytöstä Espoon vesihuollon jätevesitunnelitutkimuksissa
- fil.maist. J. Kalla: Ylä-Tuloman voimalaitoksen kallioperätutkimukset
- maist. A. Heikkinen: Montan savikiven raudan hapetusasteen vaihteluista kiven eri osissa.

Jaoston puheenjohtajana on toiminut prof. Aimo Mikkola ja sihteerinä fil.maist. Veikko Räsänen. Jaoston jäsenmäärä on 110.

Kaivosjaosto

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintakauden aikana kaksi kertaa ja suorittanut syysretkeilyn Outokummun kaivokselle ja Paakkilan louhokselle. Jaoston puitteissa on pidetty seuraavat esitelmät:

- dipl.ins. P. Maijala: Kaivostemme teknillisestä kehityksestä 20 vuoden aikana
- prof. R. T. Hukki: Lokerosakeutin
- dipl.ins. G. Laatio: Jätteen käsittely kaivoksillamme ja uusi vesiensuojelulaki
- dipl.ing. C.-F. Bäckström ja dipl.ins. V. Viertokangas: Erfarenheter betr. lastning och transport från olika arbetsplatser
- dipl.ins. T. Heikkinen: Kokemuksia kaksivaiheisesta autogeenijauhuksesta
- dipl.ins. P. Westerlund, M. Autio ja O. Hermonen: Raajärven kaivos
- dipl.ins. H. Aulanko: Rakennustöistä Outokummun kaivoksessa

Jaoston puheenjohtajana on toiminut yli-ins. Heikki Tanner ja sihteerinä dipl.ins. O. Alarotu. Jaoston jäsenmäärä on 168.

Metallurgijaosto

Metallurgijaosto on toimintakauden aikana kokoontunut kaksi kertaa ja suorittanut kesäretkeilyn Högforsin tehtaalle Karkkilaan. Jaoston puitteissa on pidetty seuraavat esitelmät:

- tekn.tri Pekka Rautala: Guinier-Preston vyöhykkeiden rakenteesta
- fil.lis. Antti Soininen: Tekokumeista ja niiden teknillisestä käytöstä
- tekn.lis. Markku Mannerkoski: Austeniitin hajautuminen 13 % kromiteräksessä
- tekn.lis. Pentti Kettunen: Väsymisen mekanismista hilakeskisessä raudassa

- prof. Matti Tikkanen: Uusia näkemyksiä metallurgisten prosessien kinetiikasta.
- fil.tri Tor Stubb: Fononien ja elektronien vuorovaikutus n-tyyppisessä germaniumissa
- tekn.tri Eliel Lähteenkorva: Metallirakenteiden stabiilisuuden elektroniteoriaa
- tekn.lis. Olavi Siltari: Kuumamuokattavuudesta ja sen mittaamisesta kuumakiertokokeella
- dipl. ins. Raimo Keinänen: Martensiittimuutosta edeltävän muokkauksen vaikutus teräksen lujuusominaisuuksiin

Jaoston puheenjohtajana on toiminut dipl.ins. Lennart Häkkä ja sihteerinä dipl.ins. Osmo Tuori. Jaoston jäsenmäärä on 304.

Tutkimusvaltuuskunta

Toimintavuoden aikana on valmistuneet seuraavat tutkimukset:

- Kom. n:o 9 Rikastamoiden jätealueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla.
- Kom. n:o 10 Kuilurakenteet
- Kom. n:o 11 Raakkulaimennus
- Kom. n:o 12 Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten seinä- ja kattorakenteet
- Kom. n:o 14 Suunnan ja kaltevuuden mittaussyväkairauksessa
- Kom. n:o 13 Vedenpoisto kaivoksesta, on saanut yhden vuoden lisää tutkimuksen suorittamiseen.

Uusina tutkimuskohteina on otettu ohjelmaan:

- Kom. n:o 15 Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä, puheenjohtajana fil.maist. H. Wennervirta,
- Kom. n:o 16 Märkien jauheiden kuivaus, puheenjohtajana dipl.ins. E. Nyholm.

Teollisuuden edustajaksi tutkimusvaltuuskuntaan on valittu 12. 3. 64 alkaen dipl.ins. Jarmo Soininen Otanmäki Oy:stä.

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana on toiminut dipl.ins. Caj Holm ja sihteerinä dipl.ins. P. Similä.

Museotoimikunta

Toimikunta ei ole voinut toimia sopivien säilytystilojen puuttuessa edelleenkin. Puheenjohtajana on toiminut professori Aarne Laitakari ja sihteerinä ins. Aarne Laaksonen.

Vakuudeksi: *Kauko Järvinen*
Puheenjohtaja

Sakari Seeste
Sihteerii

VUORIMIESYHDISTYKSEN GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1963

Geologijaosto on kuluneen toimintavuoden aikana pitänyt kaksi varsinaista kokousta sekä järjestänyt kesäkokouksen retkeilyineen Ouluun ja sen ympäristöön.

Jaoston vuosikokous pidettiin yhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 29. 3. 1963 Teknisellä Korkeakoululla Helsingissä. Puheenjohtajana toimi maist. Aatto J. Laitakari ja läsnä oli 52 yhdistyksen jäsentä.

Jaoston uudeksi puh.johtajaksi valittiin prof. Aimo Mikkola Teknisestä Korkeakoulusta.

Jaoston työkomitean puh.joht. maist. M. Laurila selosti johtamansa komitean työn tuloksia — tutkimusaiheena oli »Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käyttö malminetsinnässä».

Uudeksi työkomitea-aiheeksi jaostolle oli yhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan kokouksessa 5. 3. 1963 hyväksytty aihe »Suunnan ja kaltevuuden mittaussyväkairauksessa».

Kokouksesitelmän piti maist. O. Halonen aiheesta »Paakkilan asbestin etsinnässä käytetystä moreenitutkimus- ja vaunuporausmenetelmästä».

Jaoston kesäretki tehtiin 6—7. 9. 1963 Ouluun ja sen ympäristöön. Retkeilykohteina olivat Typpi Oy:n teollisuuslaitokset, joitten selostuksista ja tutustumiskäynti-opastuksista huolehtivat maist. J. Nortio ja dipl.ins:t Marttinen ja Mattila. Lisäksi liittyi päivän ohjelmaan prof. V. Veijolan seikkaperäinen selostus lantanideista sekä niiden valmistuksesta ja käytöstä. — Oulun malminsatama ja Pohjois-Pohjanmaan museo täydensivät päivän nähtävyydet.

Toisen retkipäivän ohjelmaan kuuluivat Oulujoki Oy:n Montan voimalaitos, jossa oppaana oli jaoston varapj. maist. J. Kalla, betoni- ja geoteknillinen laboratorio Leppiniemessä, selostajana lab.mest. Humaloja, sekä Pyhäkosken voimalaitos, esittelijänä ja oppaana dipl.ins. Valtari. — Ennen yhteisen retkeilyn päättämistä kuultiin vielä esitelmät:

- fil.lis. K. Korpela: Permantokosken maaperän geologiset tutkimukset,
- fil.maist. P. Taanila: Seismisten luotausten käytöstä Espoon vesihuollon jätevesitunnelitutkimuksissa,
- fil.maist. J. Kalla: Ylä-Tuloman voimalaitoksen kallioperätutkimukset.

Jaoston syyskokous pidettiin 13. 12. 1963 Teknisellä Korkeakoululla Helsingissä. Puhetta johti prof. A. Mikkola ja läsnä oli 34 jäsentä. — Kokouksessa maist. A. Heikkinen esitti tiedonannon jaoston kesäretken yhden tutustumiskohteen, Montan savikiven raudan hapetusasteen vaihteluista kiven eri osissa, sekä lis. K. Kauranne rakennusgeologien osallistumisesta VI Pohjoismaiseen geologikokoukseen.

