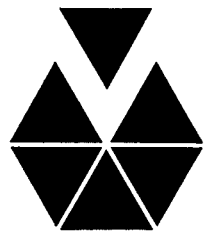
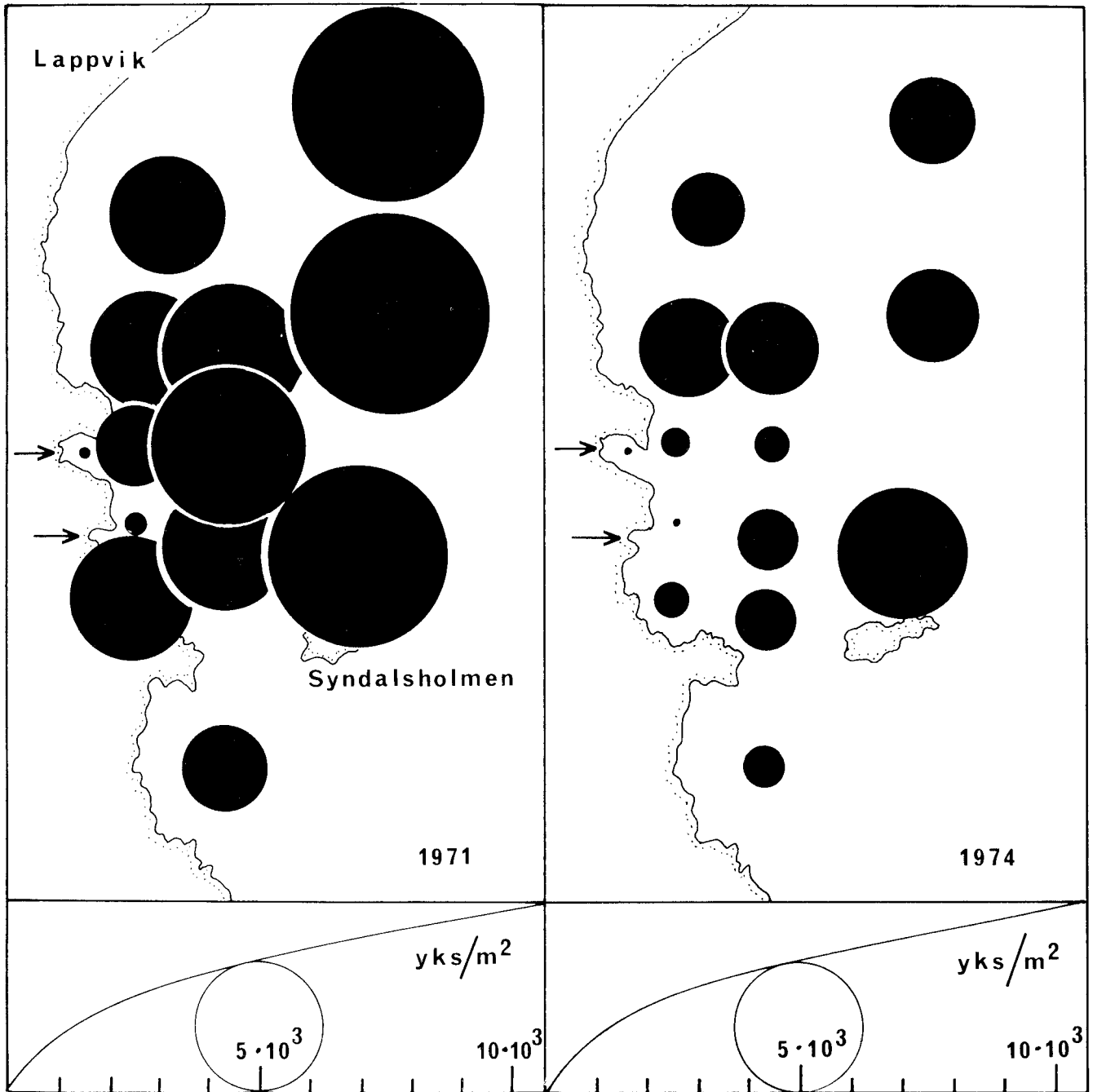


VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

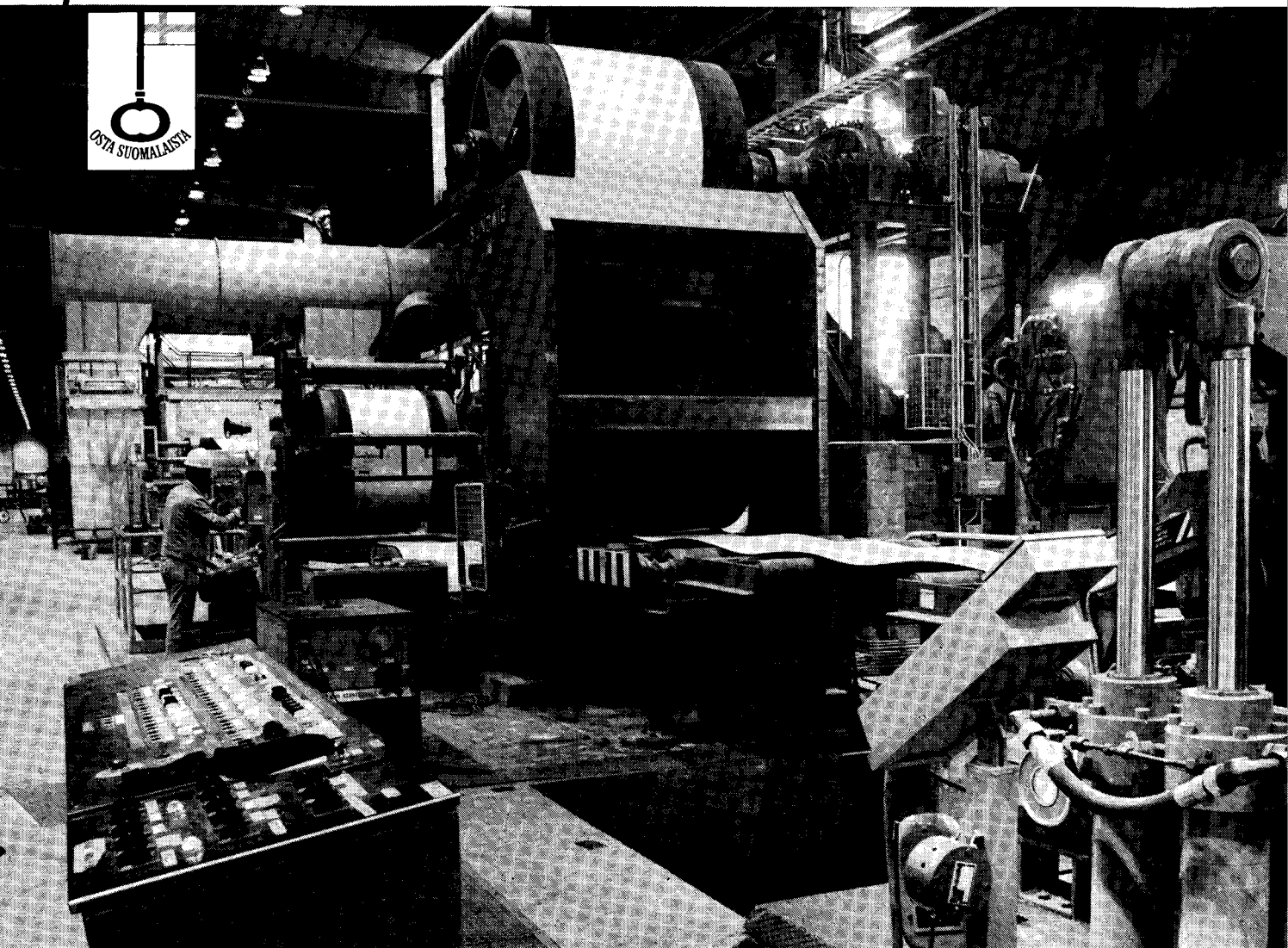


N:o 2 1976
34. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.



polarit



Polarit-jaloterästä omasta maaperästä

Outokumpu Oy:n Tornion terästehdas on valmis. Tehtaan rakentaminen pysyi aikataulussa ja kustannukset — 700 milj. markkaa — on pystytty pitämään kurissa. Kiitos siitä kuuluu hyvän suunnittelun, oikkeen prosessi- ja laitevalintojen sekä täsmällisten toimitusten ohella peräpohjaisille rakentajille. He tekivät työnsä täsmällisesti ja vastuuntuntoisesti.

Tehtas tarjoaa työtä noin 800 suomalaiselle. Tehtaan vuosituotantokapasiteetiksi tulee n. 50 000 tonnia POLARIT-jaloterästä. Tehtaan kokonaiskuutiotilavuus on noin 1 100 000 m³ ja lattiapinta-alaa on noin 85 000 m². Kylmävalssaamon tilavuus on noin 670 000 m³ ja pituus peräti 600 m.

Tornion jaloterästehdas on koko maailmassa ainoa, jolla on raaka-ainekin omasta takaa. Sen tehdas saa omasta Kemian kromimalmikaivoksesta sekä omista nikkelikaivoksista. Kirjaimellisesti pitää paikkansa se, että POLARIT-jaloterästä saadaan omasta maaperästä. Tehdas valmistaa ruostumatonta ja haponkestävää terästä levyiksi ja nauhoiksi. Valmiit teräslevyt ovat pituudeltaan jopa 8 metriä ja niiden suurin leveys on 1,5 metriä.

Tuotantoprosessissa on kolme päävaihetta. Raaka-aineista valmistetaan Tornion jaloterässulatossa levyaihiot, jotka kuuma-valssataan Rautaruukki Oy:n Raahen tehtaalla. Lopullisen muotonsa levyiksi ja

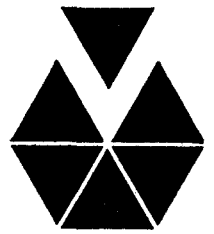
nauhoiksi jaloteräs saa Tornion kylmävalssaamossa, jossa prosessi käsittää useita vaiheita.

Ruostumatonta terästä käyttävä teollisuus ja kauppa voi tästä alkaen kysyä kotimaista POLARIT-jaloterästä.



OUTOKUMPU OY
TORNION TEHTAAT
95400 TORNIO

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



Julkaisija:

VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFORENINGEN r.y.

Hallitus 19. 3. 1976

Johtaja Nils Gripenberg. puh.joht 90-670 091
OVAKO Oy
Lauttasaarentie 48
00200 Helsinki 20

Johtaja Heikki Paarma, varapuh.joht. 981-223 155
Rautaruukki Oy
Pakkahuoneenkatu 21
90100 Oulu 10

Prof. Kauko Korpela 921-335 599
Turun Yliopisto
Maaperägeologian laitos
20500 Turku 50

Johtaja Esko Pihko 973-561
Outokumpu Oy
83500 Outokumpu

FT Esko Peltola 973-561
Outokumpu Oy
83500 Outokumpu

DI Rainer Tuovinen 981-223 155
Rautaruukki Oy
Pakkahuoneenkatu 21
90100 Oulu 10

Prof. Matti Tikkanen 90-460 144
Teknillinen Korkeakoulu
02150 Espoo 15

Johtaja Esko Nermes 939-741 500
Outokumpu Oy
29200 Harjavalta

DI Väinö Hulmi 90-601 922
Oy Nokia Ab, Kaapelitehdas
Tallberginkatu 1
00180 Helsinki 18

Joht. Väinö Juntunen 912-41 511
Oy Lohja Ab
08700 Virkkala

Di Pertti Kostamo 911-431 00
Oy Koverhar Ab
10820 Lappohja

Yhdistyksen sihteeri:

DI Erkki Ström 954-63 688
OVAKO Oy
Imatran terästehdas
55100 Imatra 10

Yhdistyksen rahastonhoitaja:

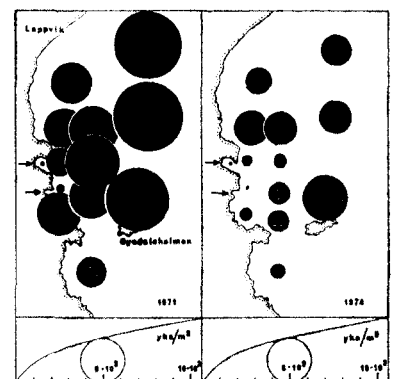
TkL Heikki Aulanko 90-421 3502
Outokumpu Oy
PL 27
02101 Espoo 10

SISÄLTÖ • INNEHÄLL

	s.
Olli Ojala: Valmisteilla oleva ilmansuojelulainsäädäntö	89
Ilkka Luotamo ja Marita Luotamo: Kokemuksia ja näkemyksiä Koverharin Rauta- ja Terästehtaan vesistövaikutuksista	91
Jussi Korpela ja Jorma Myry: Kaivosten vesi- ja jätehuolto	97
Matti Hyle: Rauta- ja terästeollisuuden ympäristönsuojelukustannuksista	102
Hannu Airola: Biologisista menetelmistä vuoriteollisuuden ympäristön tilan tarkkailussa	104
Timo Karjalainen: Vesien suojeleminen Kemira Oy:n Siilinjärven tehtailla	106
Matti Vattulainen: Outokumpu Oy:n Tornion jaloterästehtaan ympäristönsuojelu	109
Lasse Wilska: Masuuniprosessissa syntyvän syanidin torjunta Raahen rautatehtaalla	112
Erkki Siirama: Kaivostoiminta Misin rautamalialueella vuosina 1958—1975	114
Heikki Papunen: Outokumpu Oy:n Kylmäkosken kaivoksen geologiasta	119
Marjatta Perttunen: Moreenin kvartsirakeiden pyörityneisyys Hämeenlinnan alueella	124
Antti Niemi, Esko Nuotio ja Sauli Häkkinen: Automaation vaikutus rikastamotyöhön ja työntekijäin mielipiteisiin	129
Urho Vaitakari: IX Weltbergbau Kongress, Düsseldorf	137
Ulla Lindström: Insinööritarpeen kartoitus	139

Kansikuva:

Valkokatkan (*Pontoporeia affinis*) yksilöluku Koverharin edustalla vuosina 1971 ja 1974. Huomaa yksilömäärän suhteellisesti voimakkaampi pieneneminen purkupaikkojen (nuolet) läheisyydessä verrattuna kauempana pohjoisessa ja idässä sijaitseviin pisteisiin.



Cover:

Density of individuals of the bottom-dwelling crustacean *Pontoporeia affinis* in the years 1971 and 1974. Notice the relatively stronger reduction outside the effluent discharge places (arrows) compared with other sampling sites.

Jaostot:**Geologijaosto:**

FT Juhani Nuutilainen, phj. 981-223 155
Rautaruukki Oy
Pakkahuoneenkatu 21
90100 Oulu 10

DI Liisa Kivekäs, siht. 90-461 011
Geologinen tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

Kaivosjaosto:

Joht. Urho Valtakari, phj. 921-744 422
Paraisten Kalkki Oy
21600 Parainen

FL Lennart Lauren 921-744 422
Paraisten Kalkki Oy
21600 Parainen

Metallurgijaosto:

TkL Asko Parviainen, phj. 90-4031
Outokumpu Oy
PL 280
00101 Helsinki 10

DI Heikki Kivinen, siht. 90-4031
Outokumpu Oy
PL 280
00101 Helsinki 10

**Rikastus- ja pros.tekniikan
jaosto:**

Joht. Timo Heikkinen, phj. 973-561
Outokumpu Oy
83500 Outokumpu

DI Olli Korhonen, siht. 90-4211
Outokumpu Oy
PL 27
02101 Espoo 10

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen:**Päätoimittaja:**

Prof. Martti Sulonen 90-46 01 44
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

Toimittaja:

TkL Pekka Särkkä 90-46 01 44
Teknillinen korkeakoulu
02150 Espoo 15

Toimitussihteeri:

Rouva Kaija Marmo 90-46 21 92
Otakallio 2 B 19
02150 Espoo 15

Toimitusneuvosto:

phj. TkT Kalevi Kiukkola 90-64 99 11
Kemira Oy
Malminkatu 30
00100 Helsinki 10

TkT Kalle Hakalahto 931-43 14 11
Tampella-Tamrock
33310 Tampere 31

FM Marjatta Virkkunen 90-46 10 11
Geologinen tutkimuslaitos
02150 Espoo 15

DI Matti Palperi 954-63 688
OVAKO Oy
Imatran terästehdas
55100 Imatra 10

DI Olli Korhonen 90-42 11
Outokumpu Oy
PL 27, 02101 Espoo 10

Ilmottushinnat v. 1977:

Kansisivut 1500:—, muut sivut 1200:—

1/2 s. 800:—, 1/3 s. 700:—, 1/4 s. 550:—

Vuosikerta 20:— (1976 10:—)

Irtonumero 10:— (-,- 5:—)



Ferrokromitehtaan suodattimet,
Outokumpu Oy, Tornio.

suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle

ENSO-KONEPAJARYHMÄ valmistaa Eimco Processing Machinery Division of Envirotech Corporationin lisenssillä erilaisia kaivosteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja suodattimia ja sakeuttimia sekä muita laitteita kiinteiden aineiden erottamiseksi nesteistä.

- EimcoBelt suodattimia
- Extractor suodattimia
- Agidisc kiekkosuodattimia
- Tilting Pan suodattimia
- Rumpusuodattimia
- Painesuodattimia
- Top Feed suodattimia
- Precoat suodattimia
- Sakeuttimia
- Selkeyttimiä

ENSO

ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ
KONEPAJARYHMÄ • PL 34 • 57101 SAVONLINNA 10
PUH. 957-21 936 • TELEX 5613 enso sf



VIHTAVUORI

varmaa voimaa

Räjähdyks- aineet

dynamiitti
aniitti
silosex
silosex-
putkipanokset
ammoniitti
slurry

Sytytys- tarvikkeet

PV-nallit
UR-nallit
VA-nallit
SEA-nallit
tulilankanallit
tulilangan
syttyttimet

KEMIRA

kolme kovaa

Kallioporauksessa porauslaitteen alusta ja puomijärjestelmät muodostavat tärkeän perustekijän. Todella raskaaseen kulutukseen joutuu kuitenkin itse porakone.

Atlas Copco

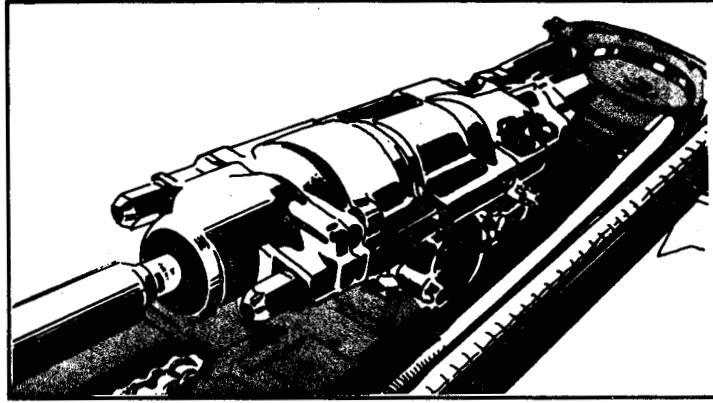
Atlas Copco on viime vuosina suunnitellut ja kehittänyt uusia kallioporakoneita eri käyttötarkoituksiin. Tässä muutama esimerkki:

Hydraulinen kallioporakone COP 1038 HD

on suunniteltu tunneliajoon. Se edustaa viimeisintä kehitystä tehonlisäyspyrkimyksissä.

Verrattuna vastaavanlaiseen paineilmakoneeseen tämän koneen teho on huomattavasti suurempi, mutta silti poratankoon kohdistuvat rasitukset eivät ole kasvaneet. Melutaso on pienempi, käyttö miellyttävämpää ja koneen soveltuvuus eri kalliolajeihin on ainutlaatuinen iskuenergiaa, iskunpituutta ja pyörittämisnopeutta muuttamalla. Syöttövoiman säätöautomaatti kuuluu myös koneen etuihin.

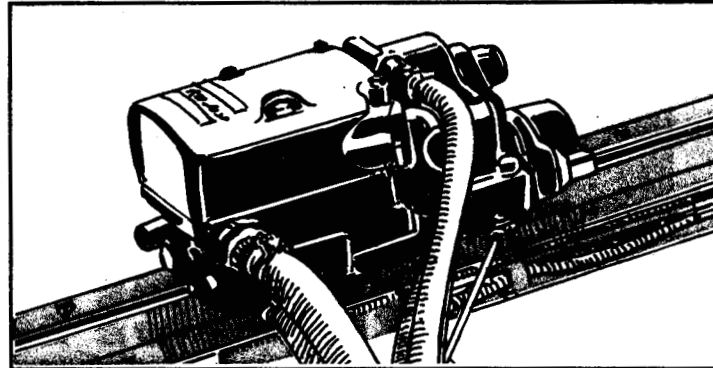
COP 1038 HD hydraulisten kallioporakoneiden teho, käyttövarmuus ja ihmisystävällisyys ovat huippuluokkaa.



COP 1038 HD tunneliajoon

Kallioporakone COP 130 EL

on suunniteltu erityisesti pitkäreikäporausta varten. Kun takana on uusi BMS 180 syöttölaite, tämä kallioporakone on todellinen teholaite tuotantoporaukseen. Se on erittäin vähän riippuvainen ilmanpaineen vaihtelusta. Tunkeutumisnopeuden pieneneminen reiän pituuden kasvaessa on hämmästyttävän vähäinen riippumatta poraussuunnasta. COP 130 EL kallioporakoneen äänenvaimennus leikkaa myös matalan jaksoluvun melua, johon kuulosuojaimet eivät tehoa. Koneeseen on kehitetty myös pitkäreikäporauksessa tarkkuuden takia erittäin tärkeä porausaloitusautomaatti.



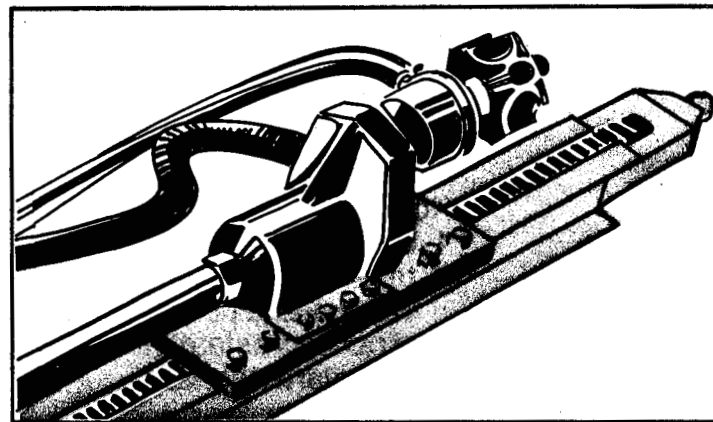
COP 130 EL pitkäreikäporaukseen

Uppoporakoneet

on suunniteltu suuräreikäporausta varten (4"-8"). Niille on ominaista pysyvä tunkeutumisnopeus riippumatta reiän pituudesta, samoin alhainen melutaso, koska itse porakone on porareian pohjalla.

Korkeapaineen käyttömahdollisuus (esim. 10,5 baria) suurentaa tunkeutumisnopeutta, pidentää hiontavälejä ja porakruunun kestoikää.

Maan päällä niitä käytetään pengerialouhintaan, maaporaukseen ja kaivonporaukseen. Maan alla avaus-, kaapeli- ja tuuletusreikien poraukseen ja viime aikoina entistä enemmän myös tuotantoporaukseen.



COP 4 ja COP 6 suuräreikäporaukseen

TALLBERG

ATLAS COPCO

Vattuniemenkatu 2, 00210 Helsinki 21
Puh. 670 112, telex 12-1601

Myyntikonttorit:

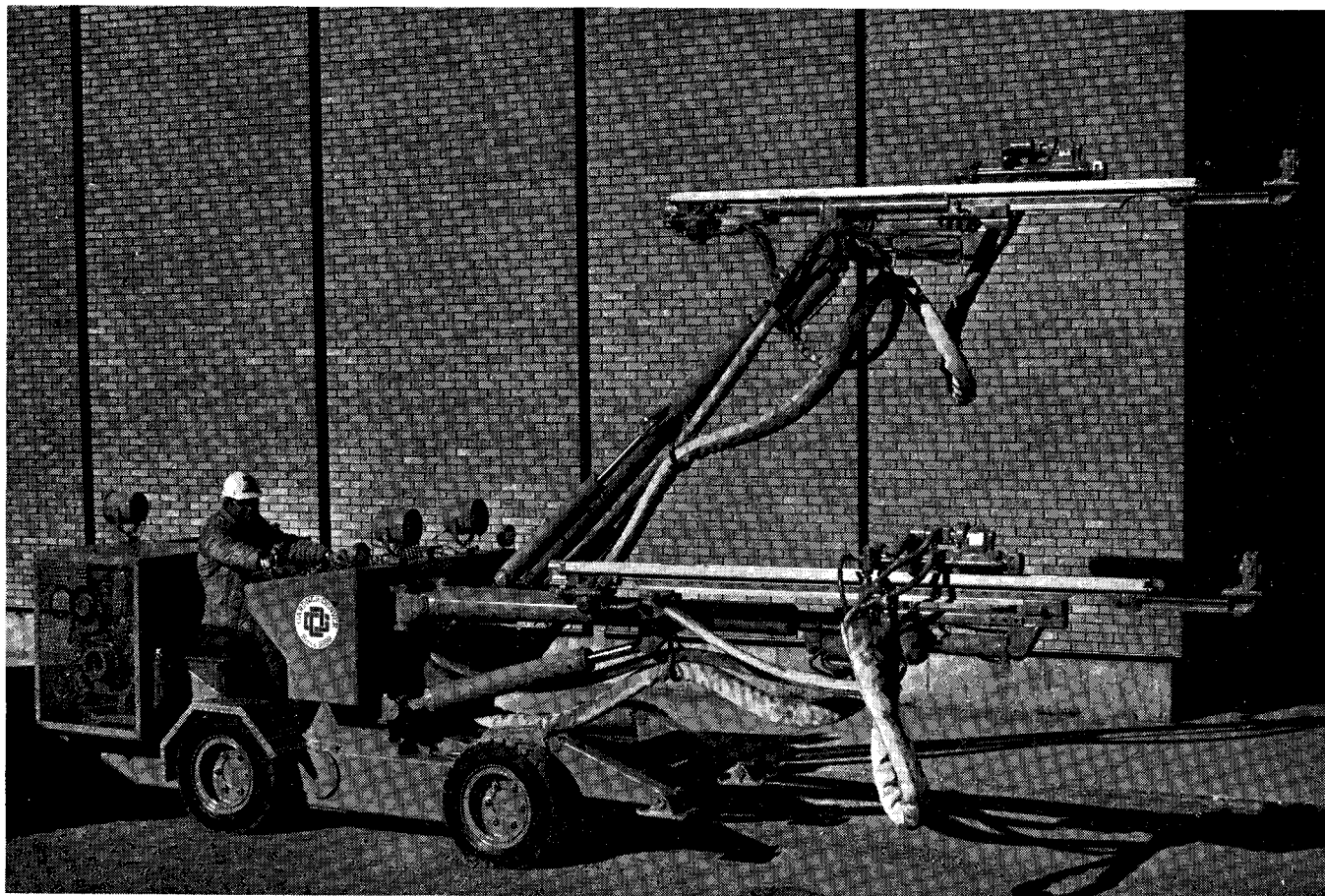
Tampere, Aarikkalankatu 6, puh. 633 622

Kuopio, Likolammentie 16, puh. 82 411

Kokkola, Indolan teollisuusalue, puh. 17 255

Turku, Lieto, Vanhalinna, puh. 373 777

GARDNER-DENVER



Diesel Mini-bore -tunnelijumbo

soveltuu erinomaisesti sellaisten tunnelien ja perien poraukseen, joiden poikkipinta-ala on korkeintaan 20 m².

Koneen ominaisuuksista mainittakoon:

1. Gardner-Denverin MINI-BORE tunnelijumboa varten suunnittelema erikoisalusta, joka muodostaa tukevan poraustason varsinaisille porausyksiköille. Nousukyky on 25%, ja voimansiirto hydrostaattinen. Pakokaasujen puhdistuslaite vakiovarusteena.
2. Gardner-Denver Jumbossa on kaksi rotapuomia, käytännössä luotettaviksi ja tehokkaiksi havaitut ruuvisyöttölaitteet sekä erillispyörityksellä varustetut Gardner-Denver porakoneet.
3. Täysin automaattinen poraustoiminnan hallinta- ja valvontajärjestelmä.

WITRAKTOR 
HELSINKI - TAMPERE - OULU - ROVANIEMI
puh. 826 311 670 200 344 235 15 271



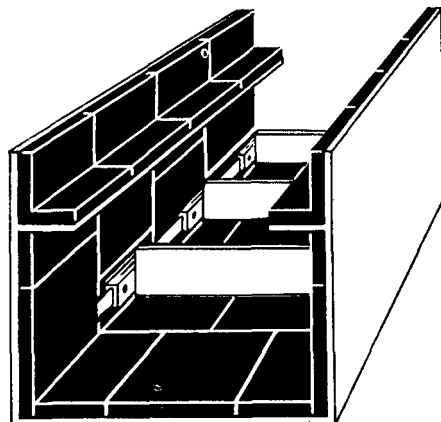
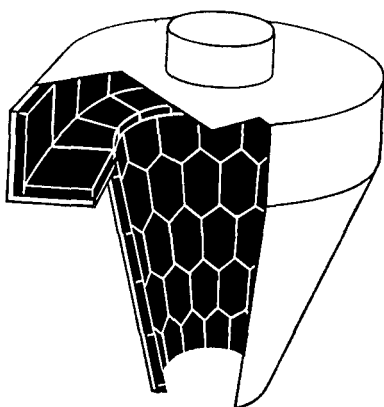
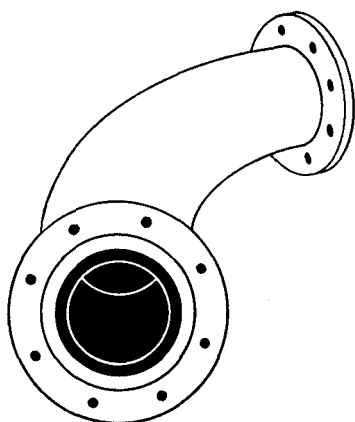
DEVCON

muoviteräs

Devcon muoviteräs tilapäisiin ja pysyviin korjauksiin.

Devcon-tuotteita on käytetty menestyksellisesti ympäri maailmaa rikkoutuneiden pumppujen, venttiilien, valukappaleiden, murtuneiden putkien, kompressoreiden, teräs-, lasi- tai puusäiliöiden, hydraulikkasyntereiden, leikkautuneiden kierteiden, kuljetushihnojen ym. korjaamiseen. Näitä käytetään myös kuluspintojen uusimiseen tai vanhojen laitteiden kunnostamiseen, tiivisteiden valmistamiseen, säiliöiden vuoraamiseen tai yleensä laitteiden suojaamiseen hankaavalta ja kemialliselta kulutukselta.

Ottakaa yhteys, kerromme mielellämme lisää Devcon -tuotteiden monipuolista käyttömahdollisuuksista.



sulabasalti suojaa kulumiselta

Hankaaminen ja kuluminen aiheuttavat kalliita vanhinkoja ja seisonta-aikoja. Vahingot voidaan välttää käyttämällä Kalenbornin sulabasalttia. Tätä kulutusta erinomaisesti kestävää ainetta on tuotettu Kalenbornissa jo 30 vuoden ajan. Kaikkialla maailmassa on Kalenbornin sulabasaltilla vuorattuja, pitkäksi aikaa kulumiselta suojattuja laitoksia.