Esitelminä kuultiin dipl.ins. P. Similän esitys »Eräitten teollisuusmineraalien ja maalajien käytöstä ja laatuvaatimuksista», sekä toisena dipl.ins. R. Alangon esitys »Siporexin valmistus».

Jaoston jäsenmäärä oli toimintavuoden lopulla 110. Helsingissä, helmikuun 19 p:nä 1964

Aimo Mikkola *Veikko Räsänen*
puheenjohtaja sihteerii

VUORIMIESYHDISTYKSEN KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1963

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana kaksi kertaa, yhdistyksen kevätkokouksen yhteydessä 29. 3. sekä jaoston syysretkeilyn aikana 8. 11.

Dipl.ins. P. Maijalan johtaman opaskirjakomitean toimesta on kuluneen toimintavuoden aikana valmistunut »Kaivosten turvallisuusopas».

Jaoston kevätkokoukseen osallistui 88 jäsentä. Kokouksen yhteydessä kuultiin seuraavat esitelmät:

- dipl.ins. P. Maijala: Kaivostemme teknisestä kehityksestä 20 vuoden aikana
- prof. R. T. Hukki: Lokerosakeutin
- dipl.ins. G. Laatio: Jätteen käsittely kaivoksillamme ja uusi vesiensojtelulaki

— dipl.ing. C-F. Bäckström ja dipl.ins. V. Viertokangas: Erfarenheter betr. lastning och transport från olika arbetsplatser

Jaoston syysretkeily tehtiin Outokummun kaivokselle ja samalla tutustuttiin Paakkilan louhokseen. Retken aikana pidettyyn kokoukseen Kuopiossa osallistui 87 jaoston jäsentä. Kokouksen yhteydessä kuultiin seuraavat esitelmät:

- dipl.ins. T. Heikkinen: Kokemuksia kaksivaiheisesta autogeenijauhuksesta
- dipl.ins. P. Westerlund, M. Autio ja O. Hermonen: Raajärven kaivos
- dipl.ins. H. Aulanko: Rakennustöistä Outokummun kaivoksessa

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut yli-ins. H. Tanner, varapuheenjohtajana dipl.ins. E. Hakapää ja sihteerinä dipl.ins. O. Alarotu. Jaoston jäsenmäärä oli toimintavuoden lopulla 168.

Helsingissä 17. 1. 1964

Olavi Alarotu
Sihteeri

VUORIMIESYHDISTYKSEN METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1963

Jaoston vuosikokous pidettiin Teknillisessä Korkeakoulussa 29. 3. 1963 alkaen klo 14.00. Kokoukseen, jonka puheenjohtajana toimi dipl.ins. Lennart Häkkä ja sihteerinä dipl.ins. Osmo Tuori, oli saapunut 101 jaoston jäsentä.

Jaoston johtokunta sai seuraavan kokoonpanon:

Puheenjohtaja entinen: dipl.ins. L. Häkkä (valittu sääntöjen mukaan 3-vuotiskaudeksi, alkaen 1961).

Varapuheenjohtaja vuodeksi 1963: dipl.ins. E. Autere.

Sihteeri vuodeksi 1963: dipl.ins. O. Tuori.

Jaoston kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- Tekn.tri Pekka Rautala: Guinier-Preston vyöhykkeiden rakenteesta.
- Fil.lis. Antti Soininen: Tekokumeista ja niiden teknillisestä käytöstä.
- Tekn.lis. Markku Mannerkoski: Austeniitin hajautuminen 13 % kromiteräksissä.
- Tekn.lis. Pentti Kettunen: Väsymisen mekanismista hilakeskisessä raudassa.

30. 3. 1963 teki jaosto tehdasretkeilyn Suomen Kaapelitehdas Oy:n Bätvikin tehdaslaitoksiin.

Kesäretki

Kesäretki tehtiin 23. 8. 1963 Kymi Oy:n Högforsin Tehtaalle Karkkilaan. Mukana oli 51 jaoston jäsentä, joista n. 30 käytti järjestettyä bussikuljetusta. Antoisan tehdasretkeilyn jälkeen tutustuttiin tehtaan museoon sekä käytiin saunomassa »Mustikkamäessä», teknillisen henkilökunnan virkistyskeskuksessa. Onnistuneen retkeilyn päätti isäntien tarjoama maukas rapuillallinen virkailijakerholla.

Syyskokous

Syyskokous pidettiin lokakuun 31 p:nä Teknillisen Korkeakoulun Teknillisen Fysiikan laitoksessa Otaniemessä. Kokouksessa, joka alkoi klo 9.00, oli läsnä 71 jaoston jäsentä. Kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- Prof. Matti Tikkanen: Uusia näkemyksiä metallurgisten prosessien kinetiikasta.
- Fil.tri Tor Stubb: Fononien ja elektronien vuorovaikutus n-tyyppisissä germaniumissa.

— Tekn.tri Eliel Lähteenkorva: Metallirakenteiden stabiilisuuden elektroniteoriaa.

— Tekn.lis. Olavi Siltari (esitelmän luki tekn.yliopp. Carling): Kuumamuokattavuudesta ja sen mittaamisesta kuumakiertokokeella.

— Dipl.ins. Raimo Keinänen: Martensiittimuutosta edeltävän muokkauksen vaikutus teräksen lujuusominaisuuksiin.

Yhteinen illallinen Insinööritalolla päätti syyskokouksen.

Jaoston jäsenet

Kuluneena toimintavuotena on jaostoon kuulunut kaikkiaan 278 varsinaista ja 26 nuorta jäsentä.

Helsingissä 3. 1. 1964.

Lennart Häkkä
puheenjohtaja

Osmo Tuori
sihteeri

VUORIMIESYHDISTYKSEN TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1963

Tutkimusvaltuuskunta on viidennen toimintavuoden aikana pitänyt kokouksen tammik. 27 p:nä. Valtuuskunnan puheenjohtajana on toiminut C. Holm ja varapuheenjohtajana P. Rautala sekä tutkimusvaltuuskunnan kutsumana sihteerinä P. Similä.

Toimintavuoden aikana on monistettu seuraavat komitearaportit:

Kom. N:o 9 *Rikastamoiden jätealueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla.*

Kom. N:o 10 *Kuulurakenteet.*

Kom. N:o 11 *Raakkulaimennus.*

Seuraavat komiteat ovat olleet toiminnassa kuluvan vuoden aikana:

Kom. N:o 12 *Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten seinä- ja kattorakenteet.*

Komitea on saanut raporttinsa valmiiksi toimintavuoden aikana.

Kom. N:o 13 *Vedenpoisto kaivoksesta.*

Komitealle on myönnetty yksi vuosi lisää aikaa raporttinsa valmistamista varten.

Kom. N:o 14 *Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkaivauksessa.*

Työ on valmistunut toimintavuoden aikana.

Tutkimusvaltuuskunta on perustanut kaksi uutta komiteaa ja määrännyt niiden jäseniksi seuraavat:

Kom. N:o 15 *Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä.*

Puh. joht. H. Wennervirta

Jäsenet R. Boström

A. Nurmi

L. Konttinen

Kom. N:o 16 *Märkien jauheiden kuivaus.*

Puh. joht. E. Nyholm

Jäsenet K. Michelsson

N. Arppe

J. Tanila

Molemmat komiteat on nimitetty yhdeksi vuodeksi.

Muistakin työkomitea-aiheista on keskusteltu ja sellaisina on herättänyt kiinnostusta seuraavat:

— Metallurgisten ja lämpökäsittelyuunien säätö ja mittaus.

— Kaivostornien rakentaminen.

— Hihnavaa'at.

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta
Caj Holm puheenjohtaja
Pentti Similä sihteeri

Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna



Dipl.ins. *Yrjö Grönros* sai vastaanottaa Eero Mäkinen-mitalin 85-vuotispäivänään 12. 4. 1964. Dipl.ins. Grönros on Suomen Mineraali Oy:n perustaja ja pitkäaikainen toimitusjohtaja.

Dipl.ins. *Matti Autio* on siirtynyt Raajärven kaivokselle. Osoite: Otanmäki Oy, Raajärvi.

Dipl.ins. *Gösta Diehl* är numera anställd vid Industria Oy. Adress: Fabriksgatan 8 C 56, Helsingfors.

Fil.dr. *Nils Edelman* har blivit utnämnd till professor i geologi och mineralogi vid Åbo Akademi. Adress: Eriks-gatan 6, Åbo.

Dipl.ins. *Teuvo Grönfors* on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen Ylöjärven kaivokselle. Osoite: Outokumpu Oy, Tampere.

Dipl.ins. *Kalle Hakalehto* toimii Teknillisen korkeakoulun geologian laboratorion laboratorioinsinöörinä. Osoite: Silta-saarenkatu 26 B 73, Helsinki.

Dipl.ins. *Olli Hermonen* on siirtynyt Raajärven kaivok-selle. Osoite: Otanmäki Oy, Raajärvi.

Dipl.ins. *Paavo Hövkkö* on siirtynyt Oy Tampella Ab:n palvelukseen Tukholman myyntikonttoriin.

Dipl.ins. *Seppo Lappalainen* on siirtynyt Vihannin kai-voxselle. Osoite: Outokumpu Oy, Lampinsaari.

Dipl.ins. *Otso Lavonius* on siirtynyt Oy Tikkakoski Ab:n toimitusjohtajaksi. Osoite: Tikkakoski.

Dipl.ins. *Lauri Pajari* on Outokumpu Oy:n palveluksessa Porin tehtailla. Osoite: Yrjönkatu 4 B 44, Pori.

Dipl.ins. *Antti Palomäki* on nimitetty Oy Tampella Ab:n konepajan paineilmakoneosaston johtajaksi. Osoite: Ilma-rinkatu 35 A 7, Tampere.

Osoitteenmuutoksia — Adressförändringar

Prof. *Kauko Järvinen*. Uusi osoite: Adolf Lindforsintie 11 A, Pohjois-Haaga.

Fil.maist. *Heikki Niini*. Uusi osoite: OAS 2 E 46, Ota-niemi.

Dipl.ins. *Oiva Ylikotila*. Uusi osoite: Onkiniemenkatu 3 D 30, Tampere.

Uusia jäseniä — Nya medlemmar

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaförening r.y:n vuosi-kokouksessa maaliskuun 20 p:nä 1964 hyväksyttiin seu-raavat henkilöt yhdistyksen *varsinaisiksi jäseniksi*:

Aho, Kalevi, dipl.ins. Oy Fiskars Ab:n palveluksessa Äminneforsissa.

Appelberg, Veikko, dipl.ins., synt. 8. 7. 1932. Osoite: Harjuviita 16 A 7, Tapiola.

Björkas, Karl-Johan, dipl.ins., född 30. 8. 1926. Över-ingeniör vid Oy Koverhar Ab, Lappvik.

Boström, Rolf, fil.mag., född 11. 12. 1923. Chefgeolog vid Pargas Kalkbergs Ab. Adress: Smedjebacken, Pargas.

Ekari, Pentti, dipl.ins. Osoite: Typpi Oy, Oulu.

Haltia, Matti, dipl.ins. Rautaruukki Oy:n palveluksessa energiaosaston päällikkönä. Osoite: Ulvilantie 19 G 20, Munkkivuori.

Helasuo, Kalevi, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab:n palve-luksessa Helsingissä. Osoite: Kanneltie 6 K 105, Etelä-Kaarela.

Hukkinen, Lars Johan, dipl.ins., synt. 30. 5. 1928. Oy Fiskars Ab:n palveluksessa keskuslaboratorion kemian laboratorion päällikkönä Äminneforsissa. Osoite: Fiskari.

Häkli, Tauno Aulis, fil.tri., synt. 22. 4. 1927. Outo-kumpu Oy:n malminetsinnän palveluksessa.

Ihalainen, Erkki Kalevi, dipl.ins., synt. 4. 11. 1925. Oy Fiskars Ab:n palveluksessa keskuslaboratorion tutki-musinsinöörinä Äminneforsissa. Osoite: Fiskars.

Karling, Olof, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluk-sessa Helsingissä. Osoite: Vesalantie, Rajakylä.

Keinänen, Raimo, dipl.ins., synt. 5. 7. 1935. Oy Fiskars Ab:n palveluksessa tutkimusinsinöörinä keskuslaborato-riossa. Osoite: Vestergård D 37, Äminnefors.

Lucander, Aulis, dipl.ins. Outokumpu Oy:n palveluk-sessa Porin tehtailla. Osoite: Yrjönkatu 4 B 36, Pori.

Meriläinen, Raimo, dipl.ins. Rautaruukki Oy:n kun-nossapitopäällikkö. Osoite: Rautaruukki Oy, Raah.

Saastamoinen, Jyry Markus, fil.kand., synt. 15. 2. 1930. Outokumpu Oy:n malminetsinnän palveluksessa.

Saikkonen, Reijo, fil.kand., synt. 3. 3. 1937. Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston palveluksessa. Osoite: Pajamäentie 3 A 6, Helsinki.

Sarikkola, Risto Kalevi, fil.kand., synt. 17. 2. 1937. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa geologina Jussarön kaivoksella. Osoite: Tunturikatu 16 C 37, Helsinki.

Sipi, Risto Kaarlo, dipl.ins., synt. 23. 6. 1926. Valmet Oy:n palveluksessa metallurgina Rautpohjan valimossa. Osoite: Valajankatu 1 B 13, Jyväskylä.

Tallberg, Carl Johan, dipl.ins., född 21. 10. 1925. Direk-tör för Atlas-Copco avdelningen hos Oy Julius Tallberg Ab. Adress: Enäsvägen 10 C, Drumsö.

Tallberg, Eric Julius, kommerseråd, född 19. 2. 1911. Verkställande direktör hos Oy Julius Tallberg Ab. Adress: Björkholmsvägen 7, Drumsö.

Toppila, Ilmari, ins., synt. 2. 9. 1910. Oy Tampella Ab:n pääsuunnittelija. Osoite: Teiskontie 22 C 45, Tam-pere.

Witting, Lars, dipl.ins. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran Rautatehtaan piirustuskonttorin päällikkönä.

Vähäsarja, Pentti Raimo A., fil.kand., synt. 20. 4. 1932. Puolustuslaitoksen palveluksessa Pääesikunnan pioneeri-osaston geologina. Osoite: Mäntykallio F 56, Matinkylä.

Edellisten lisäksi Vuorimiesyhdistys hyväksyi varsinaiseksi jäseniksi seuraavat diplomi-insinöörin tutkinnon suorittaneet nuoret jäsenet:

Holappa, Lauri	Määttä, Kauko
Karstunen, Erkki	Paasikoski, Olli
Kostamo, Pertti	Räsänen, Erkki
Manninen, Veikko	Räty, Raimo
Matikainen, Raimo	Tirkkonen, Juhani
Mattelmäki, Matti	

Nuoriksi jäseniksi hyväksyttiin seuraavat Vuorimieskillan jäsenet:

Anttilainen, Jaakko, synt. 27. 4. 1940
Bärlund, Henrik, född 16. 3. 1941
Hintikka, Pentti, synt. 24. 12. 1940