Kääntykää puoleemme halutessanne yksityiskohtaisia tietoja Kalenbornin ohjelman tarjoamista eduista. Kalenbornissa valmistetaan sulabasaltin lisäksi "Kalen"-, "Klaccram"-, "Kalsica"- ja "Kalelast"-tuotteita, joiden joukosta varmaan-kin löydätte oikean ratkaisun laitoksienne kulumisongelmiin.



kalenborn



OY AXEL VON KNORRINGIN TEKNILLINEN TOIMISTO

00380 HELSINKI 38, KARVAAMOKUJA 6, PUH. 90-554 488 • TURKU, PUH. 921-337 755
OULU, PUH. 981-224 312 • JYVÄSKYLÄ, PUH. 941-14 100 • TAMPERE, PUH. 931-31 230

Onko Teidän kuljetuskalustonne vakavasti otettava?

Kun Te kilpailette urakoista, kiinnittää urakanantaja autoonne yhtä paljon huomiota kuin Teidän tarjoukseenne. KOCKUMS maansiirtoauto voi olla Teidän ratkaiseva valttinne.



Kockums huolehtii omistaan.

Kun hankitte KOCKUMS-maansiirtoauton, hankitte samalla varmuuden tehokkaasta huollosta. Kahdeksalla paikkakunnalla on huoltopiste, josta lähtee äkkiä paljoo pystyvä huoltomies luoksenne työmaalle. Ja suuremmat huoltotoimet tapahtuvat tehokkaasti KOCKUMS-huoltokorjaamoissa.

Mielestämme koneitten pitää olla töissä. Silloin ne kannattavat.



412

kantavuus
kuormatilavuus
teho
nopeus

16 tn
11 m³ SAE 1:2
173 hv SAE
30 km/h



412 T (kaivosmalli)

16 tn
11 m³ SAE 1:2
173 hv SAE
30 km/h



425

22,5 tn
15 m³ SAE 1:2
285 hv SAE
50 km/h



442

32 tn
20,6 m³ SAE 1:2
365 hv SAE
65 km/h



445

40 tn
26,5 m³ SAE 1:2
510 hv SAE
65 km/h

Ottakaa yhteys. Keskustellaan vakavasti maansiirron kannattavuudesta.

MYynti: Vantaa, Jyväskylä, Oulu
HUOLTO: Helsinki, Tampere, Kouvola, Jyväskylä, Kuopio,
Joensuu, Kajaani, Oulu

 **KOCKUMS**
OY Kockums Industri AB

Vantaa Veromiehen teollisuusalue
PL 814, 00101 HELSINKI 10 Puh. 90-826 355

PÖLY-POIS TYÖ- ILMASTA.

Oikea erotin jokaiseen pölyongelmaan tuotantomme ja elinympäristömme suojaksi.

Teollisuuden prosesseissa syntyvien pölyhiukkasten koko, muoto ja tiheys vaihtelevat suuresti. Tehokkaan puhdistuksen aikaansaamiseksi tarvitaan jokaiseen pölyyn ja kuormitukseen oma erottimensä ja menetelmänsä. Erotusteho muodostuu useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta, kuten seulavaikutus, hitaus- ja sähköstaattiset voimat. Siten voidaan erottaa jopa 1/100 my pölyhiukkaset.

Käytettävissänne on täydellinen valikoima pölynerottimiamme. Uusi letkusuodatinmateriaali on lisännyt letkujen käyttömahdollisuuksia ja ne soveltuvat entistä kuumemmille savukaasuille. Laajaan valmistusohjelmaamme sisältyvät mm. seuraavat pölynerottimet: **LKKA-letkusuodatin pienehköille kuormituksille.** 8 va-

kiokokoa kaasumäärille 10.000... 45.000 m³/h suodatinkammiota kohden.

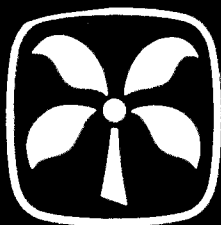
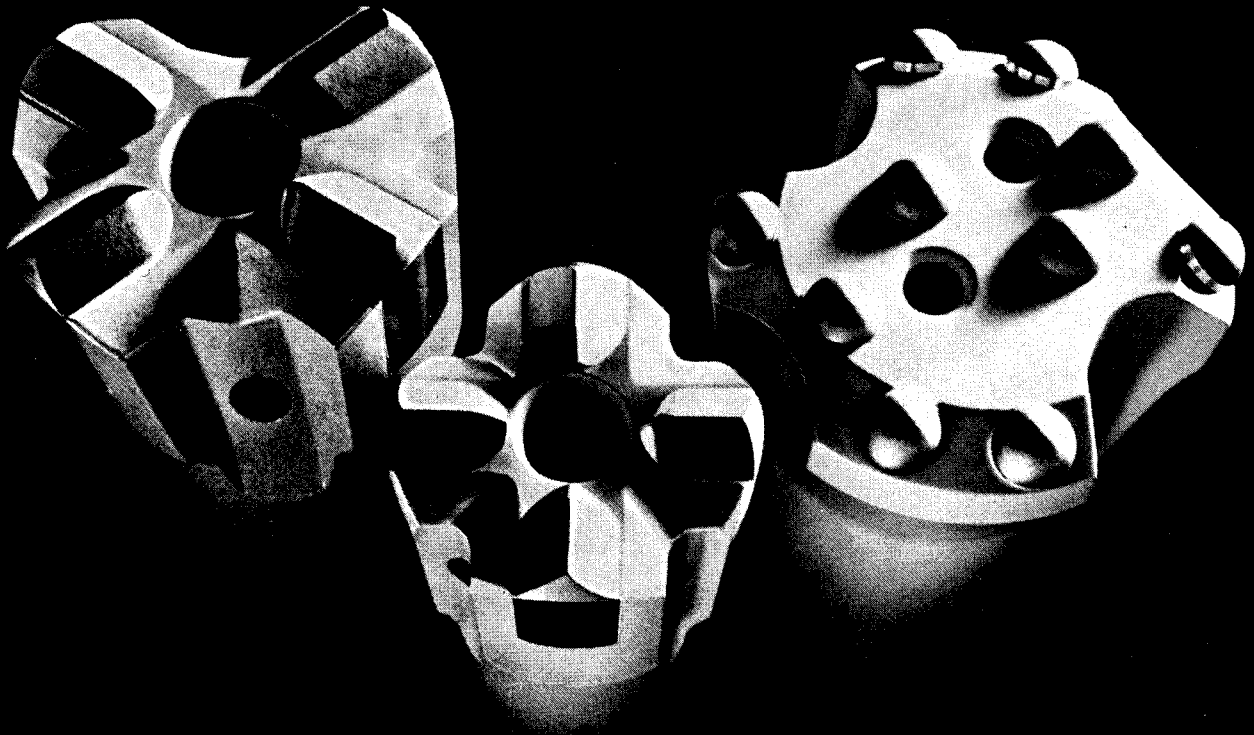
TFE-letkusuodatin keskisuurille kaasumäärille noin 85.000 m³/h asti yksikköä kohden. Käyttö: yleisimmin esiintyvät pölyt mm. puun työstön yhteydessä.

LKHA-letkusuodatin suurelle kuormitukselle. 20.000... 100.000 m³/h suodatinyksikköä kohden. Modulirakenteinen, 20 vakiokokoa. Puhdistettavan ilman pölypitoisuus saa olla jopa 500 g/m³. Yhteistyömme The Carborundum Companyn kanssa, yhden maailman suurimmista letkusuodattimien valmistajista, on antanut lisäkokemusta pölynerotuslaitosten suunnittelussa ja valmistuksessa. Tämä kokemus on käytettävissänne oikean erottimen valitsemiseksi ja toimittamiseksi sekä myös huoltamiseksi.

 **Fläkt**
Suomen Puhallintehdas Oy

Myynti ja huolto:
Espoo 523 622, Helsinki 361 122,
Hyvinkää 17 730, Jyväskylä 18 347,
Kotka 12 260, Kuopio 16 301,
Lahti 29 991, Oulu 223 733,
Pori 19 161, Tampere 27 630,
Turku 374 311, Vaasa 242 333.

KOLMEN KRUUNUN KALUSTO



**FAGERSTA
SECOROC**

**KALLIOPORAKALUSTOA VAATIVILLE
AMMATTIMIEHILLE KOVAAN KÄYTTÖÖN**

MAAHANTUONTI JA MYYNTI:



OY GRÖNBLÖM AB

MEKAANIKONKATU 6
POSTILOKERO 370
PUH. 90-755 4411

00810 HELSINKI 81
00101 HELSINKI 10
TELEX 12-542

Immissionormien lisäksi voitaisiin antaa myös emisionormeja sekä ilmansuojelun kannalta merkityksellisiä aineita ja valmisteita, kuten polttoaineita, koskevia koostumusnormeja.

ILMANSUOJELUHALLINTO

Ympäristönsuojelun hallinnon järjestäminen tehokkaasti ja keskitetysti on ollut suhteellisen pitkään vireillä. Valtion keskushallintokomitea ehdotti aivan vuoden 1976 alussa julkistetussa I osamietinnössään koko ympäristöhallinnon sijoittamista omaan ministeriönsä, ympäristöministeriöön. Tämä olisi uusi ministeriö, jolle kuuluisivat sinänsä elimellisen kokonaisuuden muodostamat ympäristöasiat eli kaavoitus- ja rakennusasiat sekä ympäristönsuojelua koskevat asiat. Näille ja varsinkin kaavoitus- ja rakennusasioille läheisiä asioita ovat myös asuntoasiat ja eräänä vielä ilmeisesti tutkittavana olevana vaihtoehtona onkin esitetty ympäristö- ja asuntoministeriötä.

Väliportaanhallinnon ympäristönsuojelutehtävien järjestäminen on myös ongelmallinen kysymys. Onhan koko väliportaanhallinnon uudistamisen periaatteistakin vielä melkoista kiistaa. Ympäristöhallinnon kannalta lienee tuskin kuitenkaan olemassa monia muita vaihtoehtoja kuin ympäristöosaston perustaminen lääninhallituksiin ja ympäristöasioiden käsitteleminen käytännössä mahdollisimman suuressa määrin juuri väliportaanhallinnossa.

Valmisteilla olevassa ilmansuojelulakiesityksessä on lähdetty voimassaolevasta lainsäädännöstä. Ilmansuojelun ylin johto ja valvonta on siten ehdotettu sisäasiainministeriön tehtäviksi. Väliportaanhallinnossa vastaavaa tehtävää hoitaisi lääninhallitus. Kunnan ilmansuojeluviranomaisena toimisi kunnallishallitus taikka kunnallisvaltuuston päätöksestä terveyslautakunta tai muu kunnallinen viranomainen. Ilmatieteen laitos ja valtion teknillinen tutkimuskeskus veloitettaisiin toimimaan ilmansuojeluviranomaisia avustavina asiantuntijalaitoksina. — Jos ympäristöministeriö perustetaan, se luonnollisesti huolehtisi ilmansuojelun ylimmästä johdosta ja valvonnasta.

Ympäristöön kohdistuvia päästöjä aiheuttavat toiminnat tulevat ilmansuojelulakiluonnoksen mukaan ilmansuojelunkin osalta luvanvaraisiksi. Tällöin joudutaan ratkaisemaan kysymys siitä, mikä (minkälainen) viranomainen toimii lupaviranomaisena. Vesilain vastaava lupaviranomainen, joka siis käsittelee mm. jäteveden laskemista vesistöön koskevat lupasiat, on vesioikeus. Vesituomioistuimiin kuuluu lisäksi myös vesiylioikeus. Ilmansuojelulakia valmisteltaessa on pyritty siihen, että lupahakemukset käsittelee hallinnollinen viranomainen, ensi sijassa joko lääninhallitus tai sen yhteydessä toimiva lupalautakunta. Valtioneuvostolla olisi kuitenkin oikeus ottaa ratkaistavakseen tietty lupa-asia katsoessaan sen tarpeelliseksi asian periaatteellisuuden tai yleisen merkityksen vuoksi. Lupalautakuntien perustamiseen ja niissä tapahtuvaan lupa-asioiden käsittelyyn perustavalla vaihtoehdolla on pyritty järjestelmään, joka tekisi ajan mittaan mahdolliseksi ympäristönsuojelun yhtenäisen lupajärjestelmän, sillä tällaisille lautakunnille voitaisiin ehkä vähitellen siirtää myös jätevesien

laskemista vesistöihin koskevien asioiden käsittely vesioikeuksista.

ILMOITUS- JA LUPAJÄRJESTELMÄ

Ilmansuojelulakiehdotus rakentuu tiettyjen toimintojen välttämättömälle luvanvaraisuudelle. Tämä tarkoittaa, että tiettyjen, todennäköisesti ilman pilaantumista aiheuttavien laitosten toimintaan on haettava lupa. Näitä vähemmän haitallisista toiminnoista olisi tehtävä ilmoitus. Teollisuuslaitoksen olisi ilmansuojelulakiluonnosten mukaan annettava ilmoituksessa tai lupahakemuksessa tiedot toiminnan laadusta ja laajuudesta sekä tarpeelliset selvitykset toiminnan vaikutusten arvioimiseksi. Ilmoitus tehtäisiin ministeriön vahvistamalla lomakkeella eikä siinä vaadittaisi luonnollisestikaan yhtä yksityiskohtaisia tietoja kuin lupahakemuksessa.

Lupahakemuksessa tai sen liitteissä olisi esitettävä mm. selostus käytettävien puhdistusmenetelmien tehokkuudesta, selvitys ilman laadusta sillä alueella, jolla pilaantumista pääasiassa on odotettavissa, selvitys epäpuhtauksien todennäköisestä leviämisestä ja arvio toiminnan vaikutuksesta ilman laatuun.

Lupapäätös annettaisiin ilmansuojelulakiluonnosten mukaan kuulutusmenettelyn, tarpeellisten lausuntojen saannin sekä mahdollisen katselmustoimituksen jälkeen. Päätöksessä yksilöitäisiin se toiminta, jonka harjoittamiseen lupa annetaan, sekä toimintaa harjoitettaessa noudatettavat ehdot. Mahdollisesta vahingonkorvauksesta määrättäisiin myös lupapäätöksissä. Rahakorvauksen sijasta tai sen ohella voitaisiin käyttää ennallistamista, jolla tarkoitetaan luonnon, viljelysten, rakennusten ja laitteiden sekä muun ympäristön ennalleen saattamiseksi tarpeellisia toimia, kuten esimerkiksi puiden istutusta.

Keskeinen asema ilmansuojelulakiluonnoksessa omaksutussa valvontajärjestelmässä on lupapäätöksissä määrättävällä veloitettarkkailulla. Toiminnan harjoittaja olisi siis velvollinen itse tarkkailemaan toimintansa vaikutusta ilmansuojelun kannalta. Jotta menettely olisi mahdollisimman asianmukainen, on ehdotettu, että veloitettarkkailu voitaisiin määrätä yhteiseksi useille teollisuuslaitoksille. Veloitettarkkailuun sisältyisivät sekä päästöjen määrän tarkkailu että immissiutilanteen kehityksen seuraaminen päästöjen vaikutusalueella. Tarkkailun tuloksista olisi ilmoitettava määräajoin viranomaisille. Jos immissioiden jatkuva mittaminen paikkakunnalla on tarpeen, olisi pyrittävä siihen, että mittaukset tehdään lupapäätöksessä veloitettarkkailuun määrättyjen toimintojen harjoittajien ja kunnan yhteistyönä. Tällöin mittaukset täyttävät myös viranomaisten suorittamalle valvonnalle asetettavat muodolliset ja periaatteelliset vaatimukset.

Ilmansuojelulain voimaantulon jälkeisen siirtymävaiheen suunnittelulla pyritään ilmoitus- ja lupa-asioiden riittävän nopeaan ja joustavaan käsittelyyn ilmansuojelun tavoitteista tinkimättä. Luvanvaraiset ns. vanhat laitokset ehdotetaan jaettaviksi kolmeen luokkaan yleisen ilmaa pilaavan vaikutuksensa perusteella. Luokkaan I on pyritty ottamaan sellaisia laitoksia, jotka saattavat aiheuttaa terveydellisiä tai muita

jatk. s:lla 111

Kokemuksia ja näkemyksiä Koverharin Rauta- ja Terästehtaan vesistövaikutuksista

Fil.kand. Ilkka Luotamo ja luonnontiet. kand. Marita Luotamo, Tvärminnen eläintieteellinen asema

JOHDANTO

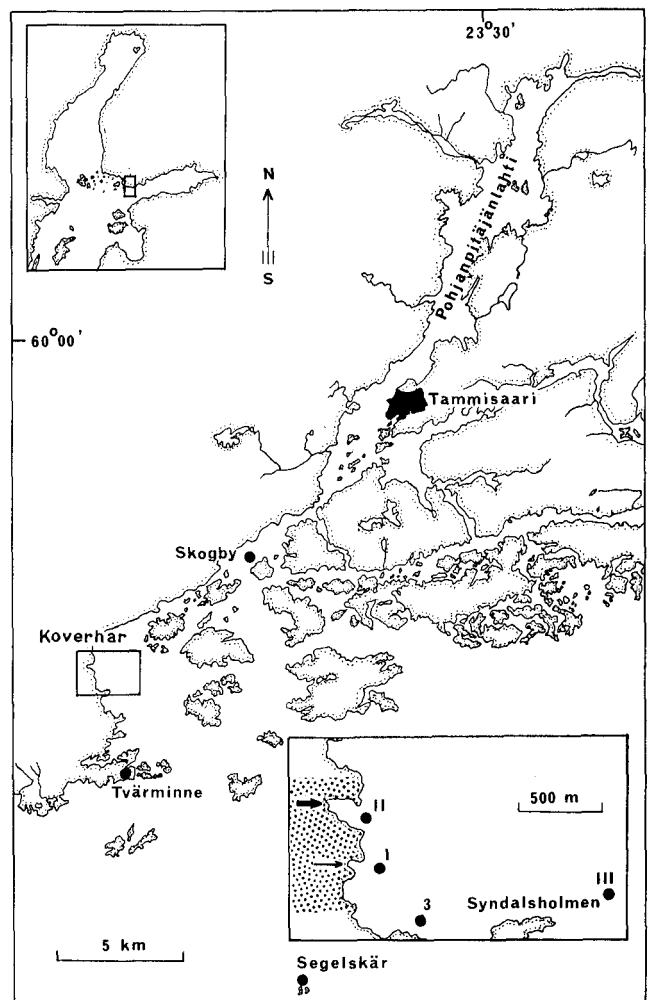
Koverharin Rauta- ja Terästehdas ja Tvärminnen eläintieteellinen asema tekivät vuoden 1974 alussa sopimuksen tehtaan vesistövaikutuksien tutkimisesta ja seuramisesta Tvärminne Storfjärden vesialueella kolmen vuoden aikana. Tutkimuksen tarkoituksena oli seurata purkualueen hydrografiaa, planktonlevien tuotantoa, ravinteiden määrää, pohjaeläimistön tilaa sekä tehtaan spesifistä epäorgaanista kuormitusta. Toisena päämääränä oli löytää parametreja, joilla tehtaan vaikutusta voidaan rutiinitarkkailun puitteissa seurata tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti. Tutkimuksen kenttätöistä on pääosa jo suoritettu ja osa tuloksista esitetty väliraporttien muodossa /1, 2, 3/. Seuraavat ajatukset ja näkemykset pohjautuvat näin syntyneeseen kokonaiskuvaan, jonka pääpiirteitä pyritään esittelemään tässä artikkelissa lähinnä biologin näkökulmasta.

TUTKIMUSTARPEEN TAUSTATEKIJÖISTÄ

Koverharin Rauta- ja Terästehdas sijaitsee Pohjanpitäjänlahden edustalla muutaman kilometrin päässä Tvärminnen eläintieteellisestä asemasta pohjoiseen (kuva 1). Tämä vesialue, Pohjanpitäjänlahti edustoinen on Kansainvälisen Limnologiseuran julkaisemassa Project Aqua-luettelossa sijoitettu Suomen ainoana alueena luokkaan A 1, johon kuuluvat klassiset, hyvin tutkitut ja suhteellisen luonnontilaiset vesialueet. Pohjanpitäjänlahti edustoinen on toistaiseksi säilynyt suhteellisen puhtaina. Tvärminnen eläintieteellisellä asemalla on täten voitu tehdä tutkimustyötä vuosisadan alkukymmenistä tähän päivään asti niin luonnontilaisissa olosuhteissa kuin rannikoiltamme ylipäätään löytyy.

Vesihallitus on eräässä periaateohjelmassaan esittänyt, että "tieteelliseen tutkimustoimintaan käytettävät vesistöt sekä ainutlaatuisina tai edustavina kohteina suojeltavat vesistöt säilytetään niiden tutkimus- ja suojelutarkoituksen edellyttämässä tilassa" /4/. Vesihallituksen mielestä tutkimus on täten sellainen vesistön käyttömuoto, joka edellyttää korkeaa suojeluastetta.

Vesiensuojelun käytännön tarpeita ajatellen on luonnontilaisilta alueilta tehtävällä perustutkimuksella ratkaiseva merkitys, koska ilman likaantumattomilta alueilta saatavia referenssiaineistoja jäävät likaantumisselvitykset vaille vertailupohjaa. Suuri osa merialueillamme tehdyistä likaantumistutkimuksista nojautuukin siihen perusaineistoon ja -tietouteen, joka aikojen kuluessa on kerätty Tvärminnen eläintieteellisellä asemalla. Tvär-



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti. Tehtasaluetta on kuvattu rasterilla. I, II ja III ovat vesinäytteiden rutiiniseurantapisteet. Skogby, Segelskär, I ja 3 ovat raskasmetallimääristysten havaintopaikkoja. Paksu nuoli osoittaa sataman perukkaan purkautuvan pääviemäriin sijainnin, ohut nuoli kuonaosan laskupaikan.

Fig. 1. Investigation area. I, II and III are the monitoring stations of routine water analyses. Skogby, Segelskär, I and 3 are the sampling sites of heavy metal analyses. Thick arrow shows the main discharge of effluents in the harbour of the steelworks, thin arrow discharge of effluents from slag granulation process. Shaded area is Koverhar Iron and Steel Works.

minnessä kerättyä materiaalia on tarvittu ja tullaan tarvitsemaan myös kansainvälisiä sovellettuja tutkimuksia varten. Edellä esitetyn perusteella on luonnollista, että eläintieteellinen asema halutessaan turvata tutkimusedellytystensä jatkuvuuden tuntee suurta mielenkiintoa lähinaapurinaan toimivan teollisuuslaitoksen vesistövaikutuksia kohtaan.

RAUTA- JA TERÄSTEHTAAN VESISTÖ- KUORMITUKSEN LUONTEESTA

Raudan ja teräksen valmistuksessa syntyvien jätevesien laatuun vaikuttavat monet seikat, kuten masuunin kunto ja ajotapa, käytettävän raaka-aineen, romun ja seosaineiden laatu sekä teräksen valmistuksessa käytettävä tekniikka. Vesistöä kuormittavat osatoiminnot voidaan ryhmitellä seuraavasti:

— **Raaka-aineen käsittely.** Mikäli materiaalitentät sijaitsevat veden äärellä, joutuu vesistöön raaka-aineita purettaessa hiukkasmuotoisia aineita, jotka sisältävät malmista peräisin olevia rauta-, pii-, kalsium- ja magnesiumoksiedeja ja kalkkikivestä irtoavia kalsium- ja magnesiumumkarbonaatteja. Lisäksi joutuu veteen hiilipartikkeleita.

— **Sintraus.** Sintrauksen aikana ja jäähdytysvaiheessa syntyy lähinnä pölyemissioita.

— **Raudan ja teräksen valmistus.** Suurin osa vesistöä kuormittavista jätteistä syntyy raudan ja teräksen teossa. Tyypillisiä pollutanteja ovat arseeni, ammoniakki, syanidit, fenolit, öljyt ja raskasmetallit, joista tärkeimpinä mainittakoon kadmium, kromi, lyijy, sinkki ja rauta. Lisäksi syntyy kaasunpesuprosessissa vesistöön kohdistuvaa kiintoainekuormitusta.

TUTKIMUSTULOSTEN JA PROBLEMATIIKAN ESITTELYÄ

Vesianalyysit

Tehtaan edusta kuuluu Häyrénin /5/ luokituksen mukaan ulompaan saaristovyöhykkeeseen, jolle on luonteenomaista mm. kallioisten saarten suuri runsaus, mutta pieni pinta-ala, suurten avointen selkien merkityksellinen osuus maisemassa sekä rakkolevän (*Fucus vesiculosus*) valta-asema litoraalivyöhykkeen kasvillisuudessa. Veden vaihto Tvärminne Storfjärdillä on hyvä, koska virtailuja estävät kynnykset puuttuvat ja pohja viettää tasaisesti avomerta kohti.

Pohjanpitäjänlahden sadealueen pinta-ala on 2215 km² /5/, makean veden tuonti 64.6 x 10⁹ m³/v, viipymä Tvärminne Storfjärdillä 0.35 v, keskisuolaisuus 10 m:n syvyydessä 6.31 promillea /7/. Talvella jääpeitteen estäessä veden sekoittumisen kevyempi makea pintavesi virtaa merelle päin, kesällä kylmä suolainen pohjavesi painanteita pitkin lahtiin päin. Veden vaihtoa edistää Hankoniemen vesille ominainen ajoittainen syvänveden kumpuaminen pintaan /8/. Tvärminne Storfjärdin fysiko-

kemialliset parametrit edustavat normaaleja Suomenlahden länsiosan puhtaiden vesialueiden arvoja /vrt. 9, 10, 11/.

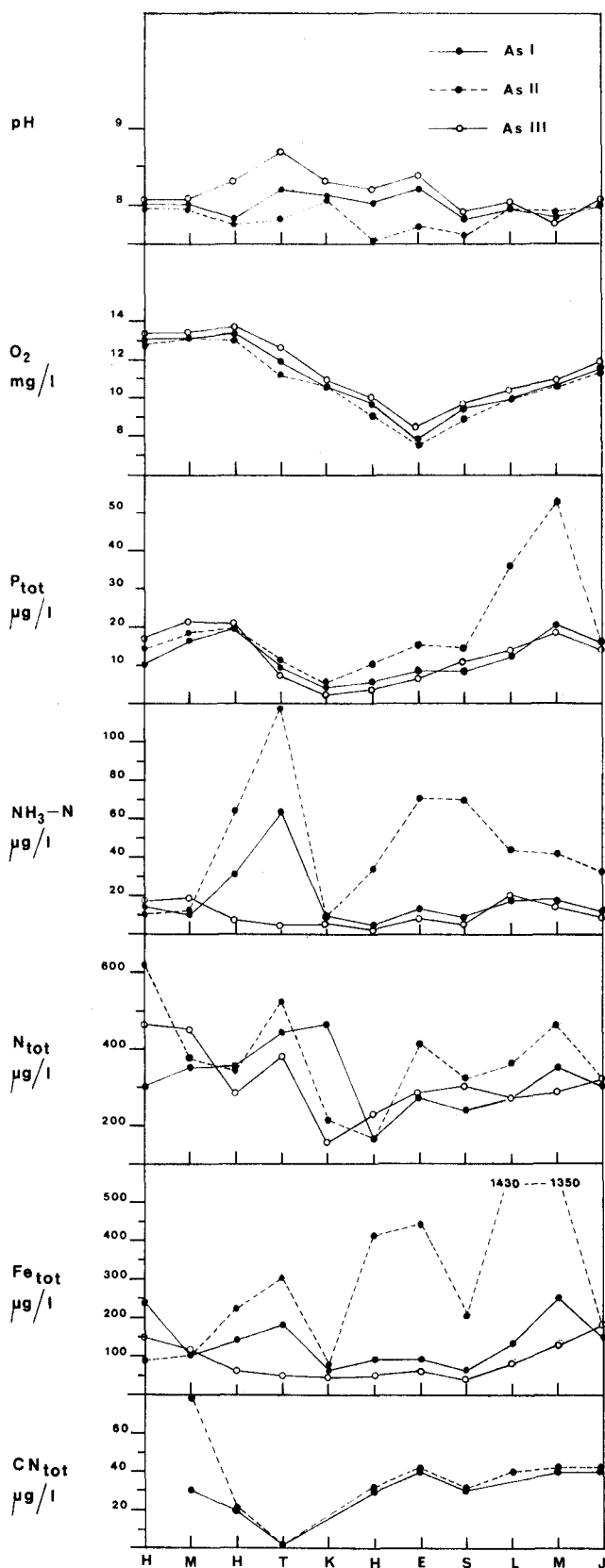
Seuraavassa esitetyt tiedot pohjautuvat niihin tuloksiin, joita on saatu Koverharin Rauta- ja Terästehtaan edustalla käynnissä olevasta tutkimuksesta. Kahden vuoden tiiviin seurantajakson aikana vastaanottavasta vesistöstä tehtiin seuraavia analyysejä: näkösyvyys, lämpötila, pH, happi, saliniteetti, kokonaisfosfori, kokonaistyppi, ammoniakki, kokonaisrauta, kokonaissyaniidi, kiintoaine, permanganaatin kulutus, sekä biologisina analyyseinä kasviplanktonin perustuotantokyky, klorofylli-a, fekaaliset streptokokit ja biokemiallinen hapentarve (BHT₇). Vesianalyysien perusteella jätteiden todettiin laimenevan nopeasti, sillä määrällisesti tärkeimpien poltutanttien (ammoniakki, rauta) pysyvästi kohonneita pitoisuuksia tavattiin vain tehtaan välittömässä läheisyydessä. Lievää suolistobakteerien aiheuttamaa saastumista todettiin tehtaan satamassa, johon pääviemäri purkautuu. Jätevesien sisältämien kasvinravinteiden ei voitu todeta aiheutuvan veden kasviplanktonin rehevöitymistä. Syanidipitoisuudet liikkuivat koko ajan analyysierkkyyden alarajalla (vaihteluväli 0—80 µg/l). Konventionaalisen vesianalytiikan keinoin voitiin siis veden laatu-kriteerien todeta poikkeavan liikaantumattomien saaristovesien arvoista ainoastaan tehtaan välittömässä läheisyydessä.

Oheisiin diagrammeihin on kerätty eräitä tietoja rutiiniseurannan tuloksista vuodelta 1975 (kuva 2). Vaikka useimmat mittaukset on tehty koko vesipatsaasta määräsyyvyksiltä, on kuvassa ilmoitettu ainoastaan kolmen rutiiniseurantapisteen pintavesiarvot, jolloin purkupaikkojen läheisyydessä sijaitsevien havaintopaikkojen ja kauempana sijaitsevan referenssipisteen väliset erot tulevat selvimmin näkyviin. Eräiden aineiden alueellisen leviämisen selvittämiseksi tehtiin myös paikallisia erityiskartoituksia (kuva 3).

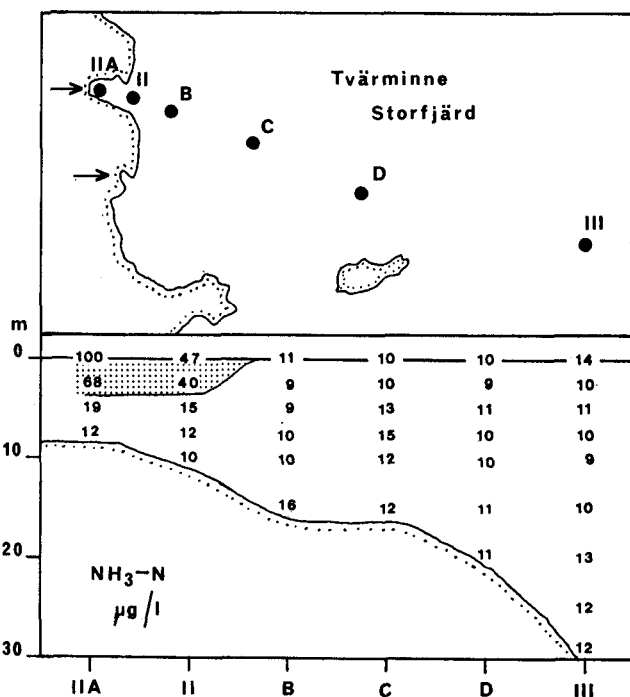
Vaikka näytteenotto olisi tiheävälisikin, antavat pelkkiin vesianalyysiin perustuvat havainnot kuitenkin varsin viitteellisen kuvan vesistön tilasta tällä alueella, jossa saariston ja avomeren välinen vedenvaihto on esteetöntä ja tehokasta. Eräs tapa jätevesien pitkäaikaisen, kumuloituvan vaikutuksen tutkimiseksi on seurata merenpohjan eliöyhdyskunnissa tapahtuvia muutoksia /12/.

Pohjaeläintutkimukset

Koverharin edustan ja sen lähivesien pohjafaunan kvantitatiivisesta koostumuksesta ja yksittäisten lajien biologiasta on olemassa Tvärminnen eläintieteellisellä asemalla kerättyjä tietoja jo usean vuosikymmenen ajalta /13, 14, 15/, mikä luonnollisesti ratkaisevasti helpotti tehtaan lähistöllä suoritettavan pohjaeläintutkimusten tulosten tulkintaa. Tehtaan edustalla oli ennen tämän tutkimuksen alkua vuonna 1971 tehty varsin tarkka pohjaeläinkartoitus. Tutkimus uusittiin vuonna 1974, jolloin samoilta paikoilta kerättiin kvantitatiiviset pohjanäytteet. Yhteenvedon luonteisesti esitettynä voitiin näiden kahden pohjaeläintutkimuksen tulosten perusteella todeta seuraavaa:



Kuva 2. Eräitä rutiiniseurannan parametreja Koverharin edustan pintavedestä v. 1975. As I = kuonoajan suu. As II = sataman edusta. As III = Syndalsholmenin itäpuolella sijaitseva referenssipiste (vrt. Kuva 1).



Kuva 3. Eräs tyypillinen tilanne ammoniumtyyppien laimeumisesta Koverharin edustalla (6.5.1975). Yläkuvassa havaintopaikkojen sijainti. Alakuvan pystyakselilla syvyys metreissä; vaakaa-akselille havaintopaikat on ryhmitelty tasavälein. Tehtaan vaikutus on kuvattu rasterilla.

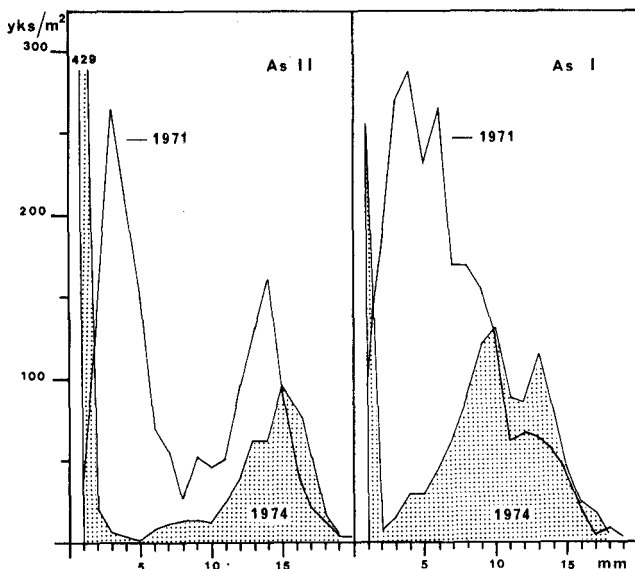
Fig. 3. An example of the dilution of ammonia outside of Koverhar Iron and Steel Works. In the upper figure, the location of the stations. In the lower figure the concentrations of ammonia on the line drawn from Koverhar harbour to the reference point (III) are given.

Tehtaan edustalla todettiin vuonna 1971 suppea-alainen häiriöalue purkupaikkojen välittömässä läheisyydessä, joissa voitiin havaita likaantumista karttavan äyriäisen, valkokatkan (*Pontoporeia affinis*) yksilötiheyden selvästi vähentyneen. Samoilla havaintopaikoilla olivat vastaavasti likaantumista melko hyvin sietävän Itämerensimpukan (*Macoma baltica*) yksilötiheys ja biomassassa syvyyteen ja pohjan laatuun nähden kehittyneet ylisuuriksi. Kauempana purkupaikoista sijaitsevilla havaintopaikoilla pohjafaunan lajikoostumus ja runsaus-suhteet indikoivat alueelle tyypillistä häiriintymätöntä pohjaelämistään. Selviä merkkejä pohjan likaantumisesta ei siis kyetty osoittamaan, ainoastaan lievä vinoutuma kahden lajin välisissä runsaussuhteissa. Ilmiö oli kuitenkin

Fig. 2. Some parameters of water quality in the discharge area of Koverhar Iron and Steel Works. Values refer to the concentrations in the surface waters in the year 1975. As I = station for observation of effluent from slag granulation. As II = station outside the main effluent discharge. As III = reference station. Location of sampling sites indicated in Fig. 1.

kin erittäin mielenkiintoinen, sillä erään teorian mukaan /16/ näiden kahden lajin välillä vallitsee tietyssä kehitysvaiheessa peto—saalis -suhde. Itämerensimpukan toukat ovat näet kehityksensä alkuvaiheessa pelagisia, ts. toukka ui vapaassa vedessä. Toukkien ohitettua pelagisen vaiheensa ne laskeutuvat pohjaan, jolloin valkokatka käyttää niitä ravinnokseen. Täten jättevesien karkoittamisesta likaantumista kaihtavan petolajin, likaantumista paremmin sietävä simpukkapopulaatio oli voimistunut ja kehittynyt biomassaltaan ja yksilöluvultaan epätavallisen suureksi.

Vuonna 1974 saatettiin havaita edellä kuvatun kehityksen jatkuneen. Valkokatkapopulaatiot koko tutkimusalueella olivat taantuneet, mikä osittain mahdollisesti selittyi tälle lajille tyypillisistä voimakkaista kannanvaihteluista. Kuitenkin valkokatkan suhteellinen yksilötiheys tehtaan edustalla oli laskenut pohjoisessa ja lännessä sijaitsevia referenssipisteitä huomattavasti voimakkaammin (kuva 4, kansikuva). Purkupaikkojen välittömässä läheisyydessä todettiin Itämerensimpukan yksilötiheyden alentuneen ja populaation ikärakenteen muuttuneen epäedulliseksi, sillä nuorimpia ikäluokkia oli kohdannut voimakas kuolleisuus (kuva 5). Pieniä vuoden ikäisiä 1—2 mm:n pituisia simpukoita oli tosin runsaasti, mutta aikaisemman kokemuksen perusteella tällainen piikki on liian terävä ollakseen pysyvä. Likaantumisen hyötyminen oli tämän lajin osalta ohi ja populaation taantuminen purkupaikkojen lähistöllä oli alkanut.



Kuva 5. Itämeren simpukan (*Macoma baltica*) kokoluokkajakautuma vuosina 1971 ja 1974 Koverharin sataman edustalla (As II) ja kuonoajan suulla (As I). Pystyakselilla yksilömäärä/m², vaaka-akselilla kuoren pituus millimetreissä.

Fig. 5. Length histograms of the bivalve mollusc *Macoma baltica* in the years 1971 and 1974. Values on the vertical axis indicate the density of individuals per square meter. On the horizontal axis, length of the shell in millimeters. Location of sampling sites (As I and As II) indicated in Fig. 1.

Ennuste tilanteen kehittymiselle tehtaan edustalla on siis kutakuinkin selvä: mikäli kuormitus jatkuu laadultaan ja määrältään samanlaisena tai kasvaa, voidaan pohjajeläimistön avulla mitattavan merenpohjan boniteetin odottaa purkualueella jatkuvasti vähitellen huononevan. Molemmat edellä käsitellyt lajit ovat Itämeren pohjoisosien ekosysteemissä tärkeitä useiden kalalajien ravinto-organismeina, joten edellä kuvatulla kehityksellä on pitemmällä ajanjaksolla välillisesti tiettyä kalataloudellista merkitystä. Tutkimusperiodin aikana tehostettiin kuitenkin tehtaan jättevesien puhdistusta merkittävällä tavalla, joten tulevaisuudessa on toivoa tämän epäsuotuisan kehityksen pysähtymisestä tai jopa tilanteen parantumisesta. Vaikka pohjan likaantumiseen viittaavat merkit Koverharin edustalla ovat suhteellisen lieviä ja sappea-alaisia, eikä tilannetta voi edes verrata esimerkiksi Helsingin ja Turun edustojen neliökilometrien laajuisiin täysin kuolleiden tai pahoin häiriintyneiden pohjien alueisiin, on asiantilaan kuitenkin suhtauduttava vakavasti, sillä kehitys on kulkenut huonompaan suuntaan huolimatta veden fysikaalis-kemiallisten parametrien korkeasta laadusta.

Mikä sitten saattaisi olla syynä edellä kuvatuille tapahtumille? Pohjafaunanäytteenottojen yhteydessä havaittiin tehtaan edustan merenpohjan sedimenttien poikkeavan ympäristön vastaavista näytteistä. Sedimentin pinnalla todettiin yleensä hyvin kehittynyt aerobisia olosuhteita indikoiva n. 1 cm:n paksuinen punaruskea happettava kerros. Tämän alapuolella saatettiin havaita pieniä granulointiprosessista peräisin olevia kuonapalloja, kiillehiukkasia ja mustaa liettynyttä hiilipölyä. Tämän n. 10 cm:n paksuisen, tehtaasta peräisin olevan kiintoaineksen muodostaman mustan tai mustanharmaan kerroksen alapuolella alkoi vaaleanharmaa hiesu- ja savi-pohja.

Ruoppausten ja runsaasti kiinteitä hiukkasia sisältävien jättevesien purkamisen yhteydessä tapahtuvan ”ylimääräisen” sedimentaation vaikutuksista ovat useat tutkijat eri maissa tehneet havaintoja. Näiden veteen suspendoituneiden ja laskeutuvien partikkeleiden vaikutuksista voidaan todeta seuraavaa:

1. Veteen tunkeutuvan valon väheneminen. Valaistuksen heikentyessä levien yhteyttäminen vähenee, mikä vaikuttaa ravintoketjun kaikilla tasoilla.
2. Filtraajien (simpukoiden) kidukset saattavat tukkeutua ja eritystoiminta sekä ravinnonotto häiriintyä. Sedimenttipartikkeleihin adsorboituneet myrkylliset aineet aiheuttavat epänormaaleja ilmiöitä kasvussa ja pumppausrytmissä /17/.
3. Sedimenttipartikkelit voivat adsorboida tai vapauttaa ravinteita ja raskaita metalleja ja orgaanisia myrkyjä. Tällöin sedimentissä elävät organismit voivat saada raskaita metalleja, radionuklideja tai pestisidejä elimistöönsä ja konsentroida niitä /18, 19/.
4. Kiinteiden partikkeleiden runsas esiintyminen vedessä vaikuttaa suoranaisesti kalojen hengissä pysymiseen (esim. mekaanisesta ärsytyksestä aiheutuva epänormaali liman erityys kiduksissa), kasvuun, sekä aikuisen kalan, poikasten ja mätimunien sairauksiin.

5. Sedimenttipartikkeleiden ekologinen vaikutus (esim. muutokset ravinto-objektien laadussa ja määrässä) kalaan on todennäköisesti suurempi kuin suoranainen fysiologinen vaikutus, sillä fysiologisen ja ekologisen stressin yhteisvaikutus aiheuttaa laadullisia ja määrällisiä muutoksia kalapopulaatioissa muuttaen siten koko vesiekosysteemin alkuperäistä tilaa /20, 21/.

Ylläesitetty Koverharin edustan pohjafaunan taantumisen mahdollisia syitä koskeva spekulatio liittyy kiinteästi erääseen rauta- ja terästeollisuuden jätevesien erityisongelmaan, nimittäin raskasmetalleihin.

Raskasmetallit

Raudan ja teräksen valmistuksessa syntyvät jätevedet sisältävät aina jonkin verran raskasmetalleja /22/, joista merkittävä osa on sitoutunut kiintoaineeseen /23/ (kuva 6). Monet näistä metalleista ovat ympäristömyrkyjä,

jotka usein jo pieninä pitoisuuksina ovat joko tappavan toksisia tai aiheuttavat epämuodostumia tai kehityshäiriöitä monien äyriäis- ja simpukkalajien toukissa tai kalojen mädissä ja poikasissa /24, 25, 26, 27, 28/. Tähän asti vallinneen käytännön mukaan raskasmetalleja on pidetty vesieliöille myrkyllisinä ainoastaan, mikäli pitoisuudet ylittävät tietyn kynnyksarvon. Täten metallien päästäminen vesistöön on ollut sallittua, mikäli laimennus on ollut niin suuri, että ainetta ei ole voitu analysoida tai pitoisuudet vesistössä ovat jääneet tietyn kynnyksarvon alapuolelle. On lähdetty siitä, että veden laatuvaatimusongelma on ratkaistavissa laimentamalla. Monet konventionaaliset jätteet (esim. tyyppi ja fosfori) voidaankin vesistön luontaista itsepuhdistuskykyä hyväksi käyttäen liittää häiriöttömästi luonnonkiertoon. Viime vuosien tutkimus on kuitenkin antanut selviä viitteitä siitä, että raskasmetallien kohdalla asianlaita on toinen, sillä ne

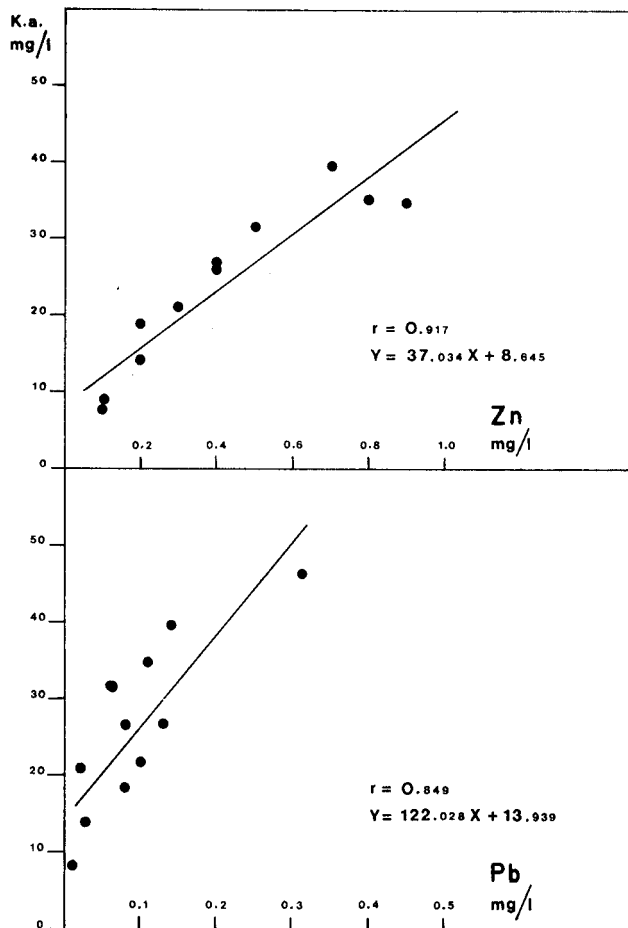
— eivät ole biologisesti hajotettavissa

— biokemiallisten reaktioiden ansiosta eräät raskasmetallit (muutkin kuin elohopea) voivat muuttua orgaanisiksi yhdisteiksi, jotka kulkeutuvat helpommin ravintoketjuissa ja ovat usein paljon myrkyllisempiä ja ekologisesti vaarallisempia kuin vastaavat epäorgaaniset muodot /29, 30, 31/.

Edellisen perusteella lienee selvää, että ympäristönsuojelustrategia, joka perustuu veden laatustandardeihin ja siten pollutanttien hetkellisten pitoisuuksien mittaamiseen, jää raskasmetallien osalta puolinaiseksi ratkaisuksi.

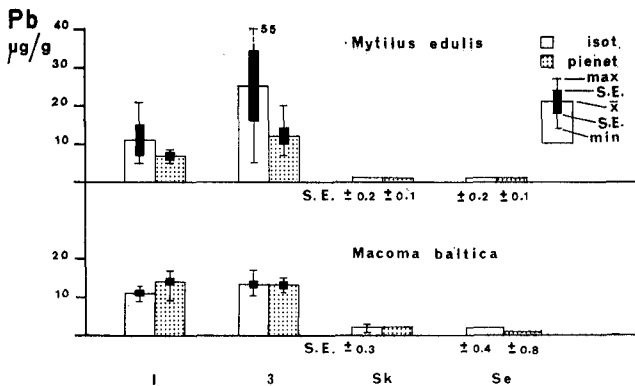
Simpukoiden on todettu kykenevän rikastamaan vedestä kudoksiinsa suuria määriä eri raskasmetalleja /32, 33/. Haluttaessa tietoja raskasmetallipitoisuuksista Koverharin edustan vesiympäristössä valittiin bioindikaattoreiksi kaksi koko tutkimusalueella yleistä simpukkalajia, Itämeren simpukka (*Macoma baltica*) ja sinisimpukka (*Mytilus edulis*). Tehtaan edustalta kerättiin näytteitä kolmelta havaintopaikalta. Referenssimateriaalina käytettiin Tammisaaren saaristosta Skogbyn edustalta sekä mahdollisimman puhtaalta vesialueelta avomeren reunalta Segelskäristä peräisin olevaa aineistoa (vrt. kuva 1). Tuloksista saatettiin havaita tehtaan vaikutus selvimmin sinkin, lyijyn ja raudan pitoisuuksista, jotka tilastollisten testien mukaan olivat referenssipisteiden arvoja erittäin merkittävästi korkeampia. Tehtaan edustalla lyijyn pitoisuudet molempien simpukkalajien kudoksissa olivat yleensä 10–20 kertaa suurempia kuin referenssipisteillä (kuva 7).

Raskasmetallien analysointi suoraan murtovedestä on hankalaa pienten pitoisuuksien ja monien analyysiä häiritsevien taustatekijöiden vuoksi. Vesiorganismit, jotka rikastavat metalleja kudoksiinsa, suorittavat ikäänkuin jatkuvaa näytteenottoa ympäristöstään, jolloin raskasmetallien konsentraatiot kudoksissa heijastavat näiden aineiden keskimääräisiä pitoisuuksia ympäristössä pitkällä aikavälillä. Koverharin edustalla näyttää lyijyn määrän analysointi sinisimpukan kudoksista eräältä käyttökelpoisimmista menetelmistä kartoittaa tehtaan



Kuva 6. Sinkin ja lyijyn pitoisuudet poistuvan jäteveden kiintoaineessa. Pystyakselilla kiintoaineen määrä, vaakakselilla sinkin ja lyijyn pitoisuudet.

Fig. 6. Concentrations of zinc and lead in suspended solids of the effluent. Contents of suspended solids on the vertical axis.



Kuva 7. Lyijyn pitoisuudet sinisimpukan (*Mytilus edulis*) ja Itämeren simpukan (*Macoma baltica*) kudoksissa. Havaintopaikat I ja 3 sijaitsevat tehtaan läheisyydessä; Sk = Skogby, Se = Segelskär (vrt. Kuva 1.). Pitoisuudet ilmoitettu märkäpainoyksikköä kohti.

Fig. 7. Concentrations of lead in the tissues of the blue mussel *Mytilus edulis* and the bivalve *Macoma baltica*. Stations I and 3 are situated near the steelworks, Sk (Skogby) and Se (Segelskär) are the reference points (Fig. 1.). White column = small specimens. Dotted column = big specimens. Concentrations on wet weight basis.

vaikutusalueetta. Sinisimpukka soveltuu tällä alueella hyvin monitoring-tyyppiseen seurantaan, sillä laji on alueella yleinen ja runsaslukuinen, sietää likaantumista kohtalaisen hyvin ja sen biologia ja fysiologia on hyvin tunnettu. Lisäksi lyijyn kertyminen kudoksiin ja poistuminen kudoksista tapahtuu sinisimpukalla ympäröivän veden pitoisuuksiin nähden lineaarisesti /34/.

Sedimentteihin sitoutuneiden raskasmetallien pitoisuuksien on todettu ilmasevan melko hyvin ns. antropogeenista, ihmisen toiminnasta aiheutuvaa vaikutusta /35, 36/. Koverharin edustalta kerätyn sedimenttiaineiston analysointityö on vielä osittain kesken, mutta alustavasti voidaan todeta näiden määritysten antavan arvokasta lisäinformaatiota tehtaan jätevesikuormituksen luonteesta.

LOPPUTOTEAMUKSET

Edellä on yritetty osittain vielä keskeneräisen tutkimusten tulosten perusteella kuvata eräitä Koverharin Rauta- ja Terästehtaan vesistövaikutuksia. Todetut muutokset vastaanottavassa vesistössä ovat olleet dynamiikaltaan hidastempoisia ja laadultaan ja määrältään vähäisiä, mikä toisaalta johtuu purkualueen sekoittumisolosuhteiden edullisuudesta, toisaalta kohtalaisen pitkälle viedystä puhdistustekniikasta. Ympäristönsuojelun kokonaisuuden kannalta tällaiset vähittäiset eliöyhdyksuntien ja ekologisen tilan muutokset ovat kuitenkin usein merkittävämpiä kuin äkilliset katastrofit, kuten esimerkiksi masuunien alasajojen yhteydessä sattuneet syanidipulssien aiheuttamat kalakuolemat. Hitaiden muutosten toteaminen vaatii kuitenkin enemmän aikaa ja rahaa kuin tavallinen muutaman kerran vuodessa toistuva rutiiniseuranta. Rauta- ja Terästehtaiden jätevesien erikoislaatuisen kemiallisen luonteen ja niiden sisältämien useiden toksisten ja kumuloituvien aineiden vuoksi tulisi tutkimusta kuormituksen todellisten vaikutusten selvittämiseksi nykyistä enemmän suunnata laboratorioissa ja ken-

tällä tapahtuvaan kokeelliseen työskentelyyn, jonka tulosten perusteella voidaan saada arvokasta taustatietoa jätevesien tarkoituksenmukaisille puhdistustoimenpiteille.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Luotamo, I., Helsingin Yliopisto. Tvärminnen eläintieteellinen asema. (1974). Tutkimusraportti n:o 1.
2. Luotamo, I. & Luotamo, M., Helsingin Yliopisto. Tvärminnen eläintieteellinen asema. (1975). Tutkimusraportti n:o 2.
3. Luotamo, I. & Luotamo, M., Helsingin Yliopisto. Tvärminnen eläintieteellinen asema. (1976). Tutkimusraportti n:o 3.
4. Vesihallitus, Vesihallituksen julkaisuja. 8 (1974) s. 10—11.
5. Häyrén, E., Verh. Intern. Ver. Theor. angew. Limn. 5 (1931) s. 488—507.
6. Witting, R., Fennia. 35 (1914) s. 1—18.
7. Mälkki, P., Launiainen, J. & Voipio, A., Merentutkimuslaitos (1971) s. 1—13.
8. Hela, I., Terra. 58 (1946) s. 52—59.
9. Niemi, A., Soc. Scient. Fennica. Comment. Biol. 55 (1972) s. 1—19.
10. Niemi, A., Acta Bot. Fennica 100 (1973) s. 1—68.
11. Niemi, A., Acta Bot. Fennica 105 (1975) s. 9—32.
12. Leppäkoski, E., Acta Acad. Aboensis 35 (1975) s. 1—90.
13. Segerstråle, S. G., Comm. Biol. Soc. Scient. Fenn. 4 (1933 a) s. 1—62.
14. Segerstråle, S. G., Comm. Biol. Soc. Scient. Fenn. 4 (1933 b) s. 1—72.
15. Segerstråle, S. G., Comm. Biol. Soc. Scient. Fenn. 7 (1937) s. 1—202.
16. Segerstråle, S. G., Botanica Gothoburgensia. III (1965) s. 195—204.
17. Rosenberg, D. M. & Snow, N. B., Dept. Env. Fish. Mar. Serv. Res. Development Directorate (1975) Techn. Rep. No. 547.
18. Alabaster, J. S., Proc. R. Soc. Lond. 180 (1972) s. 395—406.
19. Ochswald, W. R., J. Envir. Qual. 1 (1972) s. 360—366.
20. Ritchie, J. C., J. Soil Wat. Conserv. 27 (1972) s. 124—125.
21. Gannon, J. E. & Beeton, A. M., J. Wat. Pollut. Control Fed. 43 (1971) s. 392—398.
22. Cannon, J. S., Environmental Steel. Pollution in the Iron and Steel Industry. The Council on Economic Priorities. Praeger Publishers. New York 1974.
23. Prater, B. E., Wat. Pollut. Control. 74 (1975) s. 63—78.
24. Westergaard, H., Rosenthal, H. & Sperling, K. R., Helgoländer wiss. Meeresunters. 26 (1974) s. 416—433.
25. Connor, P. M., Mar. Poll. Bull. 3 (1972) s. 190—192.
26. Reish, D. J., Pilz, F. & Martin, J. M., Mar. Poll. Bull. 5 (1974) s. 125—126.
27. Calabrese, A. & Davis, H. C., Helgoländer wiss. Meeresunters. 20 (1970) s. 553—564.
28. Jones, M. B., Mar. Biol. 30 (1975) s. 13—20.
29. Jernelöv, A., Heavy metals in the marine environment. Discharge of Sewage from Sea Outfalls. Pergamon Press (1975) s. 115—122.
30. Wong, P. T. S., Chau, Y. K. & Luxon, P. L., Nature 253 (1975) s. 263—264.
31. Krenkel, P. A., Heavy metals in the aquatic environment. Pergamon Press. (1975) s. 261.
32. Ikuta, K., Bull. Japan. Soc. Scient. Fish. 34 (1963) s. 112—116.
33. Segar, D. A. Collins, J. D. & Riley, J. P., J. mar. biol. Ass. UK. (1971) s. 131—136.
34. Schulz-Baldes, M., Mar. Biol. 25 (1974) s. 177—193.
35. Erlenkeuser, H., Suess, E. & Willkomm, H., Geochim. et Cosmochim. Acta 38 (1974) s. 823—842.
36. Suess, E. & Erlenkeuser, H., Meyniana 27 (1975) s. 63—75.

Kaivosten vesi- ja jätehuolto

Dipl.ins. Jussi Korpela, dipl.ins. Jorma Myry, Oy Vesi-Hydro Ab

Maassamme käytetään malmikaivoksissa ja niihin liittyvissä rikastamoissa vettä yhteensä 20...30 milj. m³ vuodessa. Maamme puunjalostusteollisuus käyttää vastaavan vesimäärän 3—4 vuorokaudessa. Määrällisesti on siis kaivostoiminnan osalta kysymys varsin vähäisestä vedenkäytöstä ja jätevesien muodostumisesta. Tästä huolimatta ei kaivosten vesi- ja jätehuolto ole suinkaan ongelmantonta. Vedenhankinnan kohdalla syntyy usein sekä teknisiä että taloudellisia vaikeuksia siitä syystä, että kaivosteollisuutta ei voida samoin kuin esimerkiksi puunjalostusteollisuutta sijoittaa vapaasti runsaiden vesivarojen äärelle, vaan vesi on tuotava malmin ääreen useasti varsin etäältä. Jätehuollon puolella ovat pääongelmia määrältään runsaan hienojakoisen rikastusjätteen varastointi ja jätealueelta purkautuvan jäteveden laatu ja sen vesistövaikutukset.

KAIVOSTEN VEDENKÄYTÖN PAAPIRTEET

Kaivostoiminta käyttää vettä pääasiallisesti rikastuksen prosessivetenä, jäähdytys- ja tiivistevetenä sekä sosiaalivetenä. Käytön jälkeen vesi joko hylätään viemäriin tai kierrätetään uudelleen käyttöön. Kierrot voivat olla rikastusprosessin sisäisiä tai rikastamon ulkopuolisen kiertovesi- tai jätealtan kautta kulkevia.

Prosessista poistuva vesi johdetaan usein yhdessä rikastusjätteen kanssa jätteen varastoaltaan, josta selkeytynyt ylitevesi purkautuu joko suoraan tai puhdistuskäsittelyn jälkeen vesistöön. Tämän jätevesijakeen lisäksi muodostuu kaivosalueella epäpuhtaita vesiä itse kaivoksessa, jonne kertyy malmin ja louhinnan likaa maapinta- ja pohjavettä, ja rikastamoalueella, jossa murskaus-, jauhatus- ja rikastustoiminta sekä tuotteiden varastointi likaavat valumavettä. Viimeksi mainitut vedet johdetaan, ellei niitä voida ottaa mukaan rikastusprosessin kiertoon, yleensä jätealtan kautta vesistöön.

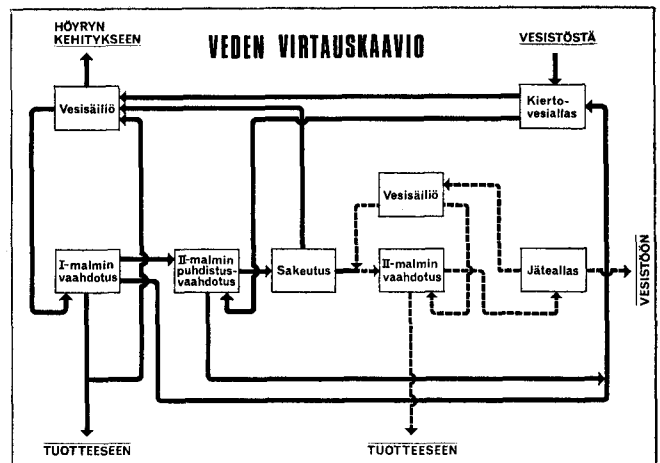
Sosiaalijätevesille järjestetään tavallisesti erillinen puhdistus, jonka jälkeen vesi johdetaan suoraan tai jätealtan kautta vesistöön.

VEDENHANKINTA

Prosessivesi

Rikastusprosessissa joutuu vesi malmin kanssa tekemisiin jauhatuksessa ja sen jälkeisissä toiminnoissa. Tästä vesijakeesta käytetään jäljempänä nimitystä rikastusvesi.

Rikastusvesi voi prosessin häiriintymättä yleensä sisältää varsin paljon kiintoainesta ja liuennaita epäpuhtauksia, joten vesistöstä otettavan raakaveden lisäksi



Kuva 1. Erään kompleksimalmin rikastuksen vedenkierto-kaavio.

Fig. 1. Water circulation diagram in the processing of a complex ore.

voidaan usein käyttää rikastusvetenä myös kaivosvettä ja kiertovettä. Eräissä tapauksissa saattaa kuitenkin kiertoveden laatu aiheuttaa prosessille häiriöitä. Nämä johtuvat useimmiten kiertoveden kyllästymisestä tai eri vaahdotusten vaahdotuskemikaalijäämistä. Häiriöitä voidaan eräissä tapauksissa estää puhdistamalla kiertovesi kemiallisella vedenkäsittelyllä ennen prosessiin johtamista. Kiertoveden väkevöitymistä kyllästyspisteeseen voidaan puolestaan estää lisäämällä riittävästi laimennusvettä.

Rikastusveden lisäksi tarvitaan kaivos- ja rikastustoitinnassa jäähdytysvettä, tiivistysvettä ja eräissä tapauksissa vettä hövryn kehitykseen. Näiden vesijakeiden tulee olla varsin puhtaita sekä kiintoaineksen että liuennaiten aineiden suhteen. Tästä syystä eivät kaivosvedet ja kiertovedet yleensä sovellu em. tarkoitukseen.

Kaivoksen tarvitsema raakavesimäärä riippuu kiertoveden käyttömäärästä ja kaivosvesimäärästä. Varsin yleinen raakavesimäärä on kaivoksillamme 4...6 m³/min. Tämä vesimäärä on yleensä liian suuri saatavaksi pohjavedestä, joten on turvaututtava vedenottoon vesistöstä. Valuma-alueeltaan pienissä vesistöissä joudutaan jatkuvan vedensaannin turvaamiseksi muodostamaan säännöstelyallas, johon vettä varastoidaan alivesikausien varalle. Jos veden tarve on 6 m³/min, on vesistön va-

luma-alueen säännöstelytapauksessa oltava vähintään 40 km² ja vasta noin 200 km² suuruiselta runsasjärviseltä vesistöalueelta voidaan vastaava vesimäärä saada ilman säännöstelyä.