Holopainen, Pentti, synt. 28. 12. 1940

Hoopia, Raimo, synt. 23. 7. 1941

Immonen, Reino, synt. 24. 4. 1940

Johansson, Matti, synt. 1. 6. 1940

Jormalainen, Toivo, synt. 8. 8. 1940

Juntunen, Hannu, synt. 2. 12. 1941

Kleemola, Heikki, synt. 19. 11. 1941

Koskinen, Vesa

Lindgren, Sten, född. 30. 11. 1942

Lindholm, Tage, född. 14. 8. 1940

Ojanen, Asko, synt. 16. 8. 1940

Ottosson, Christer, född 23. 9. 1942

Puolamäki, Kalevi, synt. 10. 9. 1939

Reinivuo, Raimo, synt. 2. 3. 1942

Riihikallio, Lassi, synt. 17. 3. 1943

Rosqvist, Kurt, född 2. 7. 1940

Seppänen, Pentti, synt. 7. 12. 1937

Sipilä, Ville, synt. 22. 6. 1942

Teppo, Pekka, synt. 29. 3. 1938

Tiitinen, Heikki, synt. 30. 9. 1939

Toivanen, Pentti, synt. 9. 8. 1940

Vahtola, Juhani, synt. 15. 12. 1940

TILASTOTIETOJA

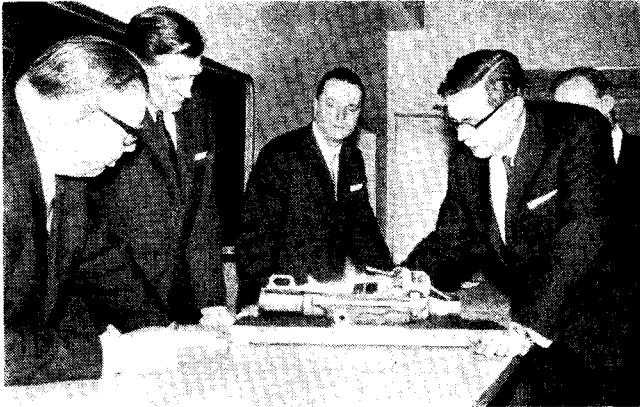
Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivostoimiston valvonnassa olevista kaivoksista vuonna 1963.

Koonnut vt. toimistopäällikkö Urpo J. Salo.

Suuruusjärjestys	Kaivos	Kunta	Kivennäinen	Haltija	Yhteensä nostettua kiveä, tonnia	Rikastettavaa kiveä, tonnia	Keskim. kaivostyöntekijöitä vuoden aikana			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
							avolouhosessa	maanalla	yht.	
1	Parainen	Parainen	kalkkikivi	Paraisten Kalkkivuori Oy	1.450.747	1.198.116	52		52	109.498
2	Pyhäsalmi	Pyhäjärvi Ol.	rikkikiisu	Outokumpu Oy	962.343	564.621	26	31	57	131.576
3	Tytyri	Lohja	kalkkikivi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	735.023	660.640		108	108	214.891
4	Ihalainen	Lappeenranta	kalkkikivi	Paraisten Kalkkivuori Oy	691.486	639.156	43	23	66	146.228
5	Outokumpu	Kuusjärvi	kuparimalmi	Outokumpu Oy	691.484	658.071		423	423	844.574
6	Otanmäki	Vuolijoki	rautamalmi	Otanmäki Oy	656.585	588.632		133	133	252.328
7	Vihanti	Vihanti	sinkkimalmi	Outokumpu Oy	506.781	464.553		122	122	249.563
8	Kotalahti	Leppävirta	nikkelimalmi	Outokumpu Oy	499.443	457.380	9	112	121	256.331
9	Paakkila	Tuusniemi	asbesti	Paraisten Kalkkivuori Oy	405.488	20.622	25		25	46.731
10	Ylöjärvi	Hämeenkyrö	kuparimalmi	Outokumpu Oy	317.894	317.732		46	46	103.572
11	Jussarö	Tammisaaren mlk.	rautamalmi	Oy Vuoksenniska Ab	274.770	238.288		84	84	183.500
12	Ojamo	Lohja	kalkkikivi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	218.695	184.343		70	70	147.583
13	Ruokojärvi	Kerimäki	kalkkikivi	Ruskealan Marnori Oy	187.266	159.528		48	48	102.392
14	Montola	Virtasalmi	kalkkikivi	Paraisten Kalkkivuori Oy	143.228	124.864		34	34	73.323
15	Förby	Särkisalo	kalkkikivi	Karl Forsström Oy	138.778	111.074		15	15	33.282
16	Kärvasvaara	Kemijärvi	rautamalmi	Otanmäki Oy	109.016	99.661		21	21	40.538
17	Kalkkimaa	Alatornio	kalkkikivi	Rauma-Repola Oy	84.500	83.000	7		7	13.434
18	Sipoo	Sipoo	kalkkikivi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	50.411	44.537		14	14	35.528
19*	Raajärvi	Kemijärvi	rautamalmi	Otanmäki Oy	27.699	—	7	6	13	24.062
20	Metsämonttu	Kisko	lyijy-sinkkimalmi	Outokumpu Oy	15.385	10.185		33	33	68.566
21	Jormua	Paltamo	talkki	Paraisten Kalkkivuori Oy	8.521	6.976	4		4	9.360
22	Pitkäniemi	Lohja	kalkkikivi	Lohja-Kotka Oy	8.050	7.173		9	9	3.423
23*	Kolari	Kolari	rautamalmi	Otanmäki Oy	7.840	—		21	21	39.870
24*	Luikonlahti	Kaavi	kuparimalmi	Malmikaivos Oy	4.343	211		9	9	17.314
25	Nordsjö	Helsingin mlk	kalkkikivi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	770	770		2	2	940
					8.196.246	6.640.133	173	1 364	1 537	3.148.407

*) rakennus- tai tutkimusvaiheessa

Vuoriteollisuusosasto Teknillisessä korkeakoulussa



»Tampellan kallioporakone S 100, joka nyt leikattuna luovutetaan vuorimiehille, ei ole tarkoitettu poraustyöhön käytettäväksi, vaan nimenomaan opetustarkoituksiin,» sanoi dipl.ins. K. Koivisto Oy Tampella Ab:sta Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastossa 19. 3. 1964 tapahtuneessa Tampellan kallioporakoneen luovutustilaisuudessa pitämässään puheessa.

Koneen vastaanottivat Teknillisen korkeakoulun puolesta professorit Kauko Järvinen ja Aimo Mikkola (kuvassa vasemmalla) ja sen luovuttivat diplomi-insinöörit K. Koivisto (keskellä) ja A. Palomäki (oikealla) Tampellan konepajalta.

Vuoriteollisuusosastossa suoritettut diplomi-insinöörin tutkinnot:

Kostamo, Pertti Antero, diplomityö »Tutkimus sintratun ruostumattoman teräksen korroosiosta» professori Tikkasen johdolla.

Mattemäki, Matti Tapani, diplomityö »Tutkimus transitiometallioksidin epästökiometriasta» professori Tikkasen johdolla.

Määttä, Veli Kauko Johannes, diplomityö »Pallografiittisen valuraudan ferritoiminen» professori Miekk-ojan johdolla.

Karstunen, Erkki Johannes, diplomityö »Tutkimus rikkivetytöisen kaasun aiheuttamasta korroosiosta» professori Tikkasen johdolla.

Holappa, Lauri Elias Kalevi, diplomityö »Tutkimus eräistä erikoisilmioistä terästä melloitettaessa» professori Tikkasen johdolla.

Paasikoski, Olli, diplomityö »Tutkimus wüstiitin (Fe_{1-x}O) sisäisestä rakenteesta» professori Tikkasen johdolla.

Manninen, Veikko Kalervo, diplomityö »Tutkimus epästökiometristen oksidien analysoimisesta jodometrisesti» professori Tikkasen johdolla.

Räty, Raimo Allan, diplomityö »Alumiinilisäyksen vaikutus Si-Mn-teräksen raekokoon ja väsytykestävyyteen» professori Miekk-ojan johdolla.

Tirkkonen, Tauno Juhani, diplomityö »Tutkimus magnetiitin vetytelkistyksestä» professori Tikkasen johdolla.

Lehtola, Antti, diplomityö »Tutkimus mineraalilietteiden tärysakeutuksesta» professori Hukin johdolla.