Vesistön vesi otetaan rikastusprosessiin yleensä sellaisenaan ilman mekaanista tai kemiallista puhdistuskäsittelyä. Eräissä tapauksissa saattaa prosessi kuitenkin vaatia humuksesta vapaata vettä ja tällöin tulee veden kemiallinen käsittely kysymykseen. Jäähdytys- ja tiivistevesien osalta voi joko samasta syystä tai siitä johtuen, että vesistön vesi on jätevesien runsaasti kuormittamaa tai savisameata, tulla vastaava puhdistuskäsittely tarpeelliseksi. Höyryn kehitykseen käytettäville vesille suoritetaan raakaveden laadusta riippuen joko pehmenys tai täyssiulanpoisto. Tätä puhdistusprosessia edeltää usein veden kemiallinen käsittely.

Vesistöä vesi johdetaan tehdasalueelle painejohdos- sa. Johdon koko on vesimäärän ollessa edellä mainitut 4...6 m³/min läpimitaltaan 300...400 mm. Johtamismatkan ollessa pitkä tai nostokorkeuden suuri voi olla tarpeen turvautua välillä paineenkorotukseen.

Vedenjakelun turvaamiseksi sijoitetaan kaivosalueelle yleensä pienehkö ylävesisäiliö joko kaivostorniin tai korkeaan maastokohtaan kaivoksen äärellä. Säiliöstä on sähkökatkon sattuessa mahdollisuus saada paineellista vettä ainakin lyhytaikaisesti käyttöön. Lisäksi säiliö tarjoaa mahdollisuuden ohjata raakavesipumppaamon pumppujen käyntiä.

Saniteettivesi

Saniteettivettä tarvitaan kaivoksen ruokalassa ja sosiaalitaloissa. Työntekijämäärä kaivosta kohti on yleensä 100...200 henkilön suuruusluokkaa. Työntekijää kohti voidaan arvioida tarvittavan noin 100...150 l/d saniteettivettä. Tästä kertyvä veden kokonaismäärä, joka on noin 10...30 m³/d, on siksi pieni, että tämä vesimäärä on yleensä saatavissa pohjavedestä jostakin kaivoksen lähistöltä. Ellei pohjavettä ole saatavissa ja lähimmän yhdyskunnan vesijohtoverkko on liian etäällä, voidaan osa prosessiin vesistöä otettavasta raakavedestä puhdistaa saniteettivedeksi. Saniteettivesimäärä luonnollisesti kasvaa, mikäli kaivosalueen lähiympäristöön sijoitetaan kaivoksen asuntoalue.

JÄTEVESIJAKEET

Kaivosvesi

Kaivosvesi koostuu kaivokseen (avolouhokseen) sata- vasta vedestä, sinne kaivos- ja ajoluiskilta valuvasta pintavedestä sekä kallioperästä ja avolouhoksen irtomaaluiskista tihkuvasta pohjavedestä. Kaivokseen jää malmin louhinnan yhteydessä hienojakoista kiviainesta sekä louhinta- ja siirtolaitteista erilaisia öljyperäisiä epäpuhtauksia. Nämä sekoittuvat kaivosveteen ja aiheuttavat sen likaantumisen. Lisäksi veteen liukenee kallioperästä erilaatuisia suoloja, joiden määrä ja laatu riippuu mm. louhittavan malmin mineraalien ominaisuuksista sekä veden hiilihappopitoisuudesta.

Kaivosveden määrä vaihtelee pohjaveden osalta mal- miesiintymän kallioperästä riippuen ja vaihtelu on lähinnä verrattavissa porakaivoesiintymien antoisuuksissa tavattuihin vaihteluihin. Kaivokseen tunkeutuvan pohjaveden määrä on luonnollisesti riippuvainen myös louhittujen kalliotilojen laajuudesta ja vuotokohtien injektioinnin tehokkuudesta. Varsin tavallinen kaivosveden määrä on maamme kaivoksissa suuruusluokkaa 0,5...1,5 m³/min.

Sade- ja pintaveden määrä riippuu kaivoksen avolouhososan pinta-alasta. Hetkellinen kaivokseen satava rankkasademäärä voi maksimi arvona olla 100...200 l/s x ha. Sade- ja pintaveden pumppaus voidaan kuitenkin mitoittaa olennaisesti edellä mainittua arvoa pienemmäksi, mikäli on käytettävissä allastilavuutta lyhytaikaiseen veden varastointiin tai mikäli hetkellinen tulviminen ei aiheuta liian suurta haittaa louhinnalle. Tavallinen mitoitusarvo sadevesille on 5...10 l/s x ha. Tämä edellyttää mahdollisuutta varastoida kaivokseen tilapäisesti vettä n. 200...300 m³ avolouhospinta-alan hehtaaria kohti. Vuosittain pumpattava sade- ja valumaveden kokonaismäärä on arviolta 4 000...6 000 m³/ha.

Kaivosvettä, josta kiintoainekset tavallisesti laskeutetaan kaivoksessa joko kaivostiloihin louhitussa pumpauspaalissa tai erillisessä laskeutuspaalissa, voidaan usein käyttää rikastusvetenä tai, mikäli vesi on erityisen puhdasta, myös jäähdytys- tai tiivistevetenä. Jos vesi ei sovellu kumpaankaan edellä mainittuun tarkoitukseen, johdetaan se joko suoraan tai jätealtaan kautta vesistöön. Jätealtaan kautta johtamista käytetään erityisesti silloin, kun kaivosvesi sisältää runsaasti liuenneita epäpuhtauksia tai kiintoaineita, ja myös niissä tapauksissa, joissa jätealtaan ylitevesi käsitellään puhdistuslaitoksissa.

Likainen pintavesi

Kaivos- ja rikastamoalueen likaiset pintavedet muodostuvat erilaisissa toiminnoissa käsiteltävien kiinteiden ja nestemäisten aineiden joutumisesta sadannasta syntyneiden pintavesien kanssa kosketuksiin. Likaiset pintavedet sisältävät mm. pieniä määriä huoltoalueella käytettäviä öljytuotteita sekä malmin murskauksen yhteydessä muodostuvaa hienoa ainesta, esim. murskevarastosta huuhtoutuneena. Lisäksi välituotteiden ja tuotteiden varastosta, jos se on kattamaton, joutuu sekä kiinteitä että liuenneita aineksia pintavesiin. Likaisten pintavesien laatu vaihtelee runsaasti riippuen lähinnä tuotannon laadusta sekä käsittelyvaiheiden ja tuotevaraston suojauksesta sään vaikutuksia vastaan.

Likaantuvien pintavesien määrä pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi eristämällä alue ulkopuolelta valuilta vesiltä tehokkaan eristysojituksen avulla. Eristysojien sisäpuoliselta alueelta kerätään vedet jätealtaan tai erilliseen pintavesien kokooja-altaaseen, josta ne voidaan pumpata joko rikastusprosessiin tai jätealueelle. Pumpattava vuotuinen kokonaisvesimäärä on noin 2 500...4 000 m³ hehtaarilta. Rankkasateet ja lumen sulaminen aiheuttavat vesimäärähuippuja, jotka tasoitetaan edellä mainitun pintavesialtaan tai jätealtaan säännöstelytilavuuden avulla. Pintavesialtaasta tapahtuva pumpaus voidaan mitoittaa sitä pienemmäksi, mitä suurempi

säännöstelytilavuus on käytettävissä. Esimerkkinä mitoituksesta voidaan mainita erään kaivosalueen kohdalla altaan säännöstelytilavuuden olevan noin 400 m³ valuma-aluehehtaaria kohti ja pumppauksen tehon vastaavasti noin 1,5 l/s x ha.

Rikastusjätevesi

Rikastusveden kokonaismäärä muodostuu, kuten aikaisemmin on todettu, vesistöstä otettavasta raakavedestä, mahdollisesti käytettävästä kaivosvedestä ja tehdasalueelta pintavesialtaaseen kerättävästä epäpuhtaasta pintavedestä sekä prosessin sisäisestä tai sen ulkopuolisesta jätealtaan kautta kulkevasta kierrosta. Vesistöstä otettavan raakaveden määrä riippuu muiden edellä mainittujen vesikomponenttien määrästä. Varsin yleistä on, että prosessin kautta kulkeva kokonaisvesimäärä on 2...4-kertainen raakaveden ottoon verrattuna. Aikaisemmin on todettu, että kaivoksemme käyttävät varsin tavallisesti raakavettä 4...6 m³/min. Jätealtaaseen purkautuvan jäteveden määrä on suunnilleen prosessiin ulkopuolelta tuotujen vesijakeiden (raakavesi, kaivosvesi, likainen pintavesi) summa. Vähennystä tähän aiheuttaa veden sitoutuminen tuotteeseen ja prosessissa tapahtuva haihtuminen.

Jätevesi sisältää kaikkia niitä liukenevia aineksia, joiden kanssa vesi joutuu prosessissa tekemisiin. Varsin yleistä on, että malmissa häviävän pieninä, joskus havaitsemattomina pitoisuuksina esiintyvä aine saattaa olla hyvinkin dominoiva jätevedessä.

Jokaiseen ennalta tehtävään rikastuskokeeseen tulisi sisällyttää jäteveden tarkka analysointi, jotta saataisiin etukäteen tieto mahdollisesti tarvittavasta jäteveden puhdistuksesta ja voitaisiin arvioida jäteveden vesistöllisiä vaikutuksia. Jäteveden laadun analysoinnissa tulee kiinnittää huomiota ennen kaikkea seuraavista lähteistä peräisin oleviin pitoisuuksiin:

- Raakavesi
- Vaahdotuskemikaalit
- Muut kemikaalit (esim. pH:n säätö)
- Rikastettavat arvomineraalit
- Sivukiven sisältämät mineraalit

Näiden lisäksi saattaa jätevedessä esiintyä aikaisemmin mainittuja malmin sisältämiä havaitsemattomia aineksia, jotka voivat liueta veteen joko kaivoksessa tai rikastusprosessissa.

Jäteveden lika-ainepitoisuudet ovat yleensä sitä suurempia, mitä tehokkaampi vesikierto rikastamalla on järjestetty. Toisaalta tällöin vastaavasti jätevesimäärä pienenee. Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta voidaan yleisenä sääntönä todeta, että kierron tehostuessa haitta-aineiden vesistöön joutuvat kokonaismäärät pienenevät. Ainekohtaisesti on kuitenkin sangen suuria eroja.

Saniteettijätevesi

Kaivoksella muodostuva saniteettijätevesi on laadultaan varsin lähellä normaalia asutusjätevettä. Ainoan erikoispiirteen muodostaa pesu- ja suihkuvesien suhteellisesti suurempi osuus WC- ja kotitalousvesiin verrattuna. Jätevedet ovat näin ollen jonkin verran asutuksen jätevesiä laimeampia.

Jätevesimäärä työntekijää kohti on asutuksen vesimäärää pienempi. Varsin yleinen vesimäärä on 100...150 l/d työntekijää kohti.

JÄTEVESIEN JA KIINTEIDEN JÄTTEIDEN KÄSITTELY

Käsittelymenetelmät

Käsittelymenetelmiin sisällytetään seuraavassa kaikki toimenpiteet, joilla saadaan vesistöön purkautuvaa haitta-ainekuormaa vähennetyksi. Tällaisia käsittelytoimintoja ovat veden kierto, kiintoaineksen laskeutus ja jäteveden kemiallinen tai biologinen käsittely.

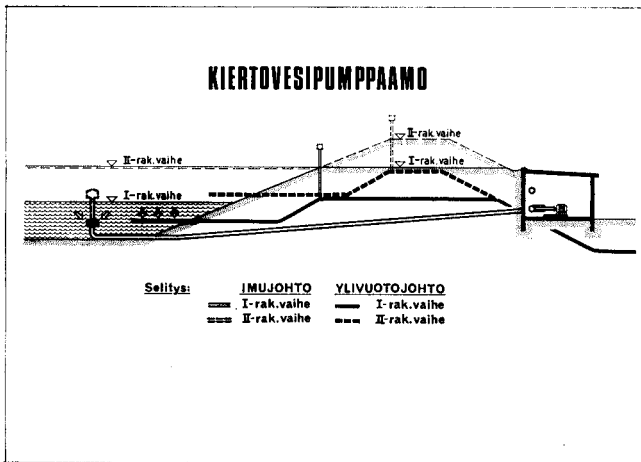
Veden kierto

Rikastusvettä kierrättämällä pyritään pienentämään prosessin tarvitsemaa raakavesimäärää, prosessista ulos purkautuvaa jätevesimäärää ja sen sisältämää haitta-aineiden kokonaiskuormaa. Kierrätys on toimenpide, jonka taloudelliset hyötyvaikutukset ovat helposti todettavissa sekä vedenhankinta- että jätevedenkäsittelypuolella. Säästöä ja vesiensuojelullisia hyötyvaikutuksia saavutetaan yleensä sitä enemmän, mitä täydellisempänä kierto voidaan toteuttaa. Helpointa täydellisen kierron toteuttaminen on magneettisessa rikastuksessa ja ainoastaan yhden vaahdotuksen sisältävässä rikastusprosessissa. Kompleksimalmien rikastuksessa aiheuttaa veden kierto helposti eri vaahdotusten kemikaalijäämistä johtuen erotusprosessille vaikeuksia. Kemikaalijäämät voidaan eräissä tapauksissa poistaa käsittelemällä kiertovesi kemiallisesti.

Vaikeuksia vedenkierrolle voi syntyä myös kierto-veden pitoisuuksien kumulatiivisesta kasvusta aina kylästäysrajalle saakka, joka puolestaan aiheuttaa suolojen kiteytymistä laitteisiin. Tätä voidaan torjua lisäämällä kiertoon laimennusvettä.

Prosessin ulkopuolisissa, jätealueen kautta kulkevissa kierroissa tapahtuu toisinaan merkittävää kiertoveden käyttökelpoisuuden paranemista. Veden kiintoainekset laskeutuvat tehokkaasti, haitta-aineita sitoutuu lietteeseen, veden laatu tasoittuu ja vesi hapettuu, jonka seurauksena voivat mm. orgaaniset vaahdotuskemikaalit hajota ja menettää näin haitallisen vaikutuksensa. Hapettuminen on avovesikautena tehokkainta ja näin saattaa kiertoveden kemiallinen käsittely olla joissakin tapauksissa tarpeen vain talviaikana.

Kiertoveden käyttö on perusteltua niissä tapauksissa, joissa voidaan saada aikaan taloudellista säästöä vedenhankinnan ja jäteveden käsittelyn osalta tai joissa voidaan pienentää vesistöön joutuvaa haitta-ainekuormaa. Aina ei kuitenkaan viimeksi mainittu tavoite toteudu, vaan vettä kierrättämällä saatu ainoa tulos on haitta-aineiden konsentroituminen pienempään vesimäärään kokonaiskuorman pysyessä entisellään. Tällöin veden kierto on perusteltavissa yksinomaan vedenhankinta- ja jätevesipuolen hydraulisen mitoituksen pienentämisellä.



Kuva 2. Jätealtaan padon takana sijaitseva kiertovesipumppaamo ja ylivuotojärjestely.

Fig. 2. A pumping station behind the tailings area dam and an overflow system.

Laskeutus

Rikastuksessa erotettavaa arvotonta mineraalainesta voidaan suodattaa ja varastoida suodos kuivana tai johtaa suoraan veteen sekoitettuna jätealtaaseen. Viimeksi mainittu on ehdottomasti yleisin tapa hoitaa rikastusjätteen siirto ja varastointi.

Altaassa jäte laskeutuu pohjaan ja selkeytynyt vesi voidaan ottaa takaisin kiertoon tai purkaa vesistöön. Jätteen laskeutumisnopeus on riippuvainen mineraalaineiden ominaispainosta, hiukkaskoosta ja hiukkasten muodosta. Pääosaltaan kiintoaines laskeutuu varsin nopeasti, karkein osa välittömästi purkupuutken suulle ja hienempi aine etäämmälle altaaseen. Jos jätteessä on hienoudeltaan saviainesta vastaavaa, sameutta aiheuttavaa kiintoainesta, jää tämä osa usein laskeutumatta ja on mahdollista poistaa vedestä vain kemiallisella käsittelyllä.

Jäteallas pyritään mitoittamaan ottamalla huomioon mm. seuraavat tekijät:

- Kertyvä jätemäärä
- Jätteen laskeutumisominaisuudet
- Tarvittava veden viipymä altaassa tapahtuvia hyödyllisiä jäteveden laadun muutoksia varten
- Tarvittava säännöstelytilavuus ylitejuoksutuksen tasaamiseksi.

Kun tarvittava allastilavuus on saatu määrättyksi edellä mainittujen tekijöiden perusteella, sijoitetaan allas kaivoksen lähimaastoon paikkaan, joka on maaperältään riittävän tiivis ja jonne allas on muodostettavissa mahdollisimman pienten patomassojen avulla. Altaan sijoituksessa on luonnollisesti otettava huomioon myös jätteen johdon asettamat tekniset vaatimukset ja sen kustannukset.

Jäteallas rakennetaan yleensä vaiheittain siten, että aluksi varataan tilavuutta muutaman vuoden kaivostointia varten. Varautumisajan pituus riippuu usein kaivosta perustettaessa saatavasta patorakentamiseen soveltuvasta massamäärästä. Rakenteeltaan allaspadot suunnit-

tellaan sellaisiksi, että työn vaiheittain jatkaminen käy helposti pänsä.

Allas eristetään ulkopuolelta valuvilta vesiltä eristysojien avulla. Näin altaan ylitevesimäärä pienenee ja sen selkeytysteho paranee.

Edellä kuvatulla tavalla muodostettava jäteallas on usein järvimäinen, vailla säännöllisiä muotoja oleva allas, jossa laskeutuksen ja kemiallisten reaktioaikojen osalta ei voida soveltaa teoreettisia pintakuorma- ja viipymälaskelmia.

Altaan täyttyessä kiintoaineesta vähenee avovesipintainen osa jatkuvasti ja altaan selkeytysominaisuudet näin tulevat huononemaan. Käytännössä altaan suurentaminen suoritetaan yleensä kierto- tai yliteveden laadun uhatessa heikentyä yli sallittavien rajojen. Vesistön kannalta on rajana vesioikeuden lupapäätöksessä määrätyt enimmäispitoisuudet ja ainekuormat.

Kaivoksen jäteallasjärjestelmä voi olla yksi- tai useampialtainen. Yhden altaan järjestelmässä tapahtuu samassa altaassa kaikki vedenkäsittelytoiminnot: jätteen varastointi, jäteveden selkeytyminen, jäteveden laadun tasaus, mahdolliset luonnonolosuhteiden aiheuttamat kemialliset reaktiot ja altaaseen kertyvien valumavesien säännöstely.

Kaksi- tai useampialtainen järjestely tulee aiheelliseksi seuraavista syistä:

- Varsinaisessa jätealtaassa ei ole riittävästi pintalaa hienojakoisen kiintoaineksen laskeuttamiseksi.
- Jäteallas on niin matala, että tuulen aiheuttama aaltoilu sekoittaa hienojakoista jätettä veteen.
- Jäteveden kemiallisen käsittelyn jälkiselkeytys halutaan suorittaa luonnonaltaassa.
- Jäteveden juoksutus vesistöön tulee voida katkaista määrääjäksi, jolloin vettä on voitava tehokkaasti varastoida ja tarvittaessa juoksuuttaa voimakkaasti.

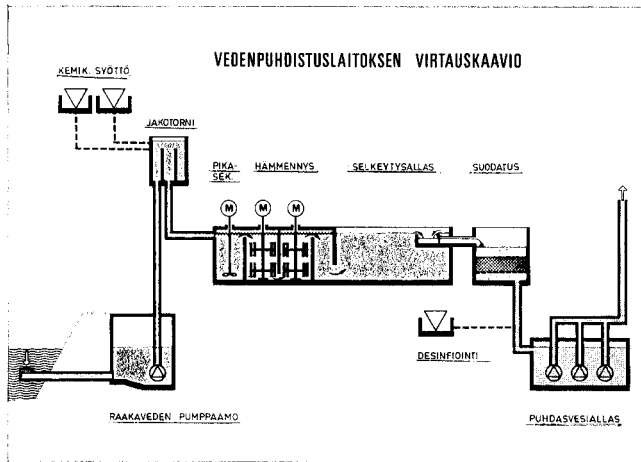
Huomattakoon, että ilman jäteveden kemiallista käsittelyä ei puhdistustulos parane olennaisesti useampialtaisessa systeemissä, ellei selkeytysallas ole tuntuvasti jätealtaan avovesipintaista alaa suurempi.

Kemiallinen käsittely

Jäteveden kemiallinen käsittely voi olla aiheellista joko kiertoveden laadun parantamiseksi tai jätealtaan yliteveden aiheuttamien vesistövahinkojen vähentämiseksi. Kiertoveden osalta on useimmiten kysymys haitallisten vaahdotuskemikaalijäämien poistamisesta. Jos kierto- vettä käytetään höyrykehitys-, jäähdytys- tai tiivistysvetenä, saattaa kysymykseen tulla myös sameuden poisto. Jätevesialtaan ylitevesien kohdalla puhdistuskäsittely suuntautuu lähinnä pH-säätöön sekä myrkyaineiden ja raskasmetallien poistamiseen.

Sameus on poistettavissa normaalilla vedenpuhdistuskäsittelyllä, jossa sameuden aiheuttajat adsorboituvat kemikaalisyötön avulla muodostettavaan flokkiin. Flokkattu vesi selkeytetään.

Vaahdotuskemikaalijäämien poistokäsittely on kulloinkin kyseessä olevan jäteveden osalta erikseen tutkittava. Edellä mainittu normaali vedenpuhdistuskäsittely näyt-



Kuva 3. Virtauskaavio veden kemiallisesta puhdistamosta. Kaivosten kierto- ja jätevedenpuhdistamoista voidaan yleensä jättää pois jakotorni, suodatus ja desinfiointi sekä yksinkertaistaa pikasekoitus- ja hämmennysosaa.

Fig. 3. Flowsheet of a chemical water treatment plant.

tää eräissä tapauksissa antavan joidenkin vaahdotuskemikaalien osalta tuloksia. Raskasmetallien osalta antaa pH:n nosto kalkilla varsin monessa tapauksessa hyvän poistuman.

Edellä ylimalkaisesti kuvattuja vedenkäsittelymahdollisuuksia ei voida sellaisenaan soveltaa yksityistapauksiin. Rikastusjätevesien puhdistus on yleensä kutakin tapauksista koskeva oma ongelmansa, jonka ratkaisu vaatii teoreettisen tiedon lisäksi lähes aina tutkimustoimintaa laboratorioissa tai pilot-plantkokeita.

Saniteettivesien käsittely

Kaivoksella muodostuva vähäinen määrä saniteettijätettä puhdistetaan tavallisesti vain mekaanisesti betonista valetun laskeutusaltaan avulla. Selkeytynyt vesi johdetaan yleensä jätealtaaseen, jossa se laimenee tehokkaasti ennen purkautumistaan vesistöön. Pienen jätealtan ja tehokkaan vesikierron ollessa kysymyksessä vältetään kuitenkin veden johtamista jätealtaaseen pelättävissä olevien hajuhaittojen vuoksi. Tällöin pyritään saniteettivesiä johtamaan jätealtan ylivuodon alapuolelle.

Kiristyvien vesiensuojellisten tavoitteiden myötä on kaivosten saniteettijätevesien puhdistus edellä kuvattua tehokkaammin tullut vesistöä valvovien vesiviranomaisten toimesta yhä useammin esille. Puhdistusastetta on mahdollista nostaa kemiallisen ja biologisen käsittelyn avulla. Käytännön ratkaisuna tulevat lähinnä kysymykseen tehdasvalmisteiset pienpuhdistamot, joita maassamme on saatavana useaa eri tyyppiä.

YHTEENVETO

Kaivosten käyttämä vesimäärä on suhteellisen vähäinen verrattuna useiden muiden teollisuusalojen vedenkäyttöön. Vedenhankinta saattaa kuitenkin usein olla teknisesti vaikeasti toteutettavissa ja kustannuksiltaan kal-

lista johtuen siitä, että kaivosten sijaintipaikka ei ole vapaasti sijoitettavissa riittävien vesivarojen ääreen.

Kaivosten tarvitsema raakavesimäärä on yleensä liian suuri saatavaksi pohjavedestä. Tällöin on turvaututtava vesistön veteen. Tällainen vesi soveltuu käyttöön yleensä sellaisenaan ilman puhdistuskäsittelyä.

Vedenottomäärää ja sen mukana jätevesimäärää voidaan tehokkaasti pienentää rikastuksessa toteutettavien vesikiertojen avulla. Näiden hyötyvaikutukset tuntuvat paitsi veden hankinnan, viemäroinnin ja jäteveden käsittelyn kustannussäästöinä usein myöskin vesiensuojellisuina etuina. Kiertoveden käyttökelpoisuuden parantamiseksi voidaan vesi puhdistaa kemiallisesti.

Prosessijätevesi ja sen sisältämä kiintoaines johdetaan rikastamolta jätealtaaseen. Allas muodostetaan maastollisesti sopivaan kohtaan kaivoksen lähelle. Altaan rakentaminen toteutetaan tavallisesti vaiheittain siten, että altaassa on jatkuvasti riittävä tila veden selkeytymistä ja juoksutuksen tasoittamista varten. Mikäli ylitejuokutus on vastaanottavan vesistön kannalta aiheellista keskeyttää esimerkiksi alivesikausien ajaksi, tulee tässä tapauksessa tarpeelliseksi rakentaa erillinen säännöstelyallas jätealtaan viereen.

Jätealtaasta vesistöön johdettava ylitevesi on eräissä tapauksissa puhdistettava vesistöisten haittojen pienentämiseksi. Puhdistusmenetelmän suunnittelu vaatii laboratorioissa suoritettavien veden käsittelykokeiden lisäksi varsin yleisesti myös pilot-plantkokeita.

SUMMARY

WATER SUPPLY AND SEWERAGE FOR MINES IN FINLAND

The water amount needed for mines is relatively small compared with water usage of most other industries. Water supply may, however, technically cause difficulties and it may be quite expensive on account of the fact that the site of mines cannot be freely chosen close to adequate water resources.

The water amount needed for mines is usually so big that in the conditions prevailing in Finland it cannot be taken from the ground water. In such cases water of lakes and rivers is used. This water is generally suitable for use as it is without any treatment.

The amount of water, and the amount of waste water at the same time, can be effectively diminished by water circulation connected with concentration. This effects beneficially on cost savings in water supply, in sewerage and in treatment of waste water, and often brings forward environmental advantages. To improve the usability of water, the recirculated water can be chemically purified.

Process waste water and suspended solids in it are conducted from the concentrating plant to the tailings lagoon. The lagoon will be dammed up near the mine in a place where the terrain is suitable for it. Building of the lagoon is usually carried out by phases so that continuously there is sufficiently room for water clarification and overflow regulation. If, in view of the recipient, the overflow has to be interrupted for instance for low water periods, it is necessary in this particular case to build a separate regulation pond close to the tailings lagoon.

The surplus water of the tailings lagoon to be conducted into lakes and rivers must in some cases be treated to diminish harmful effects on water bodies. Besides water treatment tests in the laboratory the design of the treatment method quite often demands also pilot-plant tests.

Rauta- ja terästeollisuuden ympäristönsuojelukustannuksista

Fil.maist. Matti Hyle, OVAKON Tutkimuskeskus, Imatra

Rauta- ja terästehtaiden ympäristönsuojeluongelmat ovat lähinnä hienojakoisen pölyn poistamista suurista ilmamääräistä ja suurehkojen vesimäärien puhdistamista öljystä ja hienojakoisesta kiintoaineesta. Mikäli käytettävä malmi sisältää huomattavia määriä rikkiä, saattaa rikkidioksidin poisto olla tarpeen sintraamon poistokaasuista. Huomattava osa vesistä voidaan kierrättää, kun se ennen prosessin palauttamista on puhdistettu riittävän tehokkaasti ja jäädytetty.

Tuotantoprosessin päävaiheista ilmaan ja veteen tulevat emissiot on esitetty taulukossa 1. Ennen kuumavalsausausta on usein aihoiden tarkastus ja viallisten kohtien poisto hiomalla, jolloin saadaan pölyä ilmaan. Omat ongelmansa tuovat mukaan teräksen valmistuksessa melloituksen yhteydessä uunista poistuvat kuumat kaasut, joista pöly joudutaan suodattamaan pois.

Niistä prosessivaiheista, joissa käsitellään sulaa rautaa tai terästä saadaan sivutuotteena kuonaa. Joillakin kuonalaaduilla voi olla hyötykäyttöäkin, mutta joissakin tapauksissa kuonan sijoittaminen saattaa muodostaa oman ympäristönsuojeluongelmansa.

Ympäristönsuojeluvaatimusten tiukkeneminen johtaa tehokkaampien puhdistusmenetelmien käyttöönottoon ja samalla kustannusten lisääntymiseen. Koska mitään yksiselitteisiä raja-arvoja luonnon epäpuhtauksien siedolle ei ole, joudutaan etsimään kompromissia kustannusten ja laitteiden puhdistustehon välille. Eri puolilla maailmaa on tehty ja tehdään selvityksiä sekä nykyisistä ympäristönsuojelukustannuksista että kustannuksista tiettyyn puhdistustehoon pyrittäessä. USA:ssa on asiaa tutkinut viranomaisten puolelta EPA eli Environmental Protection Agency ja teollisuuden toimeksiannosta Ar-

Taulukko 1. Emissiot eri prosessivaiheista raudan ja teräksen valmistuksessa.

Table 1. Emission from different process phases in steel production.

Vaihe	Ilmaan		Veteen		
	pöly	SO ₂	kiintoaine	öljy	muuta ain.
Koksin valmistus	x	x	x		1
Malmin sintraus	x	x			
Pelkistys masuunissa			x		2
Raakateräksen valmistus (mellotus)	x				
Valu					
jatkuvavalu	x		x	x	
valannevalu ja esivalssaus	x	x	x	x	
Kuumavalsaus	x	x	x	x	
Viimeistely kylmänä			x	x	3

- 1 Fenolia, ammoniakkaa, hiilivetyjä ym.
2 Kaasunpesuveteen rikkijyhdisteitä ja metalleja
3 Happoja ja metallihydroksideja

thur D. Little Corp. Euroopassa tekee selvitystä OECD ja tiettävästi myös japanilaiset ovat tehneet omia ympäristönsuojelukustannusten laskelmiaan.

MÄÄRÄYKSET JA TAVOITTEET

Meillä Suomessa vesilaki velvoittaa jätevesien puhdistamiseen ennen niiden laskua vesistöön. Sallittujen päästöjen tai pitoisuuksien rajat asetetaan aina tapauksen mukaan vesioikeuden käsittelyssä. Meillä ei ole yhtenäistä normistoa jätevesien sallituille epäpuhtauspitoisuuksille kuten on eräissä muissa maissa. Ilmansuojelulakiamme valmistellaan. Tulevan lain perusteella tullaan asettamaan rajat poistokaasuissa sallituille pitoisuuksille ja mahdollisesti kokonaisemissioille.

USA:ssa on ympäristönsuojelua lähdetty kehittämään asteittain. Nykyisin voimassa olevia määräyksiä tiukemat määräykset tulevat voimaan vuonna 1977 ja uusi tavoite on asetettu vuodelle 1983. Näiden kahden vaiheen puhdistustekniikoille on annettu omat määritelmänsä. I vaihe toteutetaan parhaalla yleisesti saatavissa olevalla käytännössä toteutetulla tekniikalla, "best practical control technology currently available". II vaiheen tekniikka on paras käytettävissä oleva taloudellisesti saavutettava, "best available technology economically achievable". Taulukossa 2 on esitetty muutamia esimerkkejä eri vaatimustasoilla sovellettavista puhdistustoista.

Taulukko 2. Puhdistustehoja eri vaatimustasoilla, EPA USA.

Table 2. Cleaning effectiveness at different requirement stages.