Niitti, Timo Untamo, diplomityö »Tutkimus jauheiden raekoon jakautuman ja ominaispinta-alan määrittämisestä» professori Hukin johdolla.

KAIVOSINSINÖÖRI

SAA TOIMEN

 **SVEDALA** murskaus- ja lajitteluosastomme
ARBRA esimiehenä.

Viime syksynä päättivät Aktiebolaget Åbjörn Anderson, Svedala, ja Arbrå Verkstads Aktiebolag, Arbrå, kilpailua edistävässä tarkoituksessa liittyä yhteen, yhdistää valmistuksensa sekä muodostaa yhteisen myyntiorganisaation. Yhteenliittymisensä jälkeen he ovat suurimmat murskaus- ja lajittelulaitosten valmistajat EFTA:n piirissä. Heidän tuotantonsa käsittää kierto- ja heilurimurskaimia 1800 mm:n kitaleveyteen, Allis Chalmers Hydrocone kartiomurskaimia, täry- ja resonanssiseuloja sekä kiinteitä ja liikkuvia lajittelulaitoksia erilaisiin tarkoituksiin.

Hakijan tulisi suomenkielen lisäksi hallita ruotsin- ja englanninkieli. Etusija annetaan henkilölle, joka tuntee Suomen kaivosteollisuuden.

Hakemukset, jotka käsitellään luottamuksellisesti, pyydetään lähettämään henkilötietoineen sekä selvityksineen aikaisemmasta toiminnasta osoitteella Oy Rolac Ab JOHTOKUNTA, Malmink. 20, Helsinki

ROLAC

GRUVINGENJÖR

sökes som chef för vår avdelning för

 **SVEDALA** kross- och sorterings-
ARBRA anläggningar.

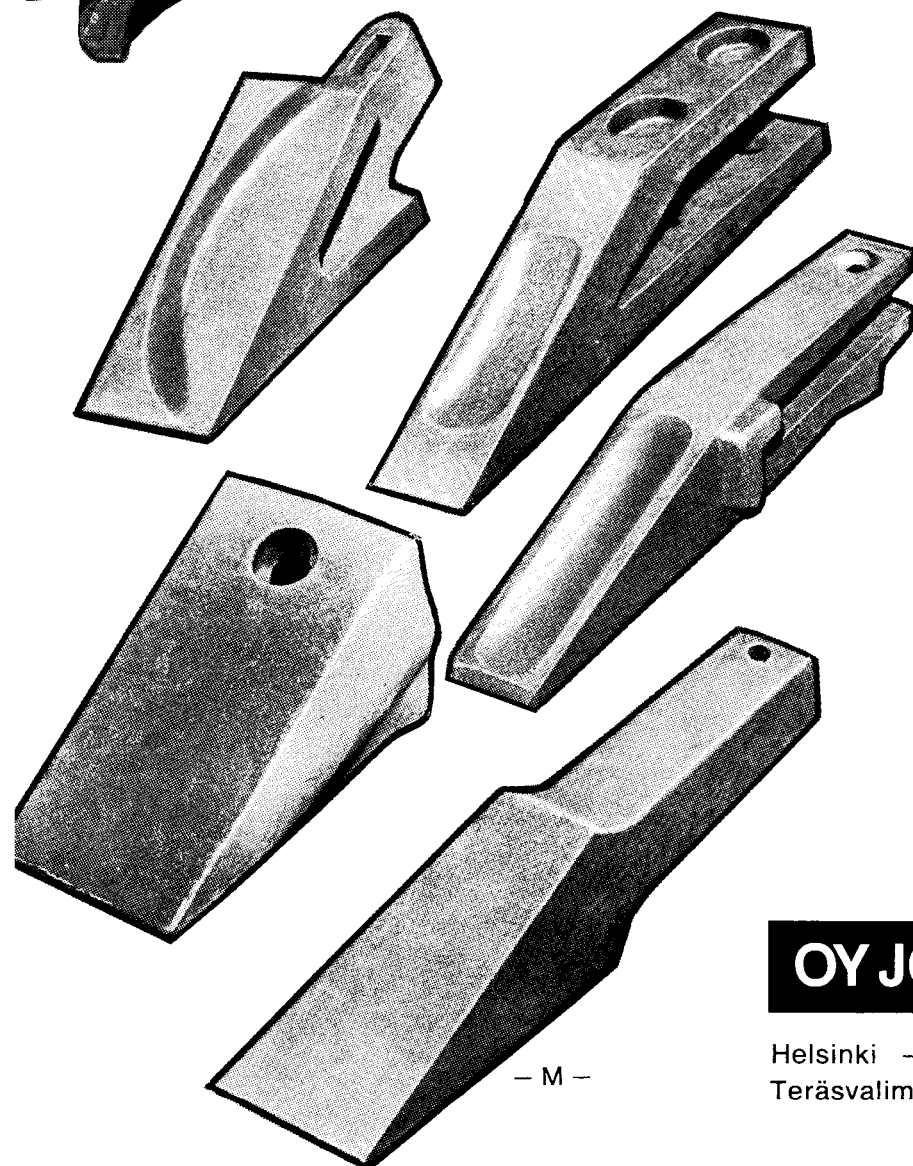
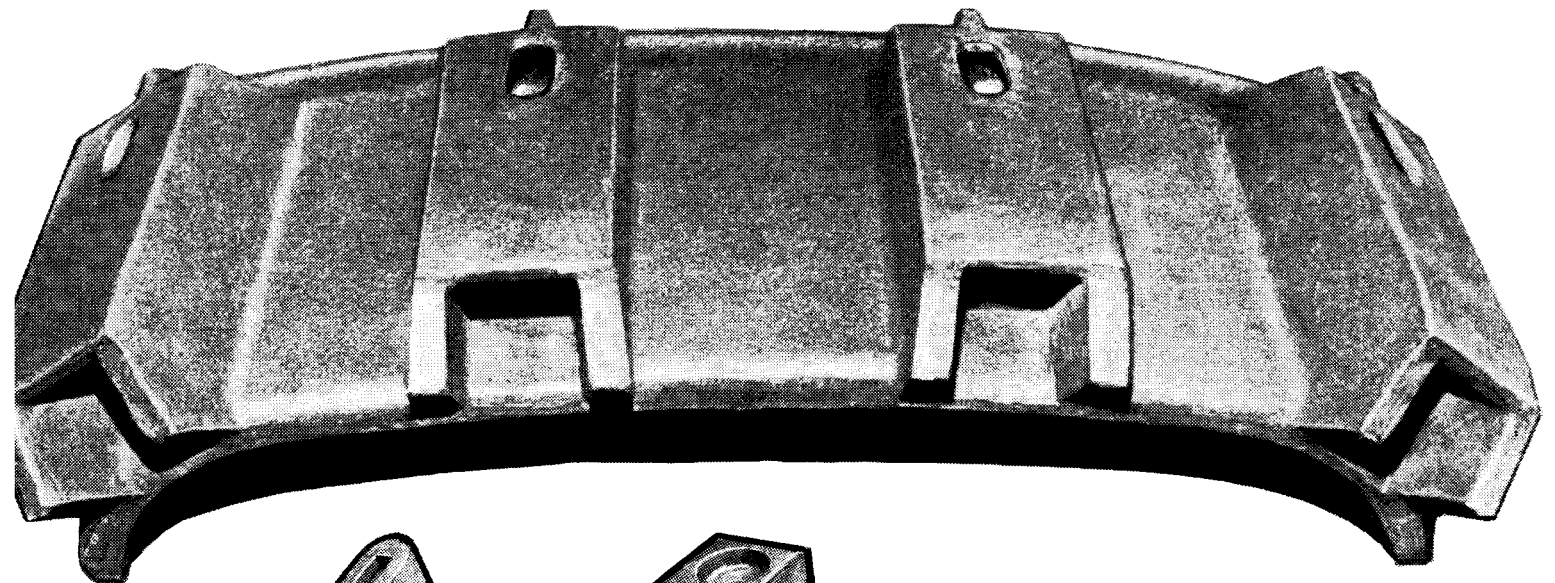
Senaste höst beslöt Aktiebolaget Åbjörn Anderson, Svedala, och Arbrå Verkstads Aktiebolag, Arbrå, i konkurrensstärkande syfte sammanslå industrierna, koordinera tillverkningen och genom en gemensam försäljningsorganisation bearbeta marknaden. Efter sammanslagningen har de den största tillverkningen av kross- och sorteringsanläggningar inom EFTA-området. Deras tillverkning omfattar rotations- och pendelkrossar upp till 1800 mm gapvidd, Allis Chalmers Hydrocone konkrossar, vibrations- och resonanssiktar samt hjulburna och fasta sorteringsanläggningar för olika ändamål.

Den sökande bör förutom svenska även behärska finska och engelska. Företräde ges åt person som är inkommen i gruvindustrin i Finland.

Ansökningarna, vilka behandlas konfidentiellt, med personuppgifter och redogörelse för tidigare verksamhet adresseras till DIREKTIONEN för OY Rolac AB, Malmgatan 20, H:fors

ROLAC

Teräsvalua



Austeniittinen
mangaaniteräs
kovalle
kulumiselle
alttiisiin
koneenosiin,
kaivinkoneisiin,
murskaimiin ym.

OY JOHN STENBERG AB

Helsinki — Pitkäsillanranta 1 — Telex 12 - 1008
Teräsvalimo — Helsingin mlk — Puhelin 82 29 44

DIA Invest-Export

Taubenstrasse 7-9 Berlin DDR

Malmien ja muiden mineraalien rikastuslaitoksia,
sementtitehtaita, sepelimurskaamoja ym.

DIA Maschinen-Export

Mohrenstrasse 61 Berlin DDR

Kaivosteollisuuden koneita, sementtiteollisuuden koneita ym.

Edustaja Suomessa:

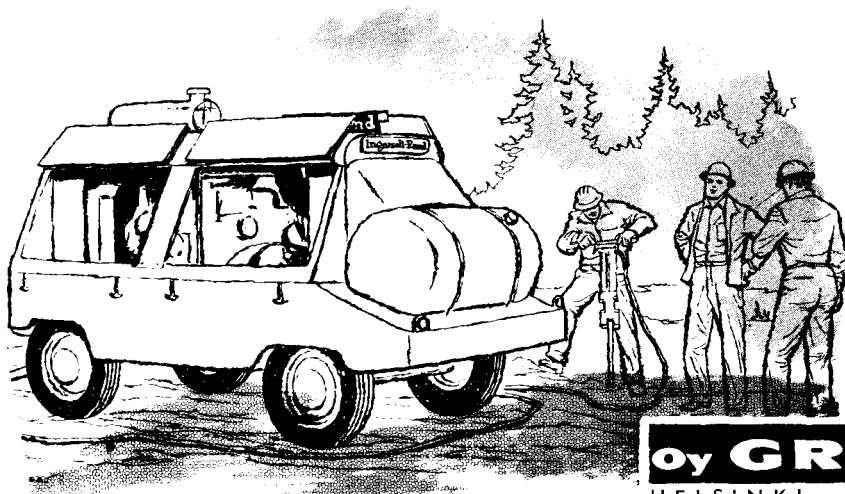
Oy Finnish Impex Ab

Hallituskatu 17 Helsinki Puh. 660368

GYRO-FLO

Ingersoll-Rand Rotary Mobil-Air

Siirrettävät dieselkäyttöiset roottorikompressorit, tehot 3,5–
34 m³/min. Moottoritehot 55–380 hv., paine 7,0–7,8 kg cm².



Kompressorit ovat öljyjäähdytteisiä, kaksivaiheisia. Myös saatavissa ruuvikompressoreina. Kaikissa portaaton tehon säätö.

- Ei vuotavia venttiilejä, ei kuluvia mäntiä, kiertokankia eikä kytkimiä.
- Ei korkeita lämpötiloja. Öljyjäähdytys takaa vähintään 30° pienemmän lämpötilan nousun muihin kompressorityyppeihin verrattuna.

Oy **GRÖNBLOM Ab**
HELSINKI — TURKU — TAMPERE — OULU

AEG

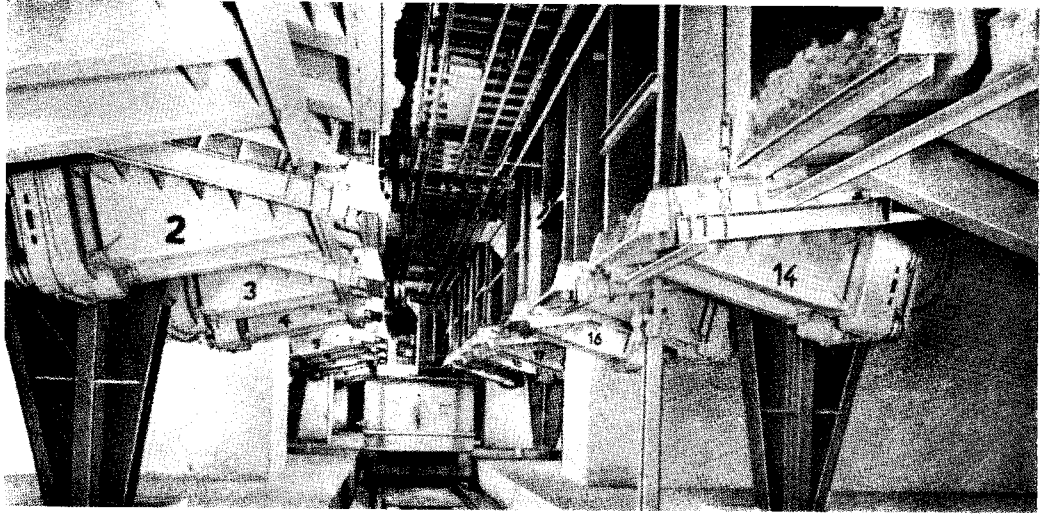
tärytekniikka

palvelee vuoriteollisuutta

Valmistusohjelmaan kuuluvat

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

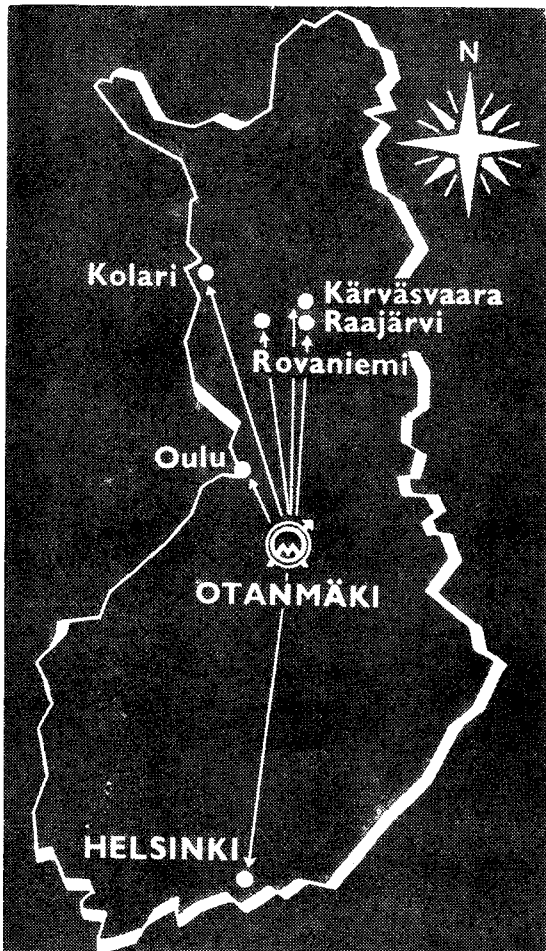
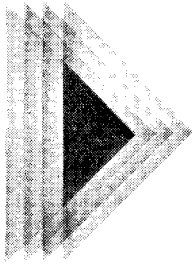
malmille, rikasteille ja kaikille kiinteille, rakeisille aineille.