Laitos ja päästö	Päästö ilman puhdistusta kg/t	Perustaso 1973 Puhd. teho %	I vaihe 1977 Puhd. teho %	II vaihe 1983 Puhd. teho %
Sintraamo				
Ilmaan:				
— pöly	15—25	80	95	99,5
— SO ₂	1—12	0	50	95
Veteen: (märkäpuhdistus kaasuille)				
— kiintoaine	8,3	99,5	99,9	99,9
— öljy ja rasva	0,6	92,5	99,7	99,7
— sulfidi	0,2	67,5	98,0	99,9
LD-konvertteri				
Ilmaan:				
— pöly	30—33	95,0	98,0	99,5
Valokaariuuni				
Ilmaan:				
— pöly	5—20	90,0	96,0	99,5

Vertailun vuoksi on taulukossa 3 Ruotsissa voimassa olevia puhdistusvaatimuksia rauta- ja terästehtaille. Laitoksia uusittaessa sovelletaan tiukempaa uuden laitoksen vaatimusta. Vanhat laitokset tarkoittavat ennen ilmansuojelulain voimaan tuloa rakennettuja laitoksia, joihin puhdistuslaitteet on lisätty laitoksen rakentamisen jälkeen. Uusien laitosten luvut ovat lähellä USA:n ns. I vaiheen lukuja.

Taulukko 3. Ruotsalaisia ilmansuojelunormeja. Sallittu poistokaasun pölypitoisuus ja kokonaisemissio tuotetonna kohti.

Table 3. Some Swedish air cleaning standards.

Laitos ja päästö	Sallittu emissio		Puhdistus-teho %
	mg/m ³	kg/t	
Sintraamo			
— vanha	300	1,0	95,0
— uusi	150	0,5	97,5
LD-konvertteri	150	0,3	99,0
Valokaariuuni			
— vanha	150	1	90,0
— uusi	300	0,3	97,0

KUSTANNUKSET

Suomen rauta- ja terästeollisuuden ympäristönsuojelukustannuksista käytettävissä olevat tiedot ovat parin vuoden takaisia, eivätkä vastaa nykyistä tilannetta. Maassamme on menossa voimakas ympäristönsuojelun kehittämissaihe, joka tietyillä alueilla muuttaa myös kustannuslukuja huomattavasti. Lienee parempi katsoa niitä lukuja, joihin on päädytty selvitetessä kustannuksia tietyn puhdistustavoitteen saavuttamiseksi muualla.

Ympäristönsuojelukustannuksia laskettaessa on otettu mukaan vain kaasujen ja veden puhdistus. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty työhygieniset toimenpiteet ja melunorjunta.

Kustannustarkasteluissa on yleensä otettu huomioon sekä pääoma- että käyttökustannukset. Luvut eivät aina ole ihan tarkasti vertailukelpoisia, kun laskentaperusteissa saattaa olla eroja. Mm. pääomakustannuksiin aiheuttaa eroja korkokannan poikkeaminen eri maissa toisistaan. USA:n laskelmissa on käytetty 7 %:n korkoa, kun taas suomalaisissa ja ruotsalaisissa laskelmissa on käytetty 10 %:a.

Ympäristönsuojeluinvestoinnit alkavat olla varsin huomattava osa rauta- ja terästeollisuuden kokonaisinvestoinneista. Saksan Liittotasavallassa on ympäristönsuojeluinvestointien osuus ollut v. 1973 14,0 % ja vuonna 1974 13,7 %.

USA:ssa on EPA arvioinut terästeollisuuden tarvitsevan investointeja ympäristönsuojeluun siirryttäessä perustasosta I vaiheeseen n. 1050 milj. dollaria ja II vaiheeseen lisäksi n. 3000 milj. dollaria. Teollisuuden tekemät vastaavat arviot vuoden 1972 hintatason mukaan ovat 2100 ja 2800 milj. dollaria n. 200 milj. t/a tuottavan terästeollisuuden päästöjen puhdistamiseen. II vaiheen toteuttaminen vaatisi ympäristönsuojeluun n. 13 % kokonaisinvestoinneista terästeollisuudessa. Vuotuisiksi ympäristönsuojelun kokonaiskustannuksiksi on arvioitu I vaiheessa 1200 milj. dollaria ja II vaiheessa 2150 milj. dollaria eli terästonna kohti vastaavasti 6 ja 11 dollaria.

Selkeämpiä ja elämänläheisempiä kuin investointiluvut ovat kustannukset terästonna kohti tai osuus tuotantokustannuksista. Jos aloitamme kotimaasta, niin kuumavalssatun teräksen keskimääräiset ympäristön-

suojelekustannukset olivat vuonna 1973 terästonna kohti n. 7 mk ja kylmävalssauksessa vain valssausprosessin osalta siihen liittyvine peittauksineen n. 10 mk.

Samana vuonna olivat ympäristönsuojelukustannukset Ruotsissa kuumavalssattua terästonna kohti 20,4 kr ja kylmänä viimeistellyillä teräksillä 27,9 kr tonnia kohti. Arviolta ympäristönsuojelukustannukset olivat n. 2...2,5 % tuotantokustannuksista.

USA:ssa on ympäristönsuojelukustannusten arvioitu olleen v. 1973 1 % teräksen tuotantokustannuksista. Arthur D. Little Corp.'in arvion mukaan tulisivat suunnitellut I ja II vaihe toteutettuina lisäämään tuotantokustannuksia v. 1977 11 doll./t ja v. 1983 25 doll./t. Jälkimmäinen luku on n. 16 % kauppateräksen myyntihinnasta v. 1972.

Taulukkoon 4 on koottu ympäristönsuojelutoimenpiteiden vaikutuksia eri tuotteiden hintoihin. Luvut vaikuttavat turhan tarkoilta, mutta ne on otettu sellaisinaan Arthur D. Little Corp.'in laatimasta arviosta.

Taulukko 4. Ympäristönsuojelukustannusten vaikutus tuotannon hintaan USA:n rauta- ja terästeollisuudessa 1972 hintatason mukaan.

Table 4. Costs of environmental protection in American steel industry according to 1972 price level.

Tuote	I vaihe (1977) \$/t	II vaihe (1983) \$/t
raskaat palkit	11,17	20,67
tangot ja sauvat	10,72	19,61
langat	12,38	23,34
levy	11,22	21,32
kylmävalssattu levy	14,74	25,33

Vaikuttaa siltä, että meillä Suomessa ollaan asettamassa ympäristönsuojelunormeja jonnekin USA:n perustason ja ns. I vaiheen välille, jossa myös Ruotsin puhdistusvaatimukset ovat. Toimenpiteiden toteuttamisen jälkeen se merkitsee ympäristönsuojelukustannusten muodostumista rauta- ja terästeollisuudessa 4...8 %:ksi kytetystä tuotantomenetelmästä riippuen.

EPA:n II vaiheen tavoitetta pidetään liian kalliina toteutettavaksi. Eniten herättää epäilyjä rahan saanti tavoitteen edellyttämässä ajassa tarvittaviin suuriin investointeihin. Puhdistustavoitteita joudutaan varmasti tulevaisuudessa tarkistamaan, kun tiedot luonnon tasapainoa häiritsevistä teollisuuden vaikutuksista lisääntyvät.

SUMMARY

COSTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN IRON AND STEEL INDUSTRY.

Increasing the effectiveness of pollution control will cause a considerable rise in the production costs. During 1972 the pollution control costs in the iron and steel industry in Finland were 0,5 %, in Sweden 2 %, and in the U.S.A. 1 % of the production costs. EPA and the steel industry in the U.S.A. have made a through study of pollution control costs for various cleaning standards. The required investments to meet the EPA 1977 standards are 11 dollars per ton of production capacity per year, and 25 dollars to meet the 1983 standards. The total costs to meet the latter standard is regarded as unrealistic. In Finland the pollution control costs are estimated, by the author, to be 4...8 % of the production costs at the beginning of the next decade.

Biologisista menetelmistä vuoriteollisuuden ympäristön tilan tarkkailussa

Maat.metsät. kandidaatti Hannu Airola, Rautaruukki Oy

JOHDANTO

Eläviä organismeja on jo kauan käytetty tietoisesti ympäristön tilan haitallisen muuttumisen ilmentäjinä. Nykyisin valvontavaatimusten kiristyessä biologiset menetelmät ovat maassamme saamassa entistä merkittävämman aseman fysikaalis-kemiallisten määritysten rinnalla.

Vuoriteollisuuden samoin kuin muunkin teollisuuden päästöjen haitalliset vaikutukset ympäristöön ovat karkeasti jaoteltuina mekaanisia, myrkyllisiä tai rehevöittäviä. Mekaanisesti vaikuttaa esim. jäteveden kiintoaine samentaessaan vesistöä ja tukahduttaessaan pohjalle kerrostuessaan sen eliöstöä. Myrkkyyvaikutuksesta sopinevat esimerkeiksi elohopea ja muut raskasmetallit. Tuotantolaitosten saniteettijätevedet sekä yleensäkin fosfori- ja typpipitoiset päästöt rehevöittävät vesistöä.

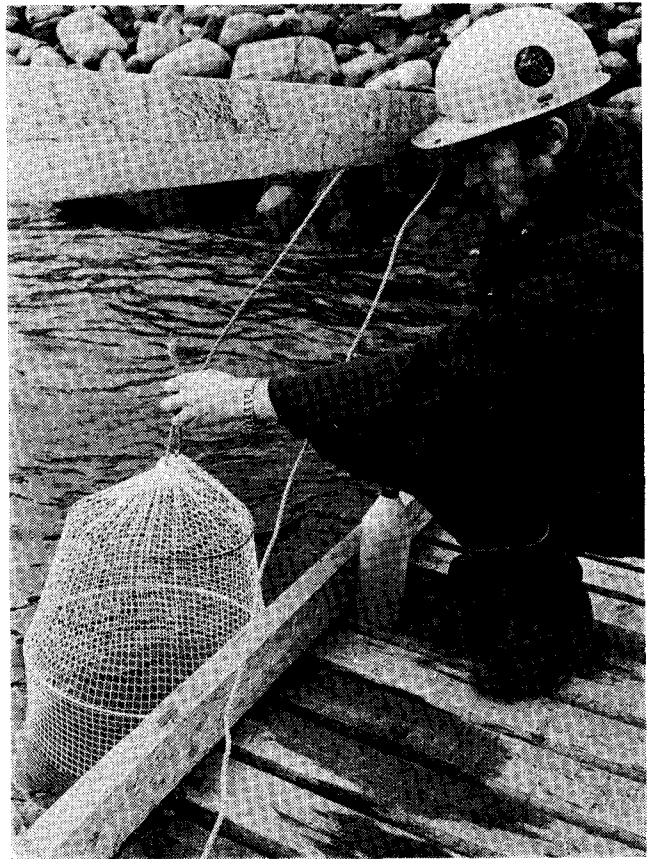
Seuraavassa tarkastellaan biologisia menetelmiä yleensä sekä esitetään esimerkkinä Rautaruukki Oy:n Raahen rautatehtaalla tehdyt biologiset selvitykset. Kaikkia tässä kirjoituksessa mainittuja määrittämiä on käytetty tai suunniteltu käytettäväksi vuoriteollisuuslaitosten ympäristön tilan tarkkailussa.

YMPÄRISTÖN TARKKAILUMENETELMIÄ

Kalojen jäteveden sietoa testataan monilla menetelmillä

- Sumputuskokeessa kaloja elätetään sumpussa tutkittavassa vesistössä jäteveden pitkäaikaisvaikutuksen selvittämiseksi. Aiheutuneet haitat saadaan tarkimmin esille suorittamalla koekaloille kudospillinen (histologinen) tutkimus.
- Akvaario- ja allaskokeissa voidaan elinympäristöä muuttamalla testata kalojen sietoa kudospillisin, menestymis-/menehtymis- ym. tutkimuksin. Myös mädin "itävyyttä" voidaan selvittää hautomiskokein altaissa.
- Karkottamistutkimuksessa selvitetään jäteveden karkottavaa vaikutusta erityisesti jalokaloihin. Kalojen annetaan valita mieleisensä vesijae useasta mahdollisuudesta.
- Vahingollisten aineiden rikastumisselvityksessä analysoidaan tutkimusalueelta pyydettyjen kalojen vahingollisten aineiden pitoisuudet.

Kalataloudelliset tutkimukset ovat saalistiedustelu, koekalastus, poikastuotantotutkimus ja kalojen makutesti. Koska niitä käytetään nimensä mukaisesti ensi-



Kuva 1. Kalojen sumputuskoje Raahen rautatehtaalla. Tarkastamassa valvonta- ja kehittäelytehtävissä toimiva vesien-suojeluteknikko T. Mäkinen.

Fig. 1. Rautaruukki Oy, Raahen Steel Works. Tolerance test of fishes kept in a net bag in the resipient.

jaisesti kalataloudellisten seikkojen selvittämiseen ja vasta toissijaisesti ympäristön tilan kuvaamiseen, ei niihin ole aihetta tässä laajemmin puuttua. Tavallaan edellisessä kohdassa mainittu vahingollisten aineiden rikastumisselviys voitaisiin myös lukea tähän ryhmään.

Pohjaeläimissä on sekä puhtaiden että likaantuneiden vesien ilmentäjälajeja. Samoin laji- ja yksilömäärät sekä runsaussuhteet reagoivat ympäristön tilan muutoksiin. Pohjaeläintutkimuksessa määritetään tilanteesta riippuen joitakin seuraavista: pohjaeläinlajisto, eläinmäärät (lukumäärä ja/tai massa), lajien runsaussuhteet, eläimiin kertyneet haitalliset aineet.

Vesistön rehevyyttä selvitetään seuraamalla mikroskooppisten planktonlevien kasvua (perustuotantoa).

- Perustuotantokykytutkimuksessa (in vitro) seurataan levien kasvua näytevedessä laboratoriossa vakioiduissa olosuhteissa.
- Perustuotantotutkimuksessa (in situ) seurataan levien kasvua itse vesistössä.
- AGP-testissä (Algal Growth Potential) mitataan laboratoriossa suodatetun näyteveden levätuottokapasiteetti tietyillä testilevillä.
- Klorofylli a:n mittauksessa määritetään vesinäytteen sisältämien levien lehtivihreän määrä ja tätä käytetään vesistön rehevyyden kuvaajana.

Kasveissa on sekä puhtaiden että likaantuneiden vesien ilmentäjälajeja. Ranta- ja pohjakasvillisuuskartoituksessa tutkitaan kasvilajistoa, yksilörunsautta, lajien runsaussuhteita ja yksilöiden kuntoa.

Kasviplanktonitutkimus selvittää planktonlajistoa, levien määrää ja lajisuhteita. Tiettyjen planktonlevien katsotaan ilmentävän rehevyyttä, toisten karuutta.

Vesien hygienistä tilaa seurataan jo vakiintunein kolia- ja enterokokkimäärityksin.

ILMAYMPÄRISTÖN TARKKAILUMENETELMIÄ

Kasvien kunnan selvityksessä käytetään ilmentäjälajeina yleensä puiden pintajäkälä ja/tai havupuita, jotka ovat varsin herkkiä ilman epäpuhtauksille. Erityisesti jäkälää käyttämällä voidaan usein määrittellä esim. seuraava vyöhykkeisyys päästölähteestä poispäin mentäessä: jäkäläautio, kitumisvyöhyke ja normaalivyöhyke.

Kasvien keräämien haitallisten aineiden määriä selvittäessä analysoidaan ilmentäjäkasin tiettyihin osiin kertyneet saastukemäärät. Tutkittavaksi kasvilajiksi valitaan jokin kyseiselle saastukkeelle herkkä laji.

MENETELMIEN ARVIOINTIA

Biologiset menetelmät sopivat integroivan luonteensa vuoksi yleensä erityisesti pitkäaikaisiin seurantatutkimuksiin. Tällöin voi paljastua esim. häiriöitä, jotka eivät ole vakiintunein fyysikaalis-kemiallisin tarkkailumäärityksin todettavissa.

Biologiset ilmentäjät ovat hyvä yleisilmaisoin ympäristön tilasta. Kärjistäen tätä voidaan kuvata seuraavasti: jos kalat kuolevat tehtaan purkuvesistössä, jotakin on vinossa, vaikkei tuotantolaitoksella jätevesivälvonta osoittaisi mitään huolestuttavaa.

Alemmat eliöt reagoivat ympäristön tilan muutoksiin yleensä nopeasti, korkeammat hitaasti. Reagoinnin hitaus rajoittaa mahdollisuuksia biologisten määritysten käyttämiseen erityisesti positiivisen kehityksen havaitsemisessa. Esimerkiksi tuhoutuneen kasvillisuuden palautuminen on pitkä prosessi.

Biologiset menetelmät ovat ainakin toistaiseksi heikommin standardoituja kuin käytetyt fyysikaalis-kemialliset määritykset. Tämä hankaloittaa biotestien käyttöä ottoa.

Monilla biologisten määritysten aloilla asiantuntemus on vielä maassamme varsin niukkaa. Tämä asettaa omat rajoituksensa niiden käytölle.

MENETELMIEN TULEVAISUUS

Biologisten menetelmien asema vahvistunee lähivuosina ympäristön tilan tarkkailussa.

Vesihallitus on kaavailut vesistöjen velvoitetarkkailujen kehittämistä siten, että määrävuosina (esim. kolmen vuoden välein) suoritetaan tutkittavan vesistön tilan perusteellinen kartoitus, johon kuuluu mm. biologisia määrittelyjä. Välivuosina seuranta olisi vaatimattomampaa. Osittain kyseistä menettelyä on jo sovellettu. Velvoitetarkkailujen kehittäminen vesihallituksen suunnittelemalla tavalla lisäisi biologisten menetelmien käyttöä.

Mikäli onnistutaan keksimään lisää helposti seurattavissa olevia riippuvuussuhteita ympäristön tilan haitallisen muutoksen ja tietyn eliölajin tai -ryhmän välillä ja/tai kehittämään näiden riippuvuuksien seuranta, biotestien käyttö lisääntyy varmasti merkittävästi.

BIOLOGISET MENETELMÄT RAAHEN RAUTA-TEHTAAN YMPÄRISTÖTUTKIMUKSISSA

Raahen rautatehdas sijaitsee Perämeren rannalla vain muutaman saaren erottaessa sen aavasta ulapasta.

Mereen joutuu jäteveden mukana liukenematonta kiintoainetta, joka sisältää raaka-aineista peräisin olevia kiivaaineita sekä rautayhdisteitä. Lisäksi jätevedet sisältävät jonkin verran öljyä ja ajoittain masuunikaasun peusta peräisin olevaa syanidia. Tarkoissa tutkimuksissa on jätevedestä raudan lisäksi löydetty jonkin verran sinkkiä. Muita raskasmetalleja on vain täysin merkityksettömiä määriä. Monista muista terästehtaista poiketen jätevesi ei sisällä arseenia eikä fenoleja. Raahen edustan merialuetta kuormittavat lisäksi tehtaan kemiallisesti puhdistetut saniteettijätevedet, Raahen kaupungin toistaiseksi puhdistamattomat ja Pattijoen kirkonkylän mekaanisesti käsitellyt asumajätevedet.

Merialueella on tehty pohjaeläintutkimus 1971 ja 1975. Purkupaikan välittömässä läheisyydessä voidaan todeta eläimistön häiriintyneen, mutta laajalle ulottuvia vaikutuksia ei ole selvästi osoitettavissa. Pohjaeläimiin lienee voimakkaimmin vaikuttanut laskeutuva, hienojakoinen kiintoaine.

Viranomaiset ovat vaatineet sumputuskokeiden suorittamista meressä jäteveden purkualueella lähinnä alhaisten syanidipitoisuuksien pitkäaikaisvaikutusten tutkimiseksi. Selvitys käsittää kaikkiaan viisi kenttäkoea, jotka tehdään talvella ja kesällä eri tuotantotilanteissa. Kussakin kenttäkokeessa kaloja elätetään muutamia viikkoja sumpussa viemärin suun lähialueilla. Koesarja aloitettiin kevättalvella 1976 ja se kestää vähintään kaksi vuotta. Jätevesien kaloille aiheuttamaa stressiä tutkitaan kudosopillisin määrityksin.

Perustuotantokykytutkimus tehdään vuosittain kesäisin. Sen mukaan vesialue on karuhkoa, mutta paikallisesti asuma- ja saniteettijätevesien sekä jokivesien rehevöittävä vaikutus on havaittavissa.

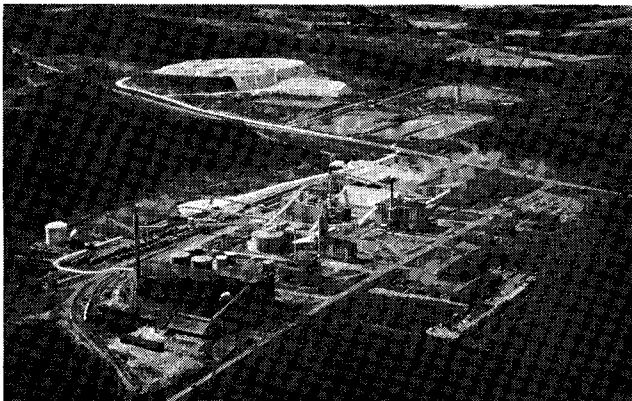
Merialueen hygienistä tilaa valvotaan kahdesti vuodessa tehtävin enterokokkimäärityksin. Bakteerimäärät vesialueilla ovat vähäisiä, mutta kuitenkin selvää saniteetti- ja asumajäteveden vaikutusta osoittavia.

Havupuu- ja jäkälätutkimuksessa selvitetään ilman epäpuhtauksien leviämistä Raahen alueella osaksi omin voimin, osaksi yhteistyössä Raahen kaupungin ja Oulun yliopiston kanssa. Mainittujen ilmentäjäkasin kuntoa ja runsautta tarkkaillaan sekä haitallisten aineiden kertymistä neulasiin ja puiden pintajäkälisiin mitataan.

Vesiensuojelu Kemira Oy:n Siilinjärven tehtailla

Dipl.ins. Timo Karjalainen, Kemira Oy, Siilinjärven tehtaat

Vesiensuojelutyössä on Kemira Oy:n Siilinjärven tehtailla päästy hyviin tuloksiin, vaikka prosesseissa käsitellään vesistölle haitallisia happoja sekä rehevöittäviä ravinteita. Perusedellytyksenä on ollut se, että suunnittelussa on alunperin otettu ympäristönsuojelunäkökohdat huomioon. Koko henkilökunnan halu ja taito hoitaa vesiensuojeluun liittyviä asioita kuvastuu tulosten jatkuvuudessa.



Kuva 1. Siilinjärven tehtaat ympäristöineen. Taustalla jätekipsivuori ja toinen kiertovesiallas. Siitä oikealle sijoittuu koekaivos ja -rikastamo.

Fig. 1. Siilinjärvi plants and its surroundings. In the background waste gypsum hill and water circulation pond. To the right is situated phosphate concentration plants for test production.

SIILINJÄRVEN TEHTAAT

Siilinjärven tehtaat (kuva 1) sijaitsevat Pohjois-Savossa noin 30 km Kuopiosta pohjoiseen, Vuoksen vesistön latvavesien varrella. Etäisyys Siilinjärven asutustaajamaan on 5 km. Tehtaat on rakennettu kahdessa vaiheessa, joista ensimmäinen käynnistyi keväällä 1969 ja toinen loppuvuodesta 1972. Henkilökunnan määrä on nykyisellään noin 500 ja tehdas käsittelee seuraavat tuotantolaitokset.

Rikkihappotehdas, johon kuuluu pasutto. Raaka-aineena käytetään etupäässä Myllykoski Oy:n Luikonlahden kaivoksen magneettikiisurikastetta. Tehtaan kapasiteetti on 265 000 t/a. Pasuton reaktiolämpö käytetään höyryn ja sähkön kehitykseen omassa voimalaitoksessa.

Fosforihappotehdas, jonka raaka-aineena käytetään rikkihappoa ja ulkomailta tuotavaa raaka-fosfaattia. Kapasiteetti on 120 000 t P_2O_5/a . Sivutuotteena syntyy jätekipsiä ja piifluorivetyhappoa.

Ammonfosfaattitehdas, jonka raaka-aineena käytetään fosforihappoa ja ammoniakkaa. Tehdas pystyy valmistamaan 150 000 t monoammonfosfaattia vuodessa. Tämä fosforia ja typpeä sisältävä kemikaali toimitetaan Kemira Oy:n Kokkolan tehtaille edelleen jalostettavaksi.

Typpihappotehdas käyttää raaka-aineenaan Oulun tehtaiden ammoniakkaa ja sen kapasiteetti on 100 000 t/a.

Seoslannoitetehtaan raaka-aineina ovat happotehtaiden tuotteiden lisäksi ammoniakki ja kalisuola. Sen tuotanto on 300 000 t/a seoslannoitteita.

Turvataksaan tulevaisuudessa fosforiraaka-aineen saantiaan on Kemira Oy jo pitkään selvittänyt Siilinjärvellä sijaitsevan laajan apatiitti-kalsiitti-kiilleesiintymän hyödynnettävyyttä. Tähän tähtäävä koerikastusprojekti Siilinjärvellä on loppuvaiheissaan. Mikäli suurimittainen kaivos- ja rikastustoiminta aloitetaan, on sitä varten laaditussa eri suunnitelmassa otettu jätevesikysymys huomioon siten, että rikastamon vesille rakennetaan omat kiertovesijärjestelmänsä lähinnä vastaten Siilinjärven tehtaitten nykyisiä kiertovesijärjestelmiä. Laaditussa esisuunnitelmassa on pyritty huomioimaan kaikki vedet, joilla on teoreettisia mahdollisuuksia likaantua. Kiertovesijärjestelmän piiriin kuuluvat mm. seuraavat vedet: kaikki muut prosessivedet paitsi tyhjöpumppujen tiivistevädet ja puhtaat jäähdytysvedet, kaivosvedet, jätealueen sadevedet ja rikastamon sekä lähiympäristön sadevedet. Kaivostoimintaa varten on jo keväällä 1974 lisätty teollisuusaluetta ja kaivosaluetta ympäröivien vesien tarkkailua ensinnä koerikastuksen perustilatutkimusta varten. Keväällä 1976 tarkkailtavia vesialueita on vielä kerran laajennettu täysmittakaavaisen kaivos- ja rikastustoiminnan perustilatutkimusta varten.

YMPÄRÖIVÄ VESISTÖ

Tehtaan itäpuolella, noin 400 metrin päässä on Kallavedenreitin Juurusveteen kuuluva pitkänomainen Kuuslahti. Tästä järvestä tehdas ottaa raakaveden ja sinne vedet myös palautetaan. Kuuslahti on noin 7 km:n pituinen ja eteläpäästään kilometrin levyinen

pohjoiseen päin kapeneva lahti. Järven syvimmällä kohdalla on vettä 25 m, keskisyvyys hieman alle 10 m. Eniten pyydetty kala Juurusvedessä on hauki, sitten seuraavat made, lahna, muikku ja kuha. Siian ja taimenenkin voi kalamies joskus saada.

Pohjoisesta valuu lisävettä Kuuslahteen ainoastaan muutamasta pienestä lammesta, joten veden vaihtuminen on vähäistä. Keskivirtaama on 0,15 m³/s ja tehtaan vesistöstä ottama ja sinne palauttama vesimäärä on 1 m³/s. Tehtailamme päivittäin käsitelty fosfaattimäärä riittäisi nostamaan Kuuslahden fosforipitoisuuden 100-kertaiseksi. Tutkimuksilla ja testeillä on todettu, että jo fosforipitoisuuden nousu kaksinkertaiseksi saa suotuisissa olosuhteissa aikaan leväkasvua.

VESIENSUOJELUTYÖN TULOKSIA

Puitteet Siilinjärven tehtaiden vesien käytölle antaa Itä-Suomen vesioikeuden päätös 21. 12. 1972. Luvassa kiinnitetään erityistä huomiota fosforipäästöihin, jotka kieltämättä ovatkin vesistön kannalta suurin riskitekijä. Jätevesien fosforimäärä ei saa ylittää Kuuslahteen 7 kg P/d neljännesvuosikeskiarvoksi lasketuna.

Toisella puolella tehdasta on matala ja jo entuudestaan rehevä Sulkavanjärvi, mihin johdetaan kuivatusvesiä tehtaan ympäristöstä. Näiden vesien mukana järveen joutuva fosforimäärä saa olla korkeintaan 6 kg P/d kevättulvien aikana. Jätevesivalvonnasta ja vesistötarkkailusta on sovittu Kuopion vesipiirin kanssa. Kuvassa 2 esitetään käyrien muodossa, kuinka tehtaan toiminta on vaikuttanut Kuuslahden fosforipitoisuuksiin. Juurusveden tarkkailupisteiden vuosikeskiarvot näkyvät pisteinä graafisessa esityksessä.

Lähinnä kokemattomuudesta johtuva laiterikko aiheutti vuonna 1969 melko huomattavan fosforipäästön Kuuslahteen. Vuonna 1970 olivat fosforipitoisuudet tästä johtuen järven pohjoispäässä vielä jonkin verran kohonneita. Vuosina 1971—1975 Kuuslahti on ollut luonnontilassa.

Kuva 3 osoittaa, kuinka viranomaisien asettamat tavoitteet on saavutettu fosforipäästöjen suhteen. Kuvassa on piirretty keskimääräiset vuorokausikuormitukset kg P/d sekä Kuuslahteen että Sulkavanjärveen. Kuvassa on myös esitetty v. 1973 alussa voimaan tulleen vesioikeuden päätöksen sallimat edellä mainitut P-kuormitukset.

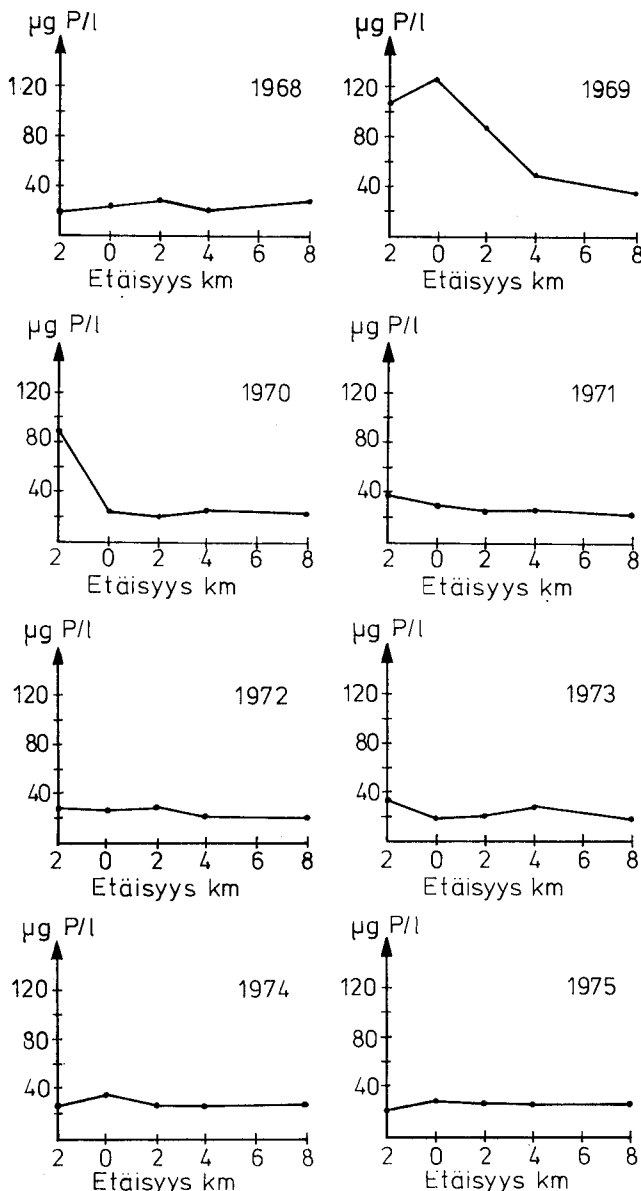
Fosforipäästöt Kuuslahteen ovat vuosi vuodelta pienentyneet. Tämä johtuu etupäässä myönteiseen suuntaan tapahtuneesta asenteiden muuttumisesta sekä pienistä parannuksista viemärijärjestelmässä ja tehostetusta hälytysjärjestelmästä.