Päädustaja

SÄHKÖLIIKKEIDEN OY

Satamakatu 4, Helsinki, puh. 11 501



OTANMÄKI OY

PÄÄKONTTORI

Postiosoite: Otanmäki

Sähkeosoite: Otanmäki, Kajaani

Puhelin: nimihuuto Otanmäki Oy,
Otanmäki

Telex: 9-45-11

HELSINGIN KONTTORI

Postiosoite: Ruoholahdenkatu 4 A

Sähkeosoite: Otanmäki, Helsinki

Puhelin: 640704

Telex: 12-590

KÄRVÄSVAARAN KAIVOS

Postiosoite: Misi, Kärväsvaara

Sähkeosoite: Otanmäki, Misi

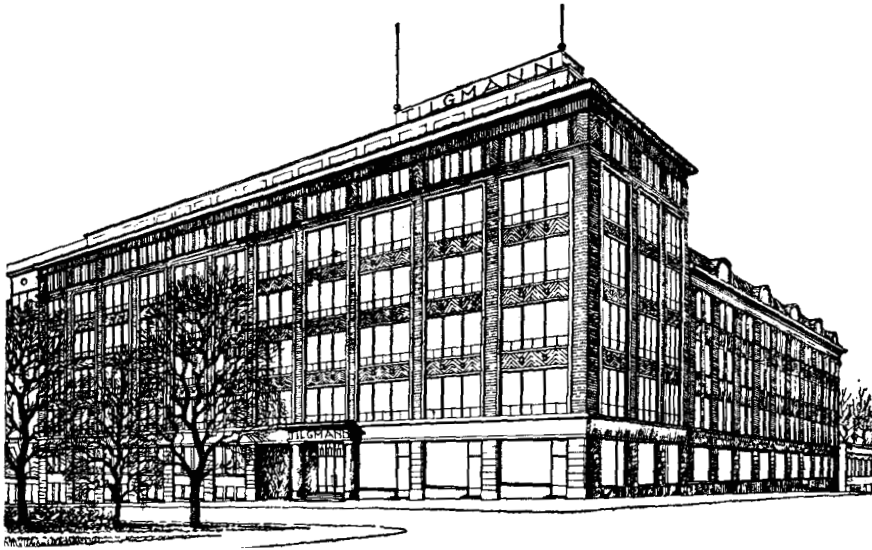
Puhelin: Misi 16

SATAMA

Postiosoite: Oulu, Malmisatama

Sähkeosoite: Malmisatama, Oulu

Puhelin: 15347



Monivuotinen

kokemuksemme graafisella alalla

sekä

uudenaikaisimmat

painatusmenetelmät

takaavat

hyvän painatustyön

Oy Tilgmann Ab

Helsinki – Tampere – Turku
Vaasa, Oy Lito-Björkell

Nykyaikainen työ vaatii nykyaikaiset suoja-asut

NOKIA-suoja-asut täyttävät korkeimmatkin nykyaikaisille suoja-asusteille asetettavat vaatimukset. Ne kuuluvat sinne, missä tehdään lujaa työtä vaikeissa työolosuhteissa.



KAIIVOS-VILLE

erittäin lujarakenteinen suojapuku. Saatavana luonnon- ja neoprenikumisena (öljynkestävä).

UKKO-VILLE

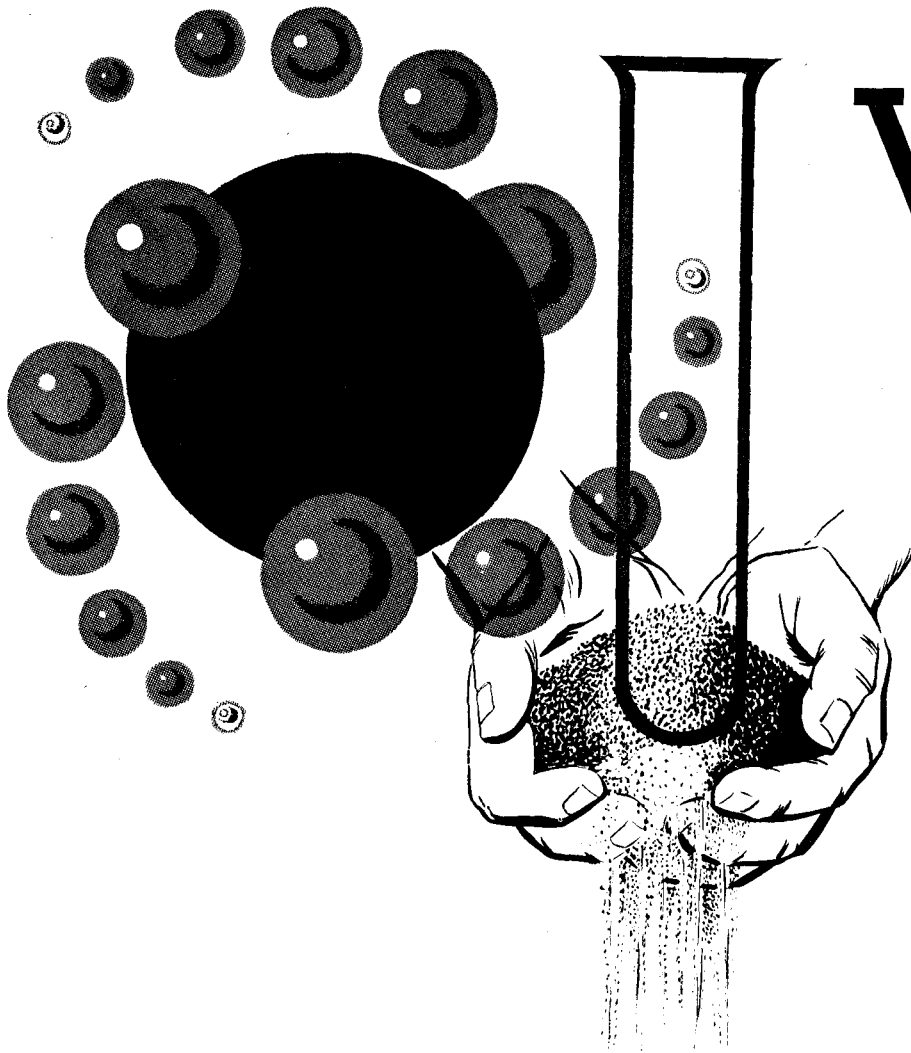
käytännöllinen ja suosittu malli



Suomen Kumitehdas Osakeyhtiö

Ilmoittajat — Annonserer

- Oy Algol Ab
- Oy Asea Ab
- Oy Ekströmin Koneliike
- Oy Finnish Impex Ab
- Oy Grönbloom Ab
- Karhulan Konepaja
- Oy Knorring Ab
- Kone Oy
- Otanmäki Oy
- Outokumpu Oy
- Oy Rolac Ab
- Oy John Stenberg Ab
- Suomen Kaapelitehdas Oy
- Suomen Kumitehdas Oy
- Sähköliikkeiden Oy
- Oy Julius Tallberg Ab
- Atlas Copco
- Vuoritekniikka os.
- Tammer Tehtaat Oy
- Tampella
- Oy Tilgmann Ab
- Oy Tulenkestävät Tiilet Ab
- Valmet Oy
- Vuorikone Oy
- Wedag



VASA

SALAN UUSIN PUMPPU-KONSTRUKTIO

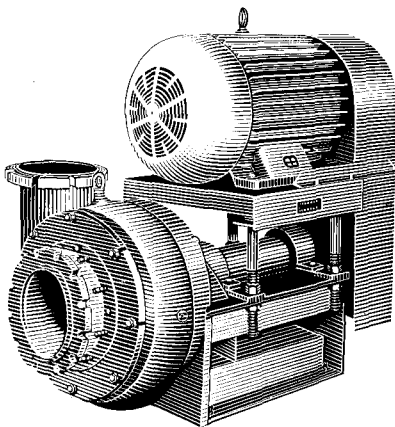
kuluttavien ja syövyttävien nesteiden pumppaamiseen

Lietettä ja hiekkaa pumpattaessa joutuvat pumpun kulutusosat ja tiivisteet erikoisen kovan rasituksen alaisiksi. Senvuoksi SALA-pumppujen kulutusosat valmistetaan erikoisosteisesta valuraudasta tai kumioidaan. SALA-pumput ovat luotettava ratkaisu pumppaustehtäviinne, sillä ne on konstruoitu monivuotisen kokemuksen perusteella.