Sulkavanjärveen kuivatusvesien mukana joutunut fosforimäärä on aluksi lievästi kohonnut tuotannon kasvaessa, mutta muutamilla oja- ja pumppausjärjestelyillä on tämäkin päästö saatu pienenemään.

VESIENSUOJELUTYÖSSÄ NOUDATETUT PERIAATTEET

Suunnittelutyössä on periaatteena ollut päästöjen minimointi. Tähän on pyritty jakamalla vedet puhtausasteen mukaan kolmeen ryhmään. Jokaiselle näin muodostetulle vesifraktiolle on suunniteltu oma siirto- ja käsittelyjärjestelmänsä.

Suurin osa vesistä on jäähdytysvesiä, jotka kiertävät omassa putkistossaan käyttökohteisiin ja palaavat keruuviemäriä pitkin vesistöön. Kun kuitenkin prosessikemikaalit ovat useissa käyttökohteissa vahvoja happoja ja emäksiä, aiheuttaa korrosio silloin tällöin vuotoja jäähdytysvesiverkostoon. Näiden minimointi edellyttää nopeaa paikallistamista ja korjaustoimenpiteitä. Nopea paikallistaminen on mahdollista jatkuvatoimisen johtokyvyn rekisteröinti- ja hälytysjärjestelmän avulla. Valvontapisteitä on yhteensä noin 20 ja rekisteröinti sekä hälytys tulevat tehdaslaitosten ohjaamoihin. Vuotojen ripeän korjauksen tekee mah-



Kuva 2. Juurusveden fosforipitoisuuksia vuosina 1968...1975

Fig. 2. Phosphor concentrations in the lake Juurusvesi during years 1968...1975.

dolliseksi riittävällä vakavuudella ympäristönsuojeluun suhtautuva ammattitaitoinen henkilökunta.

Automaattinen näytteenkeruulaite ottaa näytteen purkuviemäristä. Veden määrä ja laatu selvitetään kahdesti vuorokaudessa fysikaalisten mittauksien ja kemiallisten analyysien avulla.

Raaka-aineita purettaessa ja kiinteitä aineita siirrettäessä pölyä ilmaan jonkin verran ravinteita sisältäviä aineita. Sade ja sulava lumi huuhtovat mukanaan kemikaaleja. Tehtaan piha-alue on varustettu ojilla ja viemäreillä, joita pitkin valumavedet johdetaan kemialliseen puhdistamoon. Tähän tulevat myös ratapiha-alueen pohjavedet sekä saniteettivedet, jälkimmäiset pienen aktiivilietepuhdistamon kautta. Fosfori poistetaan kalkkisaostuksella, sakka poistetaan selkeytyksellä ja kirkas vesi johdetaan virtausmittauksen ja automaattisen näytteenottolaitteen kautta avo-ojaa pitkin Kuuslahteen.

SULJETUT VESIKIERROT

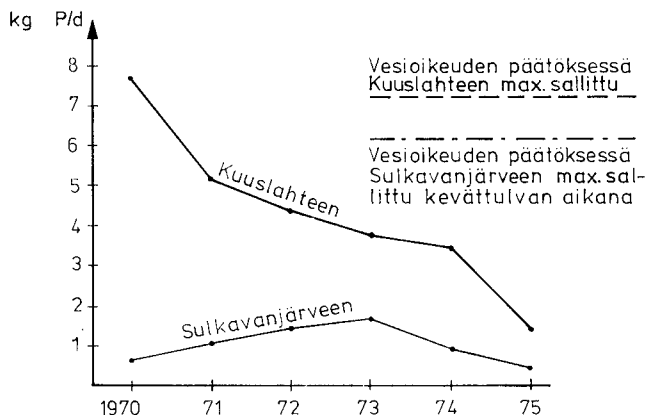
Happoja ym. kemikaaleja käsitellään prosesseissa. Korrosion, yllöiskumisten ja muiden häiriötapausten johdosta pääsee vesistölle haitallisia aineita tehdashallien lattioille. Lattiakanaalijärjestelmällä vuotovedet ja laitteiden pesuvedet kerätään lattiakaivoihin, joista ne johdetaan kiertovesialtaisiin.

Jätekipsi on varastoitu moreenipohjaiselle mäelle, joka on ympäröity ojalla. Kipsistä huuhtoutuvat ja puristuvat jätevedet johdetaan ojaa pitkin kiertovesialtaaseen, johon kerätään myös vesiä tehtaiden välitörmästä ympäristöstä, kuten haposäiliöalueilta ja muistakin tarpeen vaatimista kohteista.

Suljettuja kiertovesijärjestelmiä on tehtaallamme kaksi. Toisen vettä käytetään fosforihappotehtaalla jätekipsin pesuun sekä prosessin laimennusvetenä, toisen lannoitetehtaan pesurivetenä sekä edelleen reaktoreiden laimennusvetenä.

Mikäli sateisuus on erittäin runsasta tai vettä kulluttavia laitoksia käytetään vajaakapasiteetilla, syntyy jätevesiä kulutusta enemmän. Tällöin suljetusta vesikierrasta joudutaan johtamaan jätevesiä vesistöön kemiallisesti puhdistettuna. Näissäkin tilanteissa ei fosforikuormitus ole sanottavasti lisääntynyt, kuten käyristä (kuva 3) voidaan nähdä.

Happamien vesien puhdistus aiheuttaa kuitenkin suuria kustannuksia.



Kuva 3. Fosforipäästöt Kuuslahteen ja Sulkavanjärveen vuosina 1970...1975.

Fig. 3. Phosphor releases to Kuuslahti and Sulkavanjärvi during years 1970...1975.

Vesien suojeleutyöhön kiinnitetään nykyisin lannoite-teollisuudessa vakavaa huomiota, vaikka suurella yleisöllä tuntuu olevan toisenlaisia mielipiteitä. On kuitenkin syytä tiedostaa, ettei ympäristön suojeleminen ole mahdollista ilman huomattavia kustannuksia. Ympäristön säilymisestä viihtyisänä joudutaan maksamaan tuotteiden kohonneiden hintojen muodossa. Ympäristönsuojelun investointikustannukset ovat Siilinjärven tehtailla olleet noin 8 % ja uusinta tekniikkaamme edustavalla lannoitetehtaalla jo 20 %.

SUMMARY

MINIMIZING WATER POLLUTION FROM KEMIRA OY SIILINJARVI PLANTS

Kemira Oy is a big Finnish company, which main production fields are compound fertilizers. Kemira's newest plants are situated in Siilinjärvi where production started in 1969. The capacity of production is 300 000 tons/a of compound fertilizers, 150 000 tons/a of ammonphosphates, 265 000 tons/a of sulphuric acid, 100 000 tons/a of nitric acid and 120 000 tons/a of phosphoric acid.

Cooling waters have a strict alarm and control system against leakages. Rain and smelting waters from the factory yard and sanitary waters are purified chemically. Acid and nutrients containing waste waters from plants and waste gypsum area have closed circulation systems. Phosphor is growth limiting factor in the neighbouring lake, Kuuslahti, from which raw water has been taken and to which waters have been released. Flowthrough in the lake is only 0,15 m³/s. Phosphor releases to the lake has been decreasing all the time. It was in 1970 7,7 kg P/day and in 1975 2 kg P/day.

Outokumpu Oy:n Tornion jaloterästehtaan ympäristönsuojelu

Dipl.ins. Matti Vattulainen, Outokumpu Oy, Tornio

Täyttäkseen jaloterästehdasalueen ympäristönsuojelulliset vaatimukset Outokumpu Oy on pyrkinyt toteuttamaan tekniikaltaan mahdollisimman pitkälle vietyjä ympäristönsuojelullisia prosesseja, jolloin tavoitteena on ollut jätemäärien pienentäminen kierrätyksen avulla sekä erityisesti ilmansuojelun osalta tulevan lainsäädännön ennakoiti noudattamalla nykyisin Ruotsissa voimassa olevia ilmansuojelullisia suosituksia. Tähän liittyvät laajat sekä tehdasaluetta ympäröivää kasvustoa että vesistöalueita koskevat perustilamääritykset.

Tornion jaloterästehdas kuuluu kokonaisuuteen, jonka muodostavat Elijärven kromikaivos Kemissä, malmin jalostuksen suorittava ferrokromitehdas Torniossa, missä myös ferrokromia raaka-aineenaan käyttävä jaloterässulatto ja kylmävalssaamo sijaitsevat. Terässulatto käynnistyi huhtikuun alussa 1976 ja kylmävalssaamo koko prosessin osalta syyskuussa 1976. Terästehtaan tuotanto tulee olemaan n. 50 000 t teräsnauhaa vuodessa, mikä riittää suurelta osin tyydyttämään tuotteen kotimaisen kysynnän.

YMPÄRISTÖNSUOJELU

Lupakäsittelyn kannalta terästehtaan asema on sikäli poikkeuksellinen, että kaikki jätevesiä ja vesialueita koskevat asiat menevät suomalais-ruotsalaisen rajajokikomission käsiteltäväksi. Siten alueen ympäristönsuojelussa tulevat myös ruotsalaiset ympäristönsuojelunormit ja tavoitteet huomioiduiksi. Ympäristönsuojelullinen valvonta tapahtuu Lapin vesipiirin vesitoimiston toimesta.

Ympäristönsuojelun lähtökohtana on ollut tehdasaluetta ympäröivän luonnon harvinainen puhtaus verrattuna Etelä-Suomeen. Tämän puhtauden pohjalta on myös viranomaisten asettamat velvoitteet asetettu.

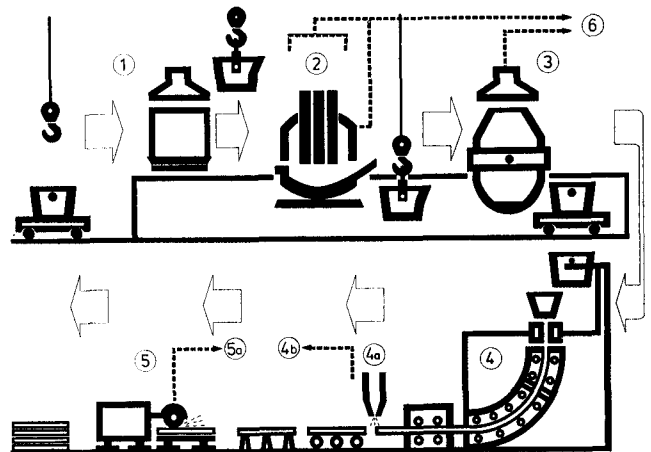
Viranomaisten myöntämien lupien silmiinpistäväna piirteena ovat erittäin laajat jätevesiä ja niiden vaikutusaluetta koskevat sekä fysikaaliskemialliset että biologiset tutkimusvelvoitteet, joihin liittyvät myös kalataloudelliset tutkimukset. Edellisten vaatimusten lisäksi Outokumpu on itse suorittanut joukon alueen kasvustoa ja vesialueita koskevia perustilatutkimuksia ennen tehtaan toiminnan aloittamista.

Varsinaisessa prosessisuunnittelussa ja toteutuksessa on ympäristönsuojelullisesti hallitsevana piirteena ollut kaikkien laitojen osalta mahdollisimman pitkälle menevä käyttöveden ja hyödynnettäväksi kelpaavan jätteen kierrätys sekä erilaista käsittelyä vaativien jätevesien erillisviemärointi, jolloin tehdasalueella on kolme rin-

nakkaista viemäriverkostoa: jäädytys- ja sadevesiviemärit, prosessivesiviemärit sekä saniteettivesiviemärit.

Prosesseissa käytettävät jäädytysvedet ovat suurelta osin suljetussa kierrossa siten, että varsinaista prosessia jäädyttävä vesikierto jäädytetään merivedellä. Vesistöön menevän jäädytysveden likaantumistodennäköisyys on tällöin erittäin pieni.

Seuraavassa tarkastellaan lähemmin jaloterässulattoa ja valssaamoja koskevaa ympäristönsuojelua.



Kuva 1. Jaloterässulatton prosessikaavio. 1. Romun esikuumennus 2. Valokaariuuni 3. AOD-konvertteri 4. Jatkuvavalukone 4a. Polttoleikkaus 4b. Venturipesuri 5. Aihoiden hionta 5a. Sykloni laskeutuskammio erotus 6. Letkusuoodin.

Fig. 1. Melting shop. 1. Scrap pre-heating equipment 2. Arc-furnace 3. AOD-converter 4. Continuous casting machine 4a. Slab cutting 4b. Venturiscrubber 5. Slab grinding machine. 6. Filter.

Jaloterässulatto

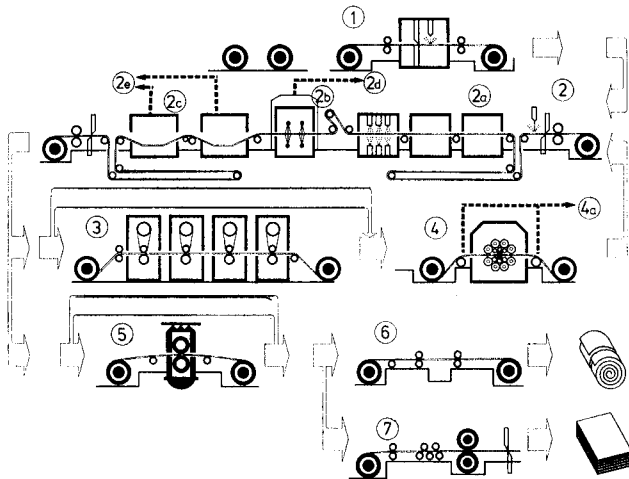
Terässulatossa ympäristönsuojelullisesti merkittävimmät kohteet ovat:

- valokaariuuni VKU 25 MW 50 t panos
- AOD-konvertteri (AOD) 50 t panos jotka ovat sulaton pääasialliset pölylähteet, sekä
- jatkuvavalukone ja sen jäädytysvesikierto

Edellä mainittujen VKU:n ja AOD:n lisäksi sulatolla on joukko pienempiä pölylähteitä, kuten seosaineväras-tojen kuljettimet ja siilot, hiontalaitteet ja polttoleik-kauslaitteet, jotka kaikki on varustettu pölyn talteen-ottolaittein.

Ilmansuojelun osalta sulatolla on noudatettu ruotsa-laisia enimmäisnormeja ja ennakoitu mahdollista Suo-meen tulevaa ilmansuojelulainsäädäntöä. Siten valokaari-uunilta ja AOD-konverterilta tulevan pölyemission pienentäminen tapahtuu 300 000 m³/h (T = 130 °C) kapasiteetin omaavalla letkusuoitimella, jonka mitoitukselle on asetettu seuraavat rajat: Sulaton kokonaispölyemission pitää olla <0,3 kg/terästönni ja suotimen läpi menevän ilman maksimi pölypitoisuus saa olla korkeintaan 50 mg/Nm³. Uunien pölynkeräily suoritetaan VKU:n osalta ns. neljänestä reiästä tai kaatojen aikana kattohuuvan kautta. AOD-konverterien pölyt kerätään välittömästi konvertertien yläpuolella sijaitsevan huuvan avulla.

Jatkuvavalukoneen jäähdytysjärjestelmä on esimerkki täysin suljetusta vesikierrosta, joka käsittää valukoneelta tulevan jäähdytysveden sisältämän kiintoaineen ja öljyjen sekä rasvojen erotuksen selkeyttimissä ja hiekka-suodattimilla. Epäpuhtauksien erotuksen jälkeen <10 mg/l kiintoainetta sisältävä vesi jäähdytetään merivesi-lämmönvaihtimissa ja palautetaan jatkuvavalukoneelle.



Kuva 2. Jaloteräsvalssaamo. 1. Valmistelulinja 2. Hehkutus-peittauslinja 2a. Hehkutusuunit 2b. Kuulapuhallus 2c. Peit-tauskylvyt 2d. Peittaushöyryjen pesulaitteet 2d. Kasettisuo-din 3. Hiontalinja 4. Sendzimir-valssain 4a. Sähkösuotimet 5. Viimeistelyvalssain 6. Halkaisulinja 7. Katkaisulinja.

Fig. 2. Cold-rolling mill. 1. Coil build-up and side-trim line 2. Annealing and pickling line 2a. Annealing furnaces 2b. Washing machines of pickling steam 2c. Pickling baths 2d. Casettefilter 3. Coil-grinding line 4. Sendzimir-mill 4a. Electrofilters 5. Skin-pass mill 6. Slitting line 7. Cut-to-length.

Jaloteräsvalssaamo

Valssaamolla ympäristönsuojelullisesti merkittävät koh-teet ovat hehkutus-peittauslinja ja neutralointilaitos. Näiden lisäksi syntyy eri puolilla valssaamoa öljyistä paperijätettä, ns. välipaperia.

Hehkutus-peittauslinja käsittää hehkutusuunit, kuula-puhalluksen ja kaksivaiheisen peittausprosessin, jossa en-simmäinen vaihe on elektrolyysiin perustuva neolyytti-peittaus ja toinen vaihe ns. sekahappo (HNO₃+HF)-pei-taus. Neolyyttipeittauksen yhteydessä suoritetaan huu-teluvesien ja poistettavan kylvyn sisältämän Cr⁶⁺:n vaa-rattomaksi tekeminen pelkistämällä kuuden arvoinen kromi ferrosulfaatilla kolmen arvoiseksi lähes neutraa-leissa olosuhteissa.

Sekahappopeittauksessa syntyvät jätevedet, huuhtelu-vedet ja vanhat happokylvyt johdetaan yhdessä esikäsi-tellyn neolyyttikylvyn jätevesien kanssa neutralointilai-tokselle, jossa huuhteluedet neutraloidaan jatkuvatoimi-sesti nostamalla jäteveden pH 9.5:een. Tällöin huuhtelu-vesien sisältämät raskasmetallit (Fe, Cr, Ni) saostuvat hydroksideina ja fluoridit kalsiumfluoridina, ja ne voi-daan erottaa jätevedestä lamelliselkeyttimissä.

Vanhat hapot neutraloidaan panoksittain ja pumpa-taan yhdessä lamelliselkeyttimistä jääneen lietteen mu-kana suotopuristimeen. Sekä suotopuristimesta että la-melliselkeyttimestä tulevien vesien pH lasketaan 7—7.5 ennen viemäriin johtamista.

Suotopuristimeen kertynyt sakka (3—4 000 t/v) toi-mitetaan tehdasalueella sijaitsevalle erikoiskaatopai-kalle.

Peittauslinjan toimintaan liittyvät myös peittausaltai-s-ta muodostuvien höyryjen käsittelyt, jotka sekahappo-kylpyjen osalta tapahtuvat emäksisellä vastavirtapesulla, jota edeltää aktiivihilireaktorissa tapahtuva typpioksi-dien hapettaminen nitraatiksi. Neolyyttikylvyn höyryt ohjataan ulkoilmaan vesipesun ja pisanan erotuksen kautta. Kummastakin kaasunpuhdistusjärjestelmästä syntyvät jätevedet johdetaan neutralointilaitokselle.

Muita jaloteräsvalssaamon ilmansuojelullisia laitteita ovat kasettisuodatin kuulapuhalluspölyjen talteenottami-seksi sekä sähkösuotimet Sendzimir-valssaimen jäähdy-tysöljysumun erottamiseksi ilmavirrasta.

Prosesseista muodostuvien jäteöljyjen ja kiinteiden jätteiden käsittely

Prosesseista syntyvät jäteöljyt pyritään mahdollisimman pitkälle puhdistamaan omalla jäteöljyjen vastaanottoase-malla, josta jäteöljyt syötetään raskaan polttoöljyn mu-kana ferrokromisitraamoon.

Kiinteiden metallipitoisten jätteiden osalta (hiontavil-la, kuulapuhalluspöly, hiontapöly) on menossa selvitys-työ niiden syöttämiseksi prosessien raaka-aineeksi. Tällä hetkellä hyödyntämättä näytävät jäävän terässluton kuona ja kaasunpuhdistusjäte sekä muurausjäte ja neu-tralointilaitoksen sakka.

**Listaus terästehtaan ilmansuojelullisista ja
vesiensuojelullisista laitteista ja prosesseista**

Oman ongelmansa muodostaa valssaamalla syntyvä öljyinen välipaperi, jolla selvästi on potentiaalista lämpöarvoa, mutta jolle toistaiseksi ei ole löytynyt sopivaa osoitetta.

Ilmansuojelu:

Laite	Kapasiteetti	Pit. jälk.	Kohde
1. Letkusuodin	300 000 m ³ /h	<50 mg/Nm ³	VKU + AOD
2. " "	23 000 Nm ³ /h	" "	Seosain. kulj.
3. Venturipesuri	50 000 "	100 "	Polttoleikk.
4. Sykloni-erotuskamm.	14 000 "	" "	Aihioiden hionta
5. Kasettisuodin	24 000 "	" "	Kuulapuh.
6. Kaasunpesulinja	5 000 "	3,8 kg/h (NO _x)	Sekah. peitt.
7. Sähkösuotimet	60 000 "	<50 mg/Nm ³	Sendizimir-valss.

Vesiensuojelu:

1. Jäähd.vesien käs.	400 m ³ /h	<10 mg/l kiint.	Jv-kone
2. Neutralointilaitos	10 "	Cr, Fe, Ni < 2 mg/l F	Peittauslinja
3. Saniteettivesipuhd.	100 "	< 8 mg/l Fosf. ≤ 1,1 mg/l BHK ₇ ≤ 20 mg/l	

SUMMARY

ENVIRONMENTAL PROTECTION AT OUKO-KUMPU OY'S STAINLESS STEEL WORKS IN TORNIO

To live up to the requirements of the environmental protection in the surrounding area Oukokumpu Oy has applied processes with the technologically best possible protectivity by aiming at a decrease of waste materials with the use of closed water circulation system, and especially at the anticipation of the future air protection law by adapting the norms which are presently valid in the Swedish air protection. To this project are also connected the comprehensive reports on the basic condition of the vegetation and the water areas around the works.

Jatk. s:ltä 90

huomattavia ympäristöhaittoja. Esimerkkinä tällaisista laitoksista ovat selluloosatehdas, lannoitetehdas ja suurimmalta lämpöteholtaan yli 50 MW:n voimalaitos tai energiaa tuottava muu laitos. Luokkiin II ja III on sijoitettu sellaisia laitoksia, joiden on katsottu aiheuttavan vähäisempiä haittoja kuin luokkaan I kuuluvien laitosten. Esimerkkeinä luokkaan II kuuluvista laitoksista voidaan mainita jätteenpolttolaitos ja kaivokset. Luokkaan III kuuluisivat mm. akkutehdas ja orgaanisia teollisuuskemikaaleja valmistavat tehtaat. Luvanvaraisia laitoksia on arvioitu nykyisin olevan 355, joista luokkaan I kuuluu 142, luokkaan II 95 ja luokkaan III 118. Laitoksia on kaikissa lääneissä mutta puolet niistä sijaitsee Uudenmaan, Turun ja Porin sekä Hämeen läänissä.

Lupa-asioiden käsittely on ehdotettu ajallisesti porrastettavaksi esimerkiksi siten, että luokkaan I kuuluvista laitoksista tehtäisiin lupahakemus puolen vuoden, luokkaan II kuuluvista laitoksista kahden vuoden ja luokkaan III kuuluvista laitoksista kolmen ja puolen vuoden kuluttua ilman suojeluasetuksen (tai ilmansuojelulain) voimaantulosta.

Ilmoituksenvaraisten toimintojen luettelo on pyritty tekemään mahdollisimman kattavaksi, koska ilmoitusmenettelyn avulla on mahdollista saada aikaan riittävän tarkka ilmansuojelun tietojärjestelmä, mikä on edellytyksenä ilmansuojelulakiehdotusten mukaisen normijärjestelmän käyttämiseen ja kehityksen seuraamiseen. Ilmoituksenvaraiset laitoksetkin on jaettu luokkiin, jotta ilmoitusten käsittely voitaisiin suorittaa joustavasti. Ilmoitusvelvollisia laitoksia on kaikkiaan noin 10 300. Näistä suurin osa eli lähes 8 000 on erilaisia eläinsuojia, jotka kuuluisivat ilmoitusvelvollisten III luokkaan. Luokkaan I kuuluvista toiminnoista olisi tehtävä ilmoitus viimeistään kahden vuoden, luokkaan II kuuluvista toiminnoista viimeis-

tään kolmen ja puolen vuoden ja luokkaan III kuuluvista toiminnoista viimeistään viiden ja puolen vuoden kuluttua ilmansuojeluasetuksen (tai ilmansuojelulain) voimaantulosta.

Luvanvaraisia ns. vanhoja laitoksia koskeva lupamenettely voitaisiin toteuttaa myös ns. ehdollisen luvanvaraisuuden mukaisesti. Tällöin toiminnasta tehtäisiinkin aluksi ilmoitus, jonka perusteella viranomaisen tutkisi, onko toimintaan haettava lupaa.

Ilmoitus- ja lupa-asioiden käsittely sekä ilmansuojelun valvonta edellyttävät koulutettua henkilöstöä, jota nykyisin ei meillä ole läheskään riittävästi. Myös ilmansuojelulain alaiset, etenkin luvanvaraiset laitokset tarvitsevat ilmansuojelun asiantuntijoita, samoin alan konsulttiyritykset. Koulutuksen järjestäminen on ongelma, joka vaatisi nopean ratkaisun.

SUMMARY

AIR POLLUTION CONTROL LEGISLATION UNDER PREPARATION

The lack of legislation relating to air pollution control has long been recognized as a problem in Finland. Within the compass of the legislation in force it has not been possible to pursue a sufficiently effective and comprehensive air pollution control policy. The Ministry of the Interior is preparing a bill of air pollution control. According to the proposal for the bill the activities that pollute the air would be divided into activities to be licensed by and activities to be notified to the authorities. The Government would be authorized to set both immission and emission standards. The bill also contains proposals concerning the setting of composition standards (e.g. for fuels), the research relating to air pollution control, and the expert institutes. The Meteorological Institute would function as an expert institute together with the Technical Research Centre of Finland.

Masuuniprosessissa syntyvän syanidin torjunta Raahen rautatehtaalla

Dipl.ins. Lasse Wilska, Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas

YLEISTA

Rautaruukki Oy:n Raahen rautatehdas on integroitu terästehdas, jossa rautarikasteet jalostetaan teräslevyksi vaihteittain masuuneissa, terässulatolla ja valssilaitoksella. Teräksen tuotanto on ollut noin 800 000 t/v ja tulee kaksinkertaistumaan vuoden 1976 aikana valmistuvien laajennusten päästyä täyteen tuotantoon. Tuotannon kaksinkertaistumisen edellyttämiin laajennuksiin sisältyy myös toinen masuuni.

MASUUNIEN KAASUNPUHDISTUSJÄRJESTELMÄ

Masuunin pelkistysprosessissa syntyvä pölypitoinen kaasu puhdistetaan kaasunpuhdistamolla. Kaasun sisältämän kiintoaineen erotukseen käytetään muun muassa rengas- ja venturipesureita ja märkää sähkösuodatinta.

Kaasunpuhdistukseen käytetty, kaasun epäpuhtaudet sitonut merivesi johdetaan selkeyttäjänsä. Selkeyttäjänsä pohjalle laskeutuva liete pumpataan merestä patoamalla erotettuun lietealtaaseen ja ylitevesi johdetaan tehtaan merivesiviemäriin. Voimalaitoksen yli kymmenkertaiseen jäähdytysvesimäärään laimentuneena selkeyttäjänsä ylitevirtaa mereen tehtaan satama-altaassa.

SYANIDIN SYNTY MASUUNEISSA JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

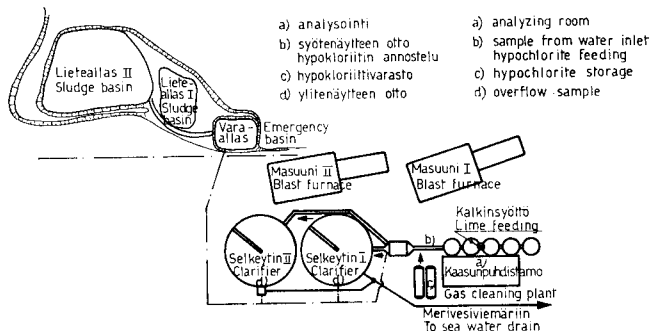
Masuuniprosessissa syntyvän kaasunpesuveteen siirtyvän syanidin määrä riippuu monien tekijöiden, kuten käytävissä olevien raaka-aineiden, masuunin panostustekniikan ja ajotavan yhteisvaikutuksesta. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että kun masuuniprosessi toimii tuotantoteknisesti parhaalla mahdollisella tavalla, on myös kaasunpesuveteen joutuvan syanidin määrä vähäinen tai olematon.

Poikkeukselliset olosuhteet, kuten masuunin alasajo, edesauttavat syanidin syntyä ja tällöin syanidia saattaa esiintyä suuriakin määriä.

Prosessista poistuva syanidi on masuunikaasun sisältämässä kiintoaineessa alkalisuoloina. Kaasunpuhdistamolla syanidi liukenee pesuveteen ja joutuu yliteveden mukana mereen merivesiviemäriin kautta. Veteen liuenut syanidi hapettuu meressä vaarattomiksi yhdisteiksi muutamassa päivässä.

Raahen rautatehtaan toiminnan alusta asti voimassa olleessa jätevesien johtamisluvassa on määrätty syanidipitoisuudelle satama-altaassa yläraja 0,2 mg/l. Tätä pitoisuutta ovat viranomaiset myöhemmin pitäneet kaloille mahdollisesti haitallisena ja niinpä laajennettua rautatehdasta varten myönnettävässä jätevesien johtamisluvassa sallittu syanidipitoisuus määriteltäneen hiukan tiukemmin. Jätevesi saa todennäköisesti sisältää laajennetun tuotannon alkaessa syanidia neljännesvuosikeskiarvona enintään 0,1 mg/l ja hetkellisesti enintään 0,2 mg/l.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että juomaveden sallittu syanidipitoisuus on Lääkintöhallituksen kiertokirjeen mukaan 0,05 mg/l. Kuolettava annos täysikasvuiselle ihmiselle on 0,2—0,3 g syanidia, mikä vastaa jäteveden sallitulla maksimipitoisuudella 0,2 mg/l 1000 litran nautittavaa nestemäärää. Voidaan todeta, että vedestä happensa ottaville kaloille jo mahdollisesti vaaralliset pitoisuudet ovat täysin vaarattomia ihmisille.



Kuva 1. Kaavio syanidin torjuntajärjestelmästä

Fig. 1. Scheme of the cyanide oxidation system

NYKYINEN SYANIDINTORJUNTAJÄRJESTELMÄ

Vuonna 1972 masuunin alasajon yhteydessä syntyneen ja mereen joutuneena kalakuolemia aiheuttaneen, silloin

ennalta-arvaamattoman syanidiesiintymän jälkeen kehitettiin Raahen rautatehtaalla syanidintorjuntajärjestelmä, joka nykyisessä muodossaan on ollut käytössä muutamia vuosia.

Syanidipitoisuutta tarkkaillaan jatkuvasti ottamalla näytteitä selkeyttäjän syöttestä ja ylitteestä kahden tunnin väliajoin normaalilanteessa. Analysoinnin suorittavat keskeytymättömässä kolmivuorotyössä olevat työntekijät. Torjuntahenkilön havaitessa selkeyttäjän syötteen syanidipitoisuuden nousseen yli sallittua pitoisuutta vastaavan hälytysrajan hän aloittaa torjunnan.

Torjunta suoritetaan lisäämällä kalkin syöttöä selkeyttäjälle menevään veteen pH:n nostamiseksi arvoon 10—10,5 ja annostelemalla veteen syanidia hapettavaa natriumhypokloriittiliuosta syanidipitoisuuden edellyttämää määrää. Täydellinen reaktiotapahtuma varmistetaan selkeyttäjän ilmasekoituksella. Normaalisesti selkeyttäjän pH pidetään arvossa 9—9,5 kaasunpesuvedessä olevan sinkin saostamiseksi.

Torjunnan aikana näytteenottoväli lyhennetään puoleen tuntiin ja näytteet otetaan tarvittaessa myös merivesiviemäristä. Voimakkaan syanidintulon aikana ohjataan kaasunpesuvesi kaaviossa esitettyyn vara-altaaseen, jonka tilavuus sallii yhden masuunin pesuvesien ajamisen noin kymmenen tunnin ajan altaaseen, jossa veden annetaan seisoa, kunnes syanidi on hapettunut.

Poikkeustilanteissa, kuten masuunin alasajossa, torjuntaa tehostetaan lisämiehityksellä, tiheämmällä näytteenotolla ja järjestämällä merivesiviemäriin maksimilaimennus.

Edellä kuvatun torjuntajärjestelmän avulla on kyetty pitämään merivesiviemärin syanidipitoisuus sallitun maksimipitoisuuden alapuolella koko torjunnan käyttöaloajan. Torjuntaa vaikeuttaa syanidin esiintymisen arvaamattomuus ja pitoisuuksien sekä määrien nopea ja suuri vaihtelevuus. Edelleen torjunnan onnistumisen edellytyksenä on kaasunpesuveden riittävä viive selkeyttäjässä. Käytettävissä oleva kolmen tunnin viive ei suurimmilla syanidipitoisuuksilla ole riittävä, vaan edellyttää vara-altaan käyttöä, mikä asettaa aikarajoituksen syanidin maksimiesiintymiselle.

MASUUNIN KAASUNPUHDISTAMON KIERTO-VESIJÄRJESTELMÄ

Edellä kuvatun torjuntajärjestelmän käyttökustannukset ovat osoittautuneet huomattavan suuriksi. Huomioon ottaen edelleen torjunnan riskitekijät on Raahen rautatehtaalla päätetty toteuttaa pesuvesien suljettu kiertojärjestelmä, jossa selkeytetty vesi jäähdytetään jäähdystorjinnassa ja pumpataan takaisin kaasunpuhdistamolle uudelleen käytettäväksi.

Puuttumatta yksityiskohtiin voidaan todeta, että vaikka syanidipitoisuustaso kiertovedessä asettuneen keskimäärin korkeammalle tasolle kuin nykyisen järjestelmän selkeyttäjän ylitteessä, voidaan suljetun järjestelmän

vaatima pieni ylivuoto käsitellä kemiallisesti siten, että kalakantaan kohdistuva riski on erittäin pieni.

YHTEENVETO

Esiintyneiden syanidivaikeuksien jälkeen on Raahen rautatehtaalla kehitetty kemialliseen hapetukseen perustuva syanidintorjuntajärjestelmä. Masuuniprosessissa syntynyt ja kaasunpesuveteen liuennut syanidi on kyetty hapettamaan vaarattomiksi yhdisteiksi ja mereen johdettavan veden syanidipitoisuudet pitämään sallituissa arvoissa. Torjuntajärjestelmän käyttökustannukset ovat suuret. Esimerkiksi vuonna 1975 kustannukset olivat yli miljoona markkaa. Syanidiongelman ratkaisemiseksi lopullisesti on masuunin kaasunpuhdistamolle päätetty rakentaa suljettu kiertovesijärjestelmä, joka tullaan ottamaan käyttöön vuoden 1978 aikana.

SUMMARY

PREVENTION OF CYANIDE DEVELOPMENT IN THE BLAST FURNACE PROCESS AT RAAHE STEEL WORKS

Raahe Steel Works is an integrated steel making factory where the steel production capacity, now amounting to 800,000 tonnes per year, will be doubled when the extensions after completion by the end of 1976 will be in full production.

It is sometimes possible, especially during unnormal operating conditions, that some cyanide from the blast furnace process will dissolve in the gas scrubbing water. Clarified water from the scrubbing plant will be drained into the sea. Content of cyanide without being treated can be injurious to the stock of fish, although the contents involved are harmless to human beings.

In Raahe Steel Works, there has been developed a system based on chemical oxidation of cyanide by using hypochlorite enabling us to maintain the content of cyanide below the maximum allowable value of 0.2 mg/litre of the main drain.

In this system, lime is first feeded into the water to raise the pH value to 10.0—10.5 and hypochlorite is added according to the amount of cyanide at water. Cyanide is oxidated into safe compounds in the clarifier where the delay of water is about three hours. The clarified water is then run into the sea and it is diluted into more than ten times weaker dilution with cooling water from power plant. The content of cyanide is monitored in three shifts by periodical sampling. At times when the content of cyanide is high the scrubbing water can be introduced into a specially constructed emergency basin, which is capable of taking waters from one furnace for about ten hours time.

Due to high operating costs and some risks associated with the open system, it has been decided to install a closed circulating water system for blast furnace scrubber waters, which will be completed in 1978. The small overflow from the closed system can easily be treated chemically so that dangers ensued to fish are insignificant.

Kaivostoiminta Misin rautamalmialueella vuosina 1958-1975

Dipl.ins. Erkki Siirama, Rautaruukki Oy

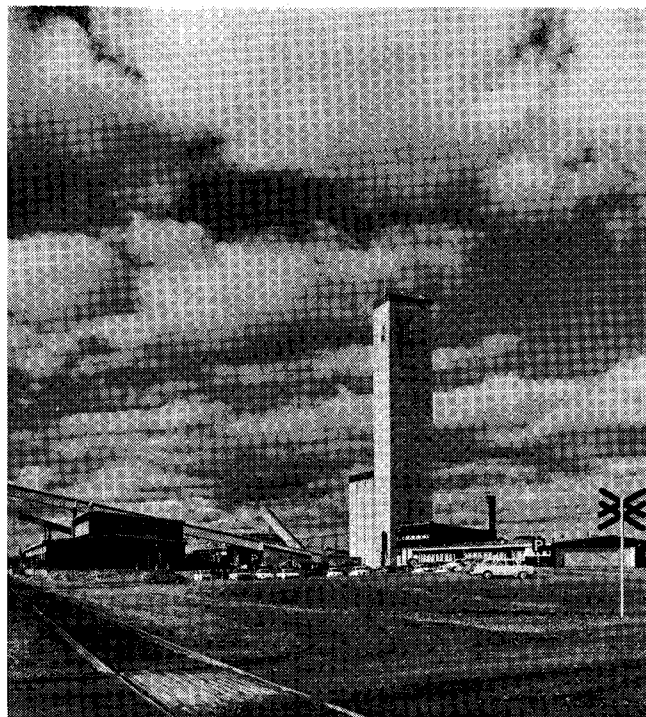
Misin rautamalmialue sijaitsee Kemijärven kaupungin ja Rovaniemen maalaiskunnan rajamailla aivan napapiirin tuntumassa. Alueella on ollut toiminnassa kaksi rautakaivosta, nimittäin Kärvasvaara (1958—1967) ja Raajärvi (1961—1975), kuva 1.

Ensimmäiset viitteet rautamalmien olemassa olosta alueella saatiin jo 1920-luvulla, jolloin löydettiin kompassihäiriön perusteella Kärvasvaaran pieni malmio. Kemijärveläisten talollisten perustaman yhtymän toimesta malmiota tutkittiin useaan eri kertaan kairauksin ja magneettisin mittauksin. Otanmäki Oy:n (nyk. Rautaruukki Oy) pyynnöstä suoritti Geologinen tutkimuslaitos aeromagneettisen kartoituksen alueella vuonna 1955, jonka tuloksena havaittiin alueella runsaasti tutkimisen arvoisia anomalioita. Tutkimusten perusteella Otanmäki Oy lunasti Kärvasvaaran malmi-esiintymän itselleen, jonne lyhyen intensiivisen tutkimuskauden jälkeen perustettiin pieni kaivos, joka aloitti tuotannollisen toimintansa vuonna 1959.

Samanaikaisesti Kärvasvaaran tarkemman tutkimuksen yhteydessä Otanmäki Oy suoritti malminetsintätöitä ympäristössä aeromagneettisen kartoituksen antamia anomalioita tarkistaen. Nämä tutkimukset, jotka käsittivät matalalentomittauksia ja geofysikaalisia tutkimuksia johtivat Raajärven malmioiden löytymiseen vuonna 1958.

Kärvasvaaran malmivarat arvioitiin yli milj. tonniksi ja Raajärven noin 6 milj. tonniksi.

Misin rautamalmialue muodostaa geologisesti selvästi erottuvan kokonaisuuden, jota ympäröivät mikrokliniigraniitit ja migmatiitit. Pääkivilajina ovat gabrot ja amfiboliitit, jotka esiintyvät kielekkeisinä muodostumina ympäröivien kivilajien sisällä. Kvartsiittejä, dolomiittejä ja kiilleliuskeita esiintyy jonkin verran. Erikoisia alueelle ovat Na-rikkaat kivilajit albitiittigabrot ja albitiitit sekä voimakkaasti skapoliittituneet gabrot ja amfiboliitit. Malmi ovat syntyneet varhaismagmaattisia Ti-köyhiä rautamalmeja. Malmioiden sijoittumista ovat kontrolloineet tektooniset ilmiöt. Malmin isäntäkivenä on lähes poikkeuksetta serpentiniitti, mutta myös toisinaan kloriitti-tremoliittikivi. Malmiot ovat lähes itälänsi-suuntaisia, melko pystyjä linssejä. Itse malmi on hieman martiittitunutta magnetiittiä, jossa rautapitoisuus on 50—55 % Fe. Muiden malmimineraalien osuus on vähäinen.

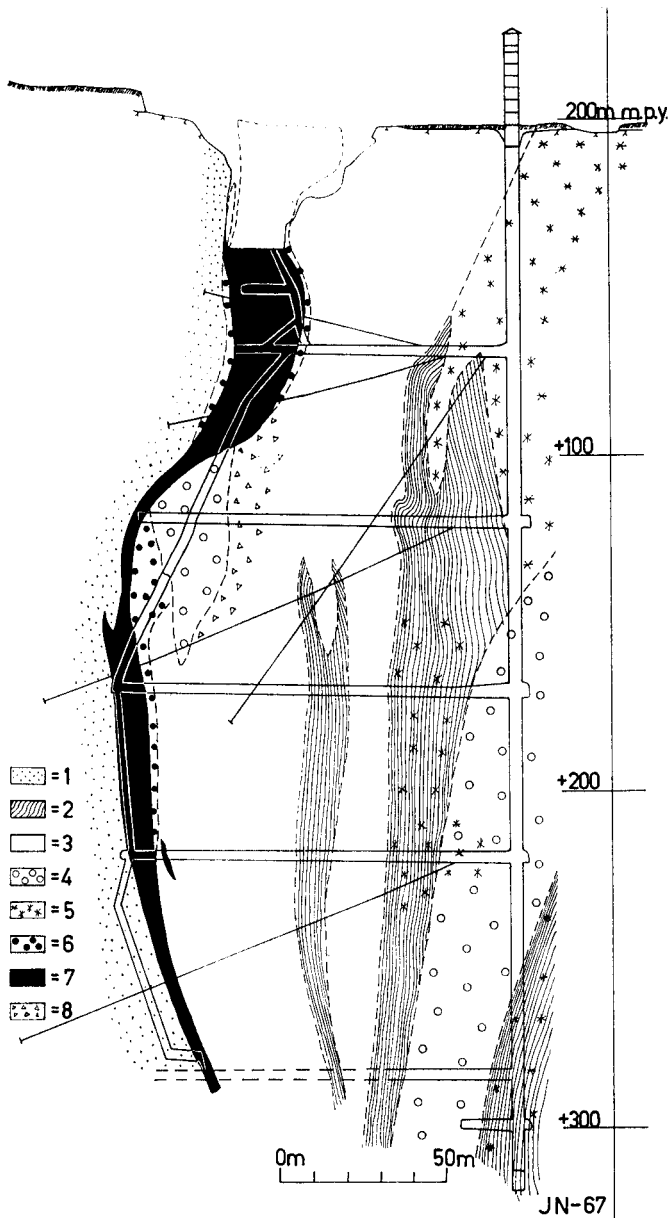


Kuva 1. Raajärven kaivos

Fig. 1. Raajärvi mine

Kaivostoiminta

Louhinta aloitettiin molemmilla kaivoksilla avolouhinta, koska malmiot ulottuivat kalliopintaan saakka. Kärvasvaarassa avolouhinta tapahtui alkuvaiheessa ilman porausta ja räjäytystä, koska malmion pinta oli täysin rapautunutta. Avolouhinnan aloittamista edelsi Kärvasvaarassa noin 60.000 m³ irtomaan poisto. Avolouhinta oli tarkoitus Kärvasvaarassa ulottaa 20 metrin syvyyteen, mutta kuilun ajon viivästyessä ulotettiin avolouhinta noin 40 metrin syvyyteen. Tällä toimenpiteellä pyrittiin pitämään tuotanto tasaisena. Tässä ei kuitenkaan täysin onnistuttu ja siirtymävaihe voidaan nähdä vuoden 1962 heikkona tuotantona. Malmi kuljetettiin avolouhoksesta kuorma-autoilla suoraan murskaamon siiloon. Avolouhoksesta louhittiin Kärvasvaarassa runsaat 300.000 tonnia malmiä.



Kuva 2. Poikkileikkaus Kärvasvaaran kaivoksesta. 1) Kvartsiitti, 2) kiilleliuske, kiillegneissi, 3) heterogeeninen alue: kiilleliuskeita, kiillegneissejä, kvartsiitteja, albitiittijuonia ym. (vain itse kaivoksen alueella), 4) gabro, 5) mikrokliini-graniitti, 6) serpentiiniitti ym., 7) magnetiittimalmi, 8) voimakkaasti breksioitunut alue.

Fig. 2. Cross-section of the Kärvasvaara mine.

Raajärven avolouhintaa edelsivät erittäin laajat maanpoistotyöt, kaikkiaan noin 1,3 milj.³. Maapeitteen, joka pääosiltaan oli hietaa, paksuus oli parhaimmillaan yli 30 metriä. Louhinta suoritettiin 8 metrin penkereinä ja ulotettiin 90 metrin syvyyteen. Avolouhoksesta malmi kuljetettiin maansiirtoautoilla maanpäälliseen karkeamurskaamoon, josta edelleen hihna-

kuljettimella tornisiiloon. Raajärven avolouhoksesta louhittiin malmia kaikkiaan noin 1,5 milj tonnia ja tämän ohessa suunnilleen sama määrä sivukiveä.

Maanalainen louhinta aloitettiin kummallakin kaivoksella ensin välitasolouhintana, jonka jälkeen siirryttiin olosuhteiden pakosta levylouhintaan. Itse louhintaprosessi oli kummallakin kaivoksella periaatteiltaan samanlainen. Malmi lastattiin louhoksista kumipyöräkalustolla kivikuiluun, joka päättyi raappaperään. Tästä malmi raapattiin suoraan maanalaisen karkeamurskaimen kitaan. Murskattu malmi kuljettiin hihnakuljettimella kuilulle siiloon, josta se mittataskun kautta nostettiin maanpinnalle tornisiiloon. Kärvasvaarassa alin taso oli +300 (kappalastaus-asema) ja Raajärvellä +320. Tasoväli louhinta-alueilla vaihteli ollen 12—17 metriä, kuvat 2 ja 3.

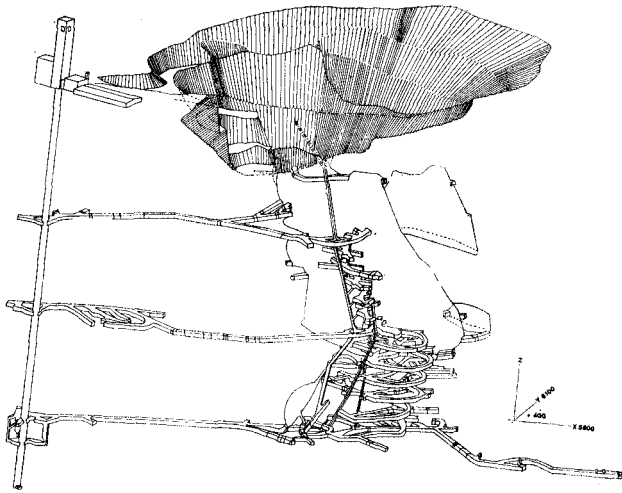
Molemmilla kaivoksilla malmia ympäröivä sivukivi ja paikoin myös malmi oli rikkonaista ja pehmeää. Tästä on ollut sekä hyötyä että haittaa. Käytetyn louhintamenetelmän soveltaminen näihin kiviin ja olosuhteisiin on onnistunut verrattain hyvin. Samasta syystä porauskaluston kestävyys on ollut aivan omaa luokkaansa. Porien kestoikä on ollut parhaimmillaan useita tuhansia parametrejä. Toisaalta taas rikkonainen ja pehmeä kivi on aiheuttanut porareikien tukkeutumista. Tämä haitta on ollut sekä louhinnassa että tutkimuksessa. Heikko kivi on aiheuttanut myös runsaasti tukemistöitä. Raajärvellä arvioitiin, että yli 30 % kaikesta peränajosta jouduttiin tukemaan ruis-kubetonoinnilla, verkotuksilla ja pukituksilla. Suurin haitta kiven pehmeystä lienee kuitenkin ollut liejun muodostus. Pehmeän kiven jauhautuessa louhoksissa ja perissä raskaiden koneiden pyörien alla, muodostui liejua ajoittain hyvinkin runsaasti. Hienoksi jauhautunut kiviaines vaikeutti myös vedenpoistoa. Kuitenkaan ei sattunut pahempia kiven heikkoudesta johtuneita sortumia.

Raajärven kaivoksen alkuvaiheessa louhittiin Puron malmio avolouhintana noin 25 metrin syvyyteen. Tuotanto Puron louhoksesta oli kaikkiaan noin 80 000 tonnia. Malmi ajettiin Puron louhokselta Raajärven maanpäälliseen karkeamurskaamoon.

Leveäselän malmion hyväksikäyttämiseksi ajettiin malmion läheisyyteen kuilu 240 metrin syvyyteen. Louhintamenetelmänä käytettiin levylouhintaa. Malmi lastattiin päatasoilta pyöräkuormaajilla suoraan nostokippaan, jolla malmi nostettiin maanpinnalle, josta autoilla Raajärvelle.

Leveäselän kaivos koki lyhyen toimintansa aikana (1972—1974) kaksi vakavaa sortumaa. Ensimmäinen tapahtui lokakuussa 1972, jolloin louhoksessa kattopilarin sortuminen aiheutti runsaiden pohjavesivarastojen purkautumisen kaivokseen. Tällöin kaivos täytyi vedellä, joka kuitenkin voitiin pumpata pois. Vuonna 1974 tapahtui toinen samanlainen sortuma, jolloin kaivokseen veden mukana valui lisäksi hienoa hiekkaa ja louhoskiveä. Tässä sortumassa vioittuivat kuilurakenteet suurimmaksi osaksi käyttökelvottomiksi. Kaivosta yritettiin myöhemmin vielä tyhjentää kaivokseen jääneen kaluston pelastamiseksi, mutta työt keskeytettiin turvallisuussyistä ja kaivos suljettiin. Sortumat eivät aiheuttaneet ihmishenkien menehtyksiä.

Kärväsvaaran ja Raajärven kaivosten vuotuiset ja kokonaislouhintamäärät on esitetty taulukossa n:o 1. Raajärven lukuihin sisältyvät myös Puron ja Leveälän louhinnat.



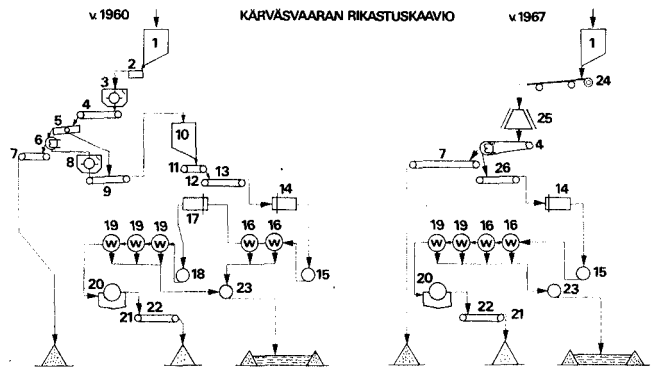
Kuva 3. Rautaruukki Oy Raajärven kaivos kavaljeriperspektiivissä.

Fig. 3. Raajärvi mine in cavalier perspective.

Malmin rikastaminen.

Misin alueella sekä Kärväsvaarassa että Raajärvellä malmin ainoa talteenotettava mineraali oli magnetiitti. Tämän vuoksi rikastusprosessi oli kummassakin paikassa suhteellisen yksinkertainen ja varmatoiminen.

Kärväsvaaran rikastamo koki melkoisia muutoksia lyhyenä toiminta-aikana. Syynä muutoksiin olivat puutteelliset tiedot malmin mekaanisista ominaisuuksista rikastamoa suunniteltaessa. Alustava suunnitelma tehtiin malmion pintaosista otettujen laboratorio-näytteiden perusteella. Näiden näytteiden mukaan malmi oli erittäin helposti murskautuvaa ja jauhautuvaa. Avolouhintavaiheen loppupuolella malmin laatu oli kuitenkin ratkaisevasti muuttunut. Rikastusprosessia jouduttiin muuttamaan ja lopulta päädyttiin kaavioon 1 mukaiseen ratkaisuun. Muutokset yksinkertaistivat rikastusprosessia huomattavasti.



Kaavio 1. Kärväsvaaran rikastuskaavio.

Scheme 1. The flowsheet of Kärväsvaara concentrator.

Kärväsvaaran rikastamon koneluettelo

Liittyä kaavioon N:o 1

1. Syöttösuppilo, 44 m³.
2. Jeffrey-syöttäjä No 5, 48" × 72", 1,5 kW
3. Iskumurskain, Wedag Prallbrecher G, Ø 1250 × 1000 mm, 66 kW.
4. Hihnakuuljetin 600 mm, 1 m/sek., 4,4 kW.
5. Seula, 10 mm, Wedag Zweimassen Vibratinsieb, Ø 1,4 × 3,5 m, 5,5 kW.
6. Karkeaseparaattori. Wedag Ø 630 × 1400 mm, sähkömagneetti, 3 kW.
7. Hihnakuuljetin 500 mm, 1,5 m/sek., 2 kW.
8. Iskumurskain, Wedag Prall-Hammerbrecher, Ø 1000 × 800 mm, 38 kW.
9. Hihnakuuljetin 600 mm, 1 m/sek., 8,5 kW
10. Siilo, Ø 7 × 8,5 m.
11. Hihnasyöttäjä 800 mm, 0,08 m/sek., 3,3 kW.
12. Hihnakuuljetin 600 mm, 1 m/sek., 4,4 kW.
13. Hihnavaaka, Con-O-Weigh.
14. Primäärikuulamyly, Ø 2200 × 2200 mm, 147 kW.
15. Lietepumppu, Sala BPV-350, 7,5 kW.
16. Primääriseparaattori, Thune Ø 600 × 1400 mm, kestomagneetti, 1,5 kW.
17. Sekundäärikuulamyly, Ø 2200 × 2200 mm, 147 kW.
18. Lietepumppu, Sala BPV-350, 7,5 kW.
19. Sekundääriseparaattori, Thune Ø 600 × 1400 mm, kestomagneetti, 1,5 kW.
20. Rumpusuodin, Sala, 9 m².
21. Hihnakuuljetin 600 mm, 1 m/sek., 4,4 kW.
22. Hihnavaaka Con-O-Weigh.
23. Lietepumppu, Sala BPV-350, 15 kW.
24. Pöytäsyötin, 900 × 1800 mm, 11 kW.
25. Kartiomurskain, Symons Standard 4', 55 kW.
26. Hihnasyöttäjä 600 mm, 1 m/sek., 2,2 kW.

Kärväsvaaran rikastamon toimintaa voidaan pitää melko hyvänä. Tämä käy ilmi taulukosta 2, jossa on esitetty pitoisuudet ja saannit koko toiminta-aikana.

Raajärvellä käytetty murskaus- ja rikastuskaavio on esitetty kaaviossa 2. Malmin kulku oli pääpiirtein seuraavanlainen. Tornisiilosta malmi syötettiin

Taulukko 1. Tuotanto Misin alueen kaivoksilla

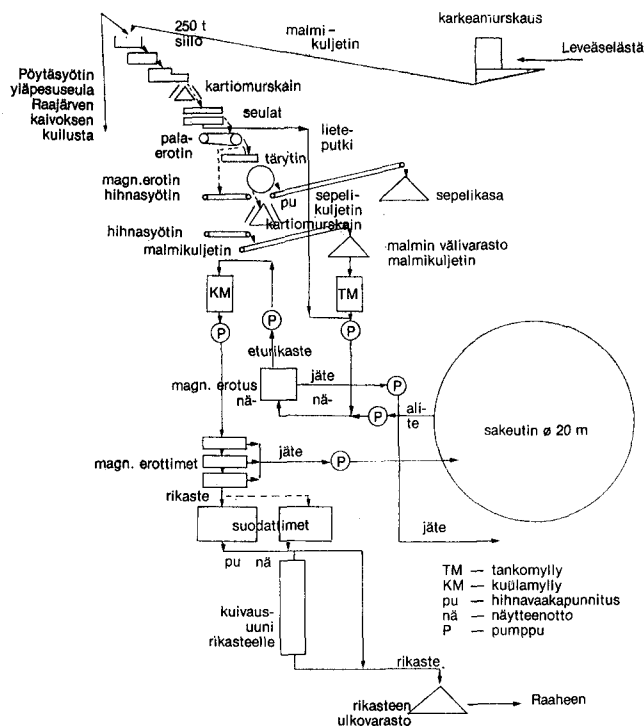
Table 1. Production in Misi mining district

	Kärväsvaara					Raajärvi					Palam.
	Louhinta		Yht.	Tuotanto		Louhinta		Yht.	Tuotanto		
	Malmi	Sivuk.			Sepeli	Rik.	Malmi		Sivuk.		Sepeli
1959	50000	3400	53400		35000						
60	131181	32434	163615	3422	87193						
61	117426	71946	189372	6477	70010						
62	57823	5693	63516	4223	31870						
63	105459	3557	109016	5798	69153						
64	176510		176510	47014	70808	123060	328730	451790	43715	43780	10210
65	168739		168739	31091	86522	476399	549823	1026222	45531	261617	
66	156077		156077	34264	78696	476316	460463	936779	64308	246640	48
67	130436		130436	31685	58055	473590	214721	688311	44647	260577	
68						491113	7243	498356	34434	261419	
69						618400		618400	96577	312898	
70						612323		612323	111115	303395	
71						667719		667719	125063	298653	
72						739705	985	740690	184943	315889	
73						702300		702300	155493	313118	
74						583916		583916	105519	262347	
75						173699		173699	51760	62134	
Yht.	1093651	117030	1210681	163974	587307	6138540	1561965	7700505	1063105	2942467	10258

Taulukko 2. Pitoisuudet ja saannit

Table 2. Contents and recoveries

	Kärväsvaara								Raajärvi							
	Fe ₂ O ₄				Fe				Fe ₂ O ₄				Fe			
	%Sy	%Ri	%J	Saanti	%Sy	%Ri	%J	Saanti	%Sy	%Ri	%J	Saanti	%Sy	%Ri	%J	Saanti
1959	69.5	97.2	1.8	99.2	54.7	70.5	12.0	93.5								
60	68.5	95.8	1.1	99.5	51.5	68.8	8.8	95.1								
61	61.6	93.5	0.9	99.5	47.2	67.6	7.7	94.5								
62	54.2	94.3	0.4	99.7	41.6	67.8	5.7	94.2								
63	65.8	95.5	0.5	99.8	50.0	68.5	7.3	95.6								
64	51.9	96.6	0.5	99.6	40.7	68.7	6.8	92.4					45.2	66.7	8.1	93.4
65	59.0	94.6	0.5	99.7	45.7	68.5	7.2	94.1	46.0	83.1	1.0	99.0	43.4	66.0	8.4	92.4
66	59.9	95.3	0.6	99.6	45.7	67.3	6.3	95.1	46.7	85.6	0.8	99.2	42.4	65.7	7.7	92.7
67	53.4	94.0	0.9	99.3	41.2	66.2	5.7	94.3	53.8	87.1	1.7	98.8	42.6	65.1	7.7	92.9
68									47.1	87.0	1.5	98.5	39.7	65.1	5.9	93.6
69									48.7	86.8	1.5	98.6	41.5	65.2	6.0	94.2
70									49.8	86.1	1.2	99.0	41.7	64.6	5.8	94.6
71									47.3	87.0	1.8	98.2	39.3	65.0	6.2	93.1
72									46.4	82.2	1.5	98.6	39.6	64.5	6.3	93.2
73									48.2	84.4	1.7	98.4	39.6	64.6	6.2	93.3
74									48.5	86.0	2.5	97.7	39.3	65.0	7.0	92.1
75									42.1	82.0	2.1	97.5	36.4	65.3	6.3	91.5
Yht.	60.2	95.0	0.7	99.6	46.2	68.2	7.2	94.4	47.7	85.2	1.6	98.5	40.9	65.2	6.8	93.1



Kaavio 2. Raajärven kaivoksen murskaus- ja rikastekaavio.
Scheme 2. The flowsheet of Raajärvi concentrator.

hienomurskaamoon, jossa murskaus tapahtui kahdes-
sa vaiheessa. Murskausvaiheiden välissä suoritettiin
myös seulonta ja magneettinen separointi. Malmi va-
rastoitettiin ulkovarastoon, josta tapahtui syöttö rikas-
tamoon. Ulkovarastoinnin onnistumiseksi suoritettiin
seulonta pesuseulontana ja syntynyt hieno aines
pumpattiin suoraan rikastamon jauhatuspiiriin. Koke-
mukset ulkovaraston käytöstä näinkin pohjoisessa oli-
vat erittäin myönteisiä.

Rikastamolla malmi jauhettiin tanko- ja kuulamylly-
lyissä hienouuteen 50%—200 mesh. Märkämagneetti-
nen etuseparointi tapahtui tankomyllyjauhatuksen
jälkeen ja hienoseparointi kuulamyllyjauhatuksen
jälkeen. Suodatettu rikaste varastoitettiin ulos. Rikas-
teen kuivatus tapahtui ainoastaan talvella, jolla toi-
menpiteellä varmistettiin rikastekuljetukset myös
talvella.

Taulukossa 2 on esitetty toiminta-ajan pitoisuudet
ja saannit eri vuosina. Näistä nähdään, että luvut
ovat jonkin verran pienemmät kuin vastaavat luvut
Kärväsvaarassa. Kuitenkin Raajärven rikastamon
toimintaa voidaan pitää hyvänä.

Henkilökunta ja asutoksymys.

Tuotantoaikoina kaivoksien henkilökuntamäärät
vaihtelivat jonkin verran ollen Kärväsvaarassa keski-
määrin 80 ja Raajärvellä 180. Työntekijät olivat suu-
rimmaksi osaksi paikallista tai lähikunnista tullutta
väestöä, joka koulutettiin yhtiön toimesta. Toimihen-
kilöt, joita oli noin 15% kokonaisuudesta, olivat

yleensä muualta yhtiön palvelukseen siirtyneitä.

Kaivosten lyhytikäisyydestä johtuen asuntojen ra-
kentaminen rajoitettiin kaikkein välttämättömimpään.
Perheasuntoja rakennettiin Kärväsvaaraan 4 ja Raajä-
rvelle 33. Kaikille työntekijöille oli varattu yhteis-
majoitustilat. Lisäksi rakennettiin alueille ruokala- ja
saunarakennukset ym. sosiaaliset tilat.

Mitä kaivostoiminnan loputtua.