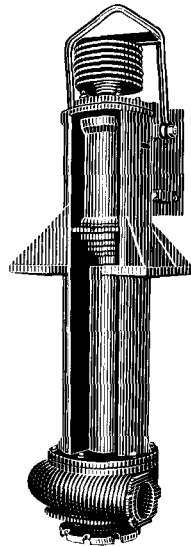
JULIUS TALLBERG

VUORITEKN. OS.
Aleksanterink. 21 H:ki, puh. 13611



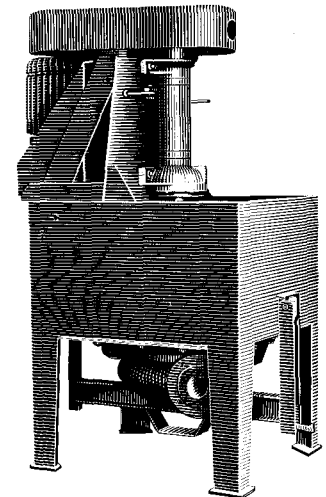
VASA-pumpussa on suljetun 3-kanavaisen juoksupyörän ansiosta pieneen tilaan saatu mahtumaan paljon tehoa. Niinpä 4" ja 6" pumppujen juoksupyörien halkaisijat ovat ainoastaan 280 mm ja 360 mm. Pumpun kulutusosat ovat Nihard-valua tai kumia. Pumpun pesän kumivuoraus on 2-osainen ja irrallinen. Kumi- ja Nihard-osat ovat identtiset ja keskenään vaihtokelpoiset.

Valmistuskoot: 3" — 4" — 6" — 8".



VASA-pumppuja valmistetaan myös pystyakselisina. Niitä voidaan tällöin käyttää upotettavina kokoojakaivoissa. Tämä tyyppi korvaa normaalin vaakapumpun, milloin tilanpuutteesta tai muista syistä johtuen pystypumpun käyttö on edullisempää. Pystypumpun suoritusarvot ovat samat kuin vastaavan vaakapumpun.

Valmistuskoot: 3" — 4" — 6" — 8".

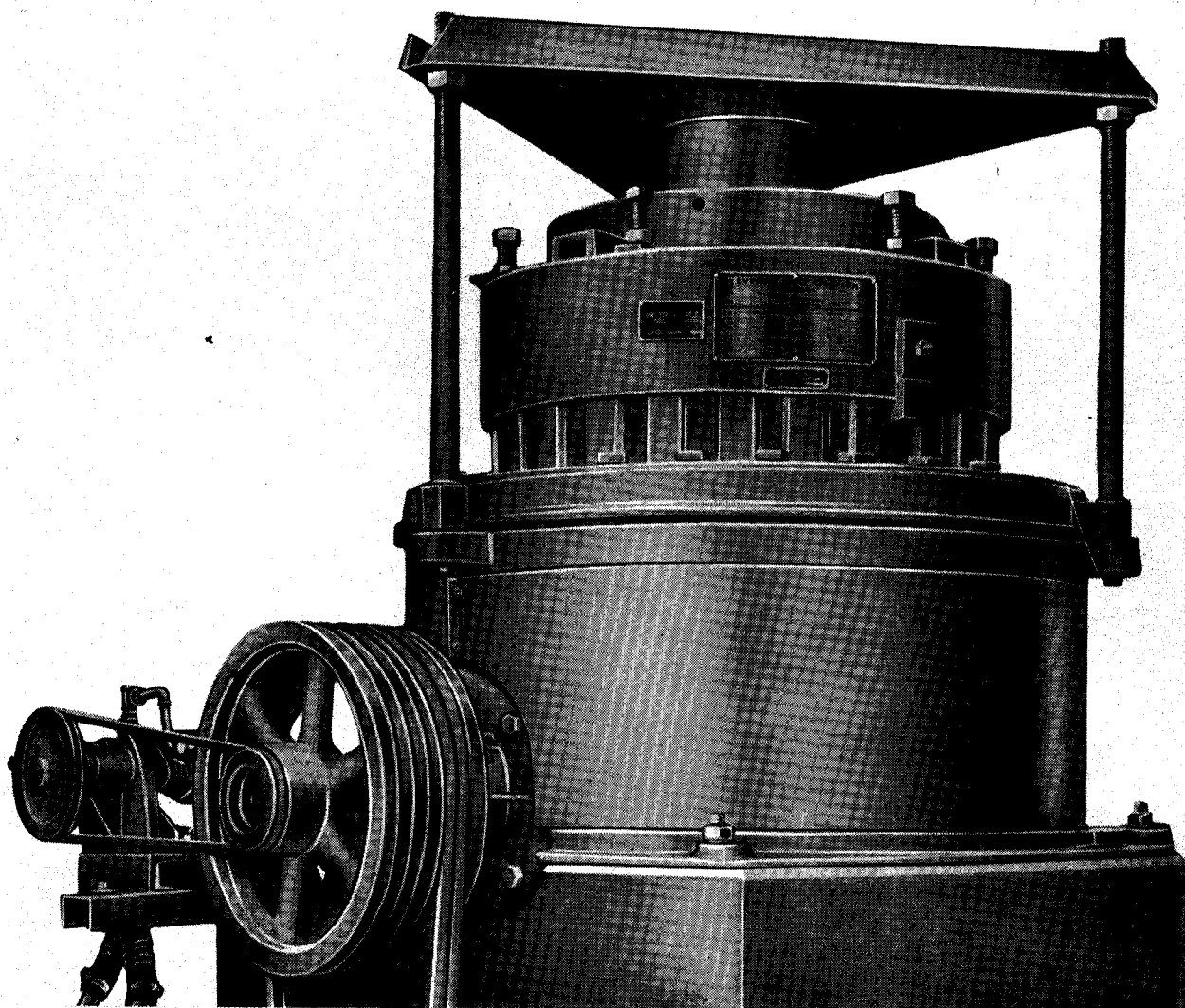


SALA-vertikaalipumppuissa (malli Boliden) on pumpun pesä altaan pohjana, ja akselin laakerointi kokonaan nestepinnan yläpuolella. Näissä pumppuissa ei siten tarvita laisinkaan akselitiivisteitä. Avonaisen rakenteen ansiosta ei pumppu ole myöskään herkkä ilmakuplille. Juoksupyörä on rakenteeltaan joko suljettu tai avoin. Pumpun toiminnassa on pääpaino asetettu pumpun liikuttavuudelle ja helppokäyttöisyydelle. Valmistuskoot: 1 ½" — 3" — 5 ½".

SYMONS 22" IC

Kartiomurskaimia

malmin, kalkkikiven, rakennus- ja tiekateaineiden hienomurskaukseen. Periaate sama kuin isoissa SYMONS-kartiomurskaimissa. Tasainen syöttö, nopea ja pitkä murskausisku sekä itsetoimiva joustinsuoja. Suuri tuotantokyky ja murskausaste. Pienehköihin ja keskiuuriin laitoksiin.



Yhteistyössä Morgårdshammars Mek. Verkstads AB:n kanssa.