Kärväsvaaran kaivos lopetti toimintansa vuonna
1967. Tällöin henkilökunta siirtyi pääosin Raajärven
kaivokselle, ja osa muiden palvelukseen. Kärväsvaaran
koneet ja laitteet purettiin ja siirrettiin yhtiön
muille toimipaikoille tai myytiin. Sinne rakennetut
perheasunnot jäivät tyhjilleen, koska niille ei löydetty
käyttöä. Kevyet rakennukset siirrettiin pääasiassa
yhtiön malminetsinnän tutkimusalueille. Teollisuus-
rakennukset palvelevat varastorakennuksina.

Raajärven toiminnan loppuminen ajoittui hyvin
Rautuvaaran kaivoksen käyntiin lähtöön. Kaivoksen
koneistot siirrettiin etupäässä Rautuvaaraan, pieni
osa meni Otanmäkeen ja osa varastoitettiin Raajärvellä
odottamaan myöhempää käyttöä. Pääosa Raajärven
henkilökunnasta siirtyi alkaville Rautuvaaran ja Mus-
tavaaran kaivoksille ja muutamia muille yhtiön toimi-
paikoille sekä kokonaan pois yhtiön palveluksesta.

Raajärven kaivosyhdyskunta ei kuitenkaan autioi-
tunut kaivostoiminnan päättymisen myötä kuten Kärvä-
svaara, sillä Raajärvellä jatketaan toimintaa yhtiön
eri laitosten yhteisenä varaosavalmistamona ja kor-
jauspajana. Henkilökuntaa Raajärvellä on tällä het-
kellä 50 työntekijää ja toimihenkilöä, pääosan muo-
dostuessa Raajärven kaivoksen korjaamon henkilö-
kunnasta, ja toiminta on laajentumassa. Kuitenkin
vasta tulevaisuus näyttää, miten Raajärven jatko-
käyttösuunnitelmat ovat onnistuneet: Tällä hetkellä
ainakin näyttää siltä, että tällainen ratkaisu on ollut
oikea.

SUMMARY

MINING IN MISI IRON ORE DISTRICT IN 1958—1975

The Misi iron ore district is located in northern Finland
nearby the polar circle, about 80 km east of Rovaniemi.
Otanmäki Oy, later fused to Rautaruukki Oy, has opera-
ted there two iron ore mines, Kärväsvaara 1958—1967 and
Raajärvi 1961—1975. Total ore production was 1.1 mill. tons
at Kärväsvaara and 6.1 mill. tons at Raajärvi. The mines
were closed due to the depletion at ore reserves.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Westerlund, P., Nuutilainen, J., Hermonen, O., Autio, M., Vuoriteollisuus — Bergshanteringen. 22. (1964/2) s. 27—38.
2. Westerlund, P., Nuutilainen, J., Siirama, E., ibid 26 (1968/2) s. 20—27.

Outokumpu Oy:n Kylmäkosken kaivoksen geologiasta

Apul.prof. Heikki Papunen, Turun Yliopisto, geologian ja mineralogian laitos

JOHDANTO

V. 1962 malminetsintäkilpailussa saadun lohkarenäytteen perusteella löytyi Kylmäkosken Taipaleen kylästä kiisupitoinen peridotiitti-intruusio. Outokumpu Oy:n malminetsintöastaston suorittamien geofysikaalisten mitausten ja syväkairauksen perusteella massa todettiin n. 200 m pituiseksi ja parhaimmillaan 80 m levyiseksi alaspäin kapenevaksi laataksi. Syksyllä 1963 maist. R. Himmin tekemän malmiarvion perusteella se sisälsi *in situ* 515.000 tonnia malmaa, joka sisälsi 0,48 % Cu ja 0,55 % Ni ja näinollen voidaan laskea kokonaismetallisällöksi 2470 tonnia kuparia ja 2830 tonnia nikkeliä.

Outokumpu Oy teki kaivostoiminnan aloituksesta päätöksen 1970 ja vuoden 1971 tammikuussa päästiin maanpoiston jälkeen valmistaviin louhintatöihin kärsiksi. Syväkairausta täydennettiin vielä v. 1970 niin että saatiin malmin riittävä kuva myös maanalaisen louhintatyön suunnittelua varten. Malmin louhinta päättyi lokakuussa 1974, jolloin oli kaikkiaan louhittu 689.616 tonnia malmaa (Taulukko I).

Taulukko I Kylmäkosken kaivoksen tuotantolukuja (tonneina)

Table I Production of Kylmäkoski mine (tons)

vuosi	louhittu		Ni-rikas- teen Ni-sisältö	Cu-rikas- teen Cu-sisältö
	yht. kiveä	malmaa		
1971	214 697	130 966	201	108
1972	245 146	215 470	455	226
1973	206 032	169 850	473	195
1974	173 711	173 330	700	50
	839 586	689 616	1829	579

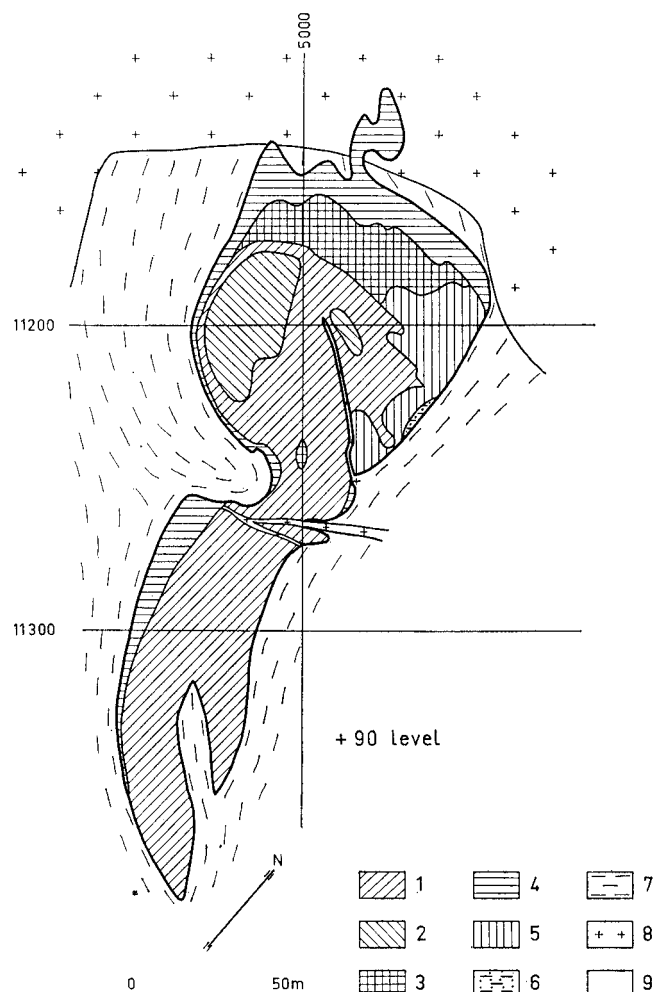
rikastetta tuotettu yhteensä: nikkelirikastetta 32 627
kuparikastetta 2 341

GEOLOGIASTA

Ympäristö

Kylmäkosken ultramafinen intruusio sijaitsee ns. Pori-Kylmäkoski vyöhykkeellä, jota on pidetty nikkelimalmien suhteen kriittisenä, koska samalle vyöhykkeelle sattuvat Kylmäkosken lisäksi mm. Vammalan Stormin esiintymät, Sääksjärvi, Harjunpää sekä monet Porin-Ahlaisten alueen pienet kiisuuntuneet mafiset intruusiot. Koko vyöhykettä luonnehtii eri asteiset migmatiittiset kivilajit ja joistakin paremmin säilyneistä osista voidaan vielä tunnistaa primääriset sedimenttiset tai vulkaaniset rakenteet. Kivilajiseurue lienee alkuperäl-

tään rinnastettavissa Tampereen hyvin säilyneeseen liuskevyyhykkeeseen, mutta on metamorfoitunut syvemmällä ja sentakia primääriset rakennepiirteet ovat häipyneet. Grano- ja kvartsidioriittiset syväkivi-intruusiot ja niihin liittyvät hornblendiittipahkut esiintyvät koko vyöhykkeellä migmatiittituneita gneissejä leikkaavasti. Monet piirteet osoittavat nikkelimalmikirittisten ultramafisten intruusioiden olleen mukana alueellisessa metamorfoosissa ja ne ovat selvästi vanhempia kuin em. kvartsi- ja granodioriittiset intruusiot.



Kuva 1 a. Kylmäkosken kaivoksen maanpintatason geologinen kartta. 1. Peridotiitti 2. Palloperidotiitti 3. Perknitti 4. Hornblendiitti 5. Kummingtoniittikivi 6. Gabro 7. Migmatiittitunut kiillegneissi 8. Kvartsidioriitti 9. Ultramafinen kivi yleensä (poikkileikkauksessa)

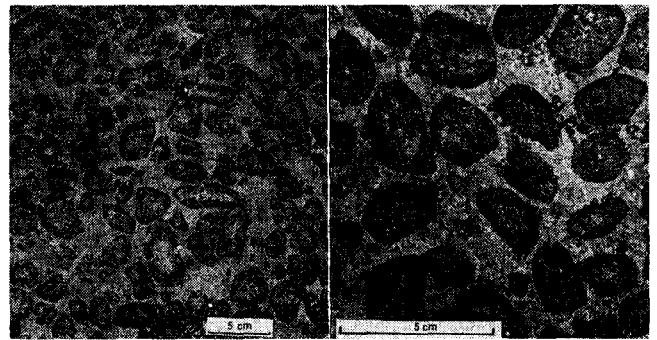
Fig. 1 a. Geological map of the surface level of the Kylmäkoski mine. 1. Peridotite, 2. Orbicular peridotite, 3. Perknite, 4. Hornblende, 5. Cummingtonite rock, 6. Gabbro, 7. Migmatized mica gneiss, 8. Quartz diorite, 9. Ultramafic body in cross-section (Fig. 1 b).

Kivilajit

Kylmäkosken ultramafisen massiivin etelä- ja keski-osissa sivukivenä on migmatiittitunut kiillegneissi, jonka suhteen kontaktit ovat verraten konformit. Sensijaan pohjoisosassa massiivi rajoittuu leikkaavan kvartsidioriittiin, jota myös tavataan juonina massiivin sisällä. Kvartsidioriitin kontaktit ovat suoraviivaiset ja kulmikkaat, sensijaan migmatiittisen kiillegneissin sisällä massiivin kontaktisuunnat ja muodot vaihtelevat yllätyksellisesti noudatellen migmatiitin epä-säännöllistä suuntausta (kuva 1).

Pääkivilajina on peridotiitti, joka massiivin kummasakin päässä vaihtuu perkiiniin kautta hornblendiitiksi. Massiivin leveämmän pohjoispään alaosassa, jossa kvartsidioriitti on välittömästi ultramafisen massan alla, esiintyy kummingtoniittikiveä. Mikroskooppisten rakenteittensa perusteella se ilmeisesti on pyrokseeniin muuttumistulosta. Sarvivälkegabroa ja dioriittia esiintyy kummingtoniittikiven yhteydessä pienellä alueella massiivin itäkontaktin läheisyydessä. Erityisesti gabro on paikoin hyvin grafiittirikasta (kuva 5).

Peridotiitista on kaksi muunnosta, tasarakenteinen ja ns. "palloperidotiitti", jossa serpentiiniytyneet oliivinirakeet esiintyvät 1–5 cm kokoisina aggregaateina (kuva 2). Niissä on satunnaisesti oliivinin kidemuotoa havaittavissa ja yleensä ne ovat kehärakenteisia niin että aggregaatin keskustassa on orto- ja klinopyrok-



Kuva 2. Eri tyyppisiä palloperidotiitteja. 2 A:ssa näkyvissä kehärakenteisia palloja, 2 B:ssä oliivinin kidemuodon omaavia aggregaatteja. Musta on serpentiiniytyntä oliiviinia, harmaa on pyrokseenia ja amfibolia.

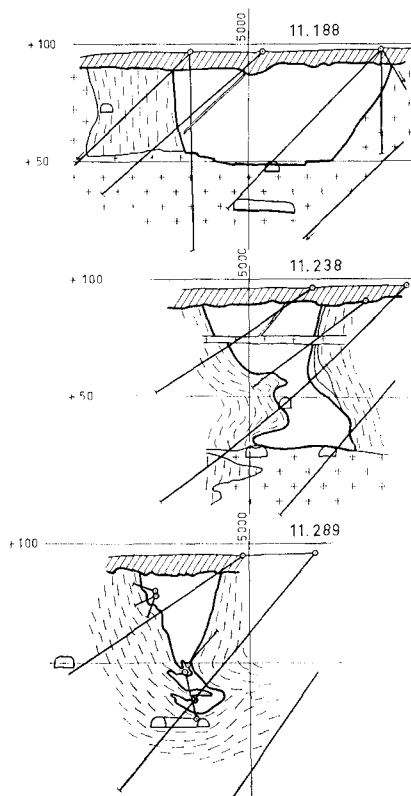
Fig. 2. Different types of orbicular peridotite. Zonal orbicules in Fig. 2 a., in Fig. 2 b. the crystal forms of olivine are visible in some aggregates. Serpentinized olivine is black and pyroxenes and amphiboles grey.

seena sekä sarvivälkettä, sen ympärillä oliiviniin muodostunut kehä ja "perusmassa" on taas muodostunut pyrokseeniin, ruskeasta sarvivälkkeestä sekä pienistä oliivinirakeista. Perusmassan oliiviini on aina hiukan rautarikkaampaa kuin palloissa tai aggregaateissa. Tasarakenteinen peridotiitti ei mineraalikoostumukseltaan poikkea palloperidotiitista, mutta rakenteen lisäksi erottavana tekijänä on hivenen korkeampi SiO_2 -pitoisuus ja vastaavasti alempi MgO -pitoisuus. Pallorakenteinen peridotiitti on siis tämän kivilajisarjan mafisin jäsen.

Oliivinin serpentiiniytyminen, sekundäärinen tavallisesti vihertävän tai värittömän amfibolin muodostus pyrokseeniin sekä hirtovähytyksissä tapahtunut kloriittituuminen ovat selvimmät metamorfoosista kertovat muuttumisilmiöt. Leikkaavien pegmatiitti- ja kvartsidioriittijuonien kontaktissa peridotiittia vastaan esiintyy reaktiosaumana kloriittia, antofylliittia ja talkkia. Paikoin pegmatiittijuoniverkosto aiheuttaa reaktiosaumoinen tyyppillisen "jäälauttarakenteen", joka on tuttu mm. Kotalahden ja Hituran peridotiiteista. Leikkaavat pegmatiitit vastaavat koostumukseltaan ympäröivän migmatiitin neosomia. Gabrossa ja dioriitissa on tummina mineraaleina sarvivälkettä ja biotiittia ja erityisesti dioriitissa on massiivin kontaktin läheisyydessä valkoista hienorakeista kvartssia muuttamien cm kokoisina kyhmyinä. Sivukivenä olevassa migmatiitissa on tavattu liuskeisuuden suuntaisina osueina homogeenisiä gabromaisia amfiboliitteja. Nämä ovat ilmeisesti kuitenkin alkuperältään erilaisia kuin ultramafiseen massiiviin kuuluvat gabrot, sillä massamaisten amfiboliittien sarvivälkkeen nikkelipitoisuus on selvästi pienempi kuin ultramafiseen massiiviin kuuluvissa kivissä.

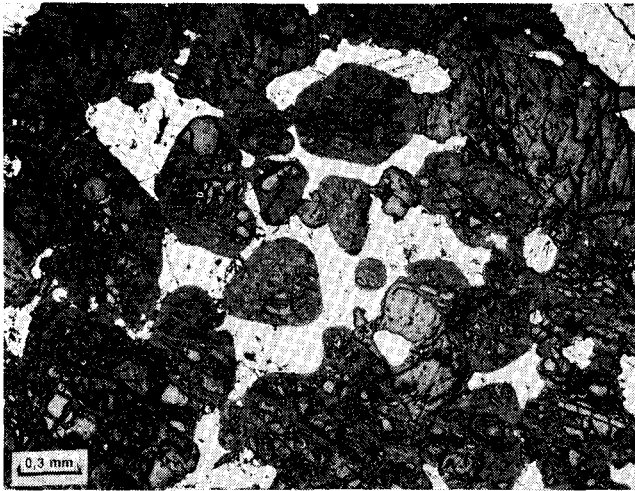
Malmityypit

Kiisujen esiintymistavan perusteella voidaan erottaa pirotomalmit, breksiamalmit ja kompaktit malmijuonet. Peridotiiteissa pirotteet ovat tyypiltään interstiaalisia (kuva 3) ts. ne täyttävät varhain kiteytyneiden omamuotoisten silikaattien välitiloja. Runsaimmil-



Kuva 1b. Kolme poikkileikkausta Kylmäkosken ultramafisesta intruusiosta. Merkit kuten 1 A:ssa.

Fig. 1 b. Three cross sections of the Kylmäkoski ultramafic body. Legend as in Fig. 1 a.



Kuva 3. Interstitiaalinen kiisupirote peridotiitissa. Valkoinen on kiisuainesta, harmaa on silikaattia: serpentiiniytynyttä oliviinia ja pyrokseenia.

Fig. 3. Interstitial sulfide dissemination in peridotite. Sulfides are white, silicates, pyroxene and olivine are grey.

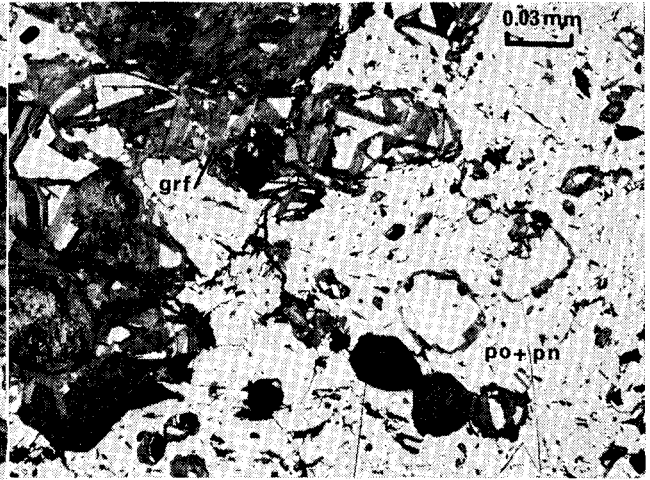
laan kiisu voi muodostaa yhtenäisen verkon silikaattimineraalien väliin, niinkuin oli juuri siinä "Moukolan lohkaressa", jonka perusteella esiintymä löydettiin. Palloperidotiitissa kiisut ovat karkearakeisia ja esiintyvät lähes yksinomaan pallojen välisessä perusmassassa, pallojen sisällä kiisua on vain satunnaisesti. Sarvivälkepitöisissä kivilajeissa, perkniiteissä, gabroissa ja dioriiteissa sulfidit joskus esiintyvät sarvivälkkeen sisällä pyöreinä pisaroina osoittaen kiisujen kiteytyneen sulasta ennen sarvivälkettä. Hornblendiitissa kiisua on tavattu vain hyvin pienissä määrin, samoin perkniitit ovat kiisuköyhiä. Sensijaan kummingtoniittikivessä kiisuja on runsaasti ja ne esiintyvät repaleisina, osittain erittäin hienojakoisina rakeina (kuva 4).

Breksiamalmeja on tavattu pieninä pesäkkeinä pääasiassa kummingtoniittikiven yhteydessä sekä erityisesti massiivin pohjakontakteissa migmatiittista sivukiveä vastaan. Tällöin breksiamalmiverkosto saattaa



Kuva 4. Repaleista kuparikiisu-, pentlandiitti- ja magneetti-kiisupirotetta (valkoinen) kummingtoniittikivessä.

Fig. 4. Irregular chalcopyrite-pyrrhotite-pentlandite impregnation (white) in cummingtonite rock.



Kuva 5. Grafiittirikas breksiamalmin kohta gabrossa (grf = grafiitti)

Fig. 5. Graphite-rich breccia ore in gabbro (grf = graphite).

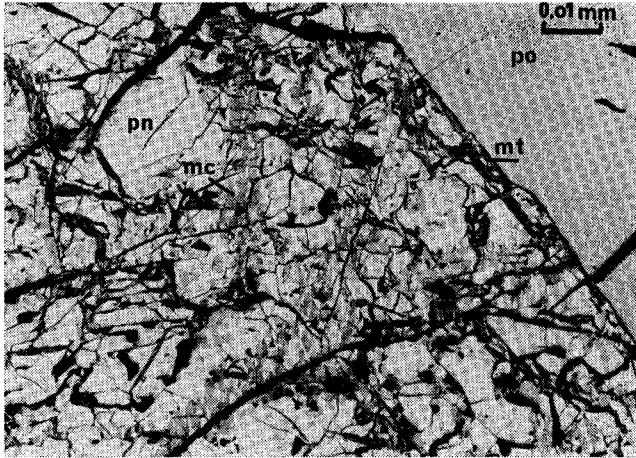
ulottua muutamia metrejä sivukivenä olevan migmatiitin puolelle.

Massiiviset kompaktit malmijuonet olivat parhaimmillaan n. 20 cm leveitä ja niitä voi seurata jopa 10 m matkan. Juonen reunoilla olevat kloriittilustapinnat osoittavat juonen syntyneen hiertoraon täytteeksi siinä vaiheessa, kun kivi muuten oli jo kiteytynyt. Kompakteissa malmijuonissa eri malmimineraalien suhteelliset osuudet vaihtelevat niin, että paikoin on lähes puhtaita kuparikiisujuonia, kun taas toisaalla on magneettikiisu päämineraalina. Yleensä kuparikiisu suosii juonen kapenevaa kärkiosaa. Tällaisen malmijuonen jatkeelta voi löytää joko kvartsi- tai pegmatiittijuonen ja joskus sulfidimineraaliseurue vaihtuu juonessa lateraalisesti nikkeliarsenidimineralisaatioksi.

Vaikka kiisun jakautuminen malmissa onkin erittäin epätasaista, voidaan yleispiirteensä todeta pohjaosien olevan selvästi kiisurikkaampaa. Tämä piirre tulee esille myös tuotantoluvuissa (taulukko I), sillä viimeisessä vaiheessa maan alta louhitut malmin osat tuottivat sängen runsaasti nikkeliirikastetta.

Malmimineraalit

Malmimineraaleista tärkeimmät ovat magneettikiisu, pentlandiitti ja kuparikiisu sekä kuparirikkaissa mineraalisaatioissa kubaniitti, joka muodostaa tyypillisiä suotautumislamelleja kuparikiisuun tai esiintyy täysin itsenäisinä rakeina niissä malmityypeissä, joissa kuparikiisua ei ole lainkaan. Magneettikiisu on pääasiassa heksagonista, joskin satunnaisesti tavattiin breksiamalmeissa myös monokliinista, magneettista magneettikiisua liekkimäisinä rakeina heksagonisessa magneettikiisussa. Magneettikiisun Co-pitoisuus on keskimäärin 0.02 % ja Ni 0.34 %. Pentlandiitin Fe-Ni suhde vaihtelee sängen pienissä rajoissa ja se on likimain 1. Yleispiirteensä voidaan todeta, että palloperidotiitissa oleva pentlandiitti on kuitenkin rautarikkaampaa. Pentlandiitin Co-pitoisuuden keskiarvo on 1.33 %.



Kuva 6. Mackinawiitti (mc) ja magnetiitti (mt) syrjäyttävät pentlandiittia (pn), (po = magnetikiisua).

Fig. 6. Mackinawite (mc) and magnetite (mt) replacing pentlandite (pn); po = pyrrhotite.

Serpentiniytyneissä peridotiiteissa on mackinawiitti osittain syrjäyttänyt pentlandiittia (kuva 6) ja mackinawiittia tavataan yhdessä satunnaisen valleriitin kanssa myös oliviinin serpentiinipseudomorfooseissa ohuina suonina entisten oliviinin lohkorakojen mukaisesti (kuva 9). Magnetiittia esiintyy sekä primäärisenä että myös serpentiniytymisprosessiin liittyen sekundaarisena (kuva 8). Aksessorisista sulfideista mainittakoon em. mackinawiitin ja valleriitin lisäksi sinkkivälke, hopeapentlandiitti, molybdeenihohde, gersdorffiitti ja kobolttihohde. Pyriitti on hapettuneessa pintavyöhykkeessä tavallinen mineraali. Eräissä ruhevyöhykkeissä, joissa isäntäkivi on täysin kloriittitunut, esiintyy kompaktina juonena tai pirotteena nikkeliarsenideja: nikkeliiniä, maucheriittia ja gersdorffiittia sekä myös kobolttihohdetta. Samaan mineraaliseurueeseen kuuluvat aksessorisina kuparikiisu, hopeapentlandiitti, lyijyhohde, wehriitti sekä Pt- ja Pd-mineraalit. Geneettisesti tämä Ni-arsenidimineralisaatio liittyy leikkaavien kvartsidioriittijuonien paikalleen asettumiseen ja osa mineralisaation aineksista (As, Bi, Pb) lienee tästä salisesta intruusiosta peräisin.

MALMIN KOOSTUMUSVAIHTELUSTA

Pirotteisen malmityypin nikkeli-pitoisuus on korkeimmillaan palloperidotiiteissa (Taulukko II) ja alimmillaan hornblenditiissa. Sulfidifaasin metallipitoisuudet on laskettu olettaen rikkipitoisuudeksi 38 %, mikä lie- neekin suhteellisen vakio, sillä rikkimäärän muuttumisesta indikoiva magneettikiisun Fe-S-suhde vaihtelee vain hyvin kapeissa rajoissa. Sulfidifaasin kupari- määrä on korkea juuri kontaktibreksiamalmeissa, joissa magneettikiisu saattaa monin paikoin puuttua kokonaan.

Taulukossa II on esitetty myös sulfidifaasin keski- määräinen koostumus, joka on laskettu 281 analysoidun näytteen perusteella. Keskiarvon Cu, Co, Zn ja Pb ovat korkeammat kuin eri tyyppisissä pirotmalmeissa, mikä ilmeisesti johtuu näiden ainesten konsentroitumisesta breksioihin, juoniin ja nikkeliarsenidiminerali-

Taulukko II. Sulfidifaasin koostumus *) eri malmityy- peissä (%)

Table II. Sulphide phase composition in different ore types (%).

	Ni	Cu	Co	Zn	Pb	Ag
Pirottemalmi						
palloperidotiitti	7.07	3.74	0.39	0.094	0.050	
tasarak. peridotiitti	6.69	3.52	0.33	0.084	0.043	
kummingtoniittikivi	5.22	2.98	0.25	0.052	0.029	
perkiniitti ja pyroksen.	5.20	3.74	0.31	0.050	0.032	
hornblendiitti	4.98	2.91	0.25	0.062	0.035	
Kontaktibreksiamalmi	4.59	22.7	0.18	0.192	0.046	
Keskiarvo (**)	6.37	4.78	0.46	0.143	0.081	0.006

*) sulfidifaasin koostumus laskettu olettaen rikkipitoisuudeksi 38 %.

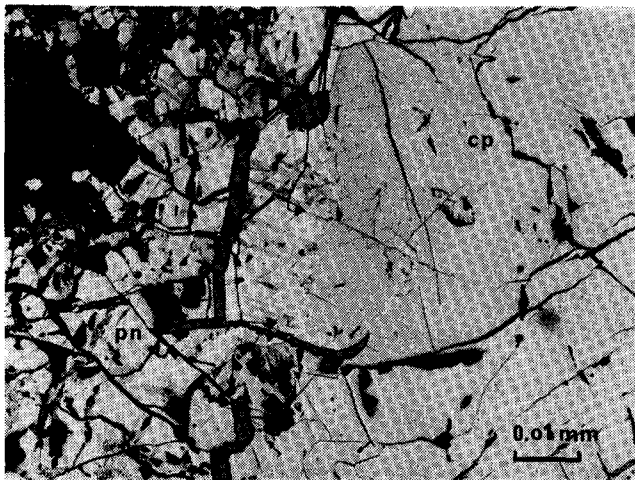
**) laskettu 281 analysoidusta näytteestä, joiden keski- määräinen rikkipitoisuus oli 1.53 %.

saatioihin, ts. malmaiinoksen viimeksi mobilisoituneeseen faasiin. Vaikka hopeapitoisuus onkin keskimäärin vain muutamia ppm:iä analysoiduissa näytteissä, muodostaa se kuitenkin oman mineraalin, hopeapentlandiitin, joka on mikroskooppisesti melko helposti löydetävissä kuparirikkaista malmin osista.

Muutamien platinametallimääritysten perusteella peridotiitinäytteissä oli 10 ppb (= mg/ton) suuruus- luokkaa oleva Pt-pitoisuus ja Pt/(Pt+Pd) suhde oli n. 0.7—0.9. Muissa kivilajityypeissä pitoisuudet olivat yleensä tätä pienempiä. Sensijaan nikkeliarsenidipitois- sissa kloriittisöoreissä saattoi olla jopa 400 ppb Pt ja 1000 ppb Pd ja Pt-Pd suhde siis päinvastainen kuin peridotiitissa. Nikkeliarsenidimineraalisaatiosta on myös pinta-alueista todettu Pt ja Pd mineraaleja.

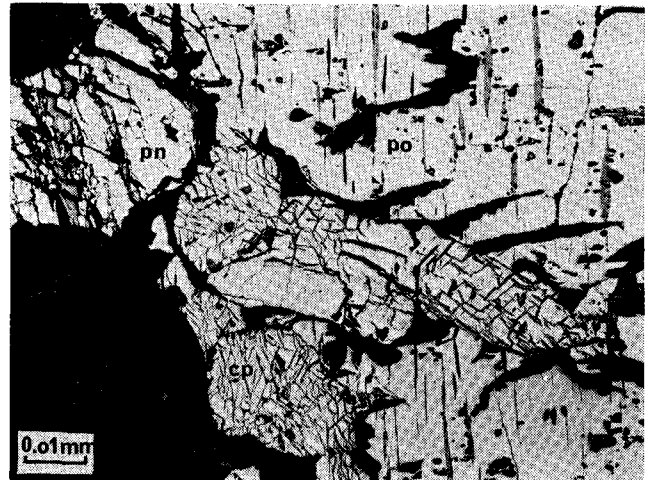
MALMIN TEKNISEEN KÄYTTÖÖN VAIKUTTANEITA GEOLOGISIA ERIKOISPIIRTEITÄ

Maanpoiston jälkeen todettiin kallion pinnan juuri peridotiittimassivien kohdalla olevan erittäin rikkonai- sen ja epätasaisen. Suurimmat reliefierot olivat usei- den metrien suuruusluokkaa. Kun vielä ensimmäisen louhintapenkereen alaosassa todettiin rakoja, jotka oli- vat saven ja hiesun täyttämiä, oli selvää, että savista irtomaata ei kallion pinnasta voitu kokonaan poistaa ja se olikin vaikeuttamassa rikastusprosessin käynti-panoa ensimmäisen penkereen louhinta-aikana. Malmin pintaosissa esiintyi myös mikroskooppisesti havaitta- via rapautumisilmioita: sekundaarisen pyriitin ja rauta- oksidien muodostusta sekä bravoittituumista ja viola- riittituumista pentlandiitin lohkorajoissa. Koko muo- dostumassa esiintyi serpentiiniytyneissä peridotiiteissa luonteenomaisena mikrorakenteena ohuet magnetiitti- lamellit sulfideissa (kuva 8), magneettikiisussa, kupari- kiisussa ja varsinkin pentlandiitissa. Tämän serpen- tiiniytymiseen liittyvän rakennepiirteen lisäksi perido- tiiteissa kuparikiisu ja pentlandiitti muodostivat erit- täin hienorakeisia keskinäisiä suotautumISRakenteita (kuva 7) ja tästä syystä Ni- ja Cu-rikasteiden erottami- nen oli osittain hyvin vaikeaa. Avolouhoksen puitteissa



Kuva 7. Pentlandiitin (pn) ja kuparikiisun (cp) yhteenkasvettuma (kuvan keskellä)

Fig. 7. Intergrowth of pentlandite (pn) and chalcopyrite (cp) (in the middle of the photo).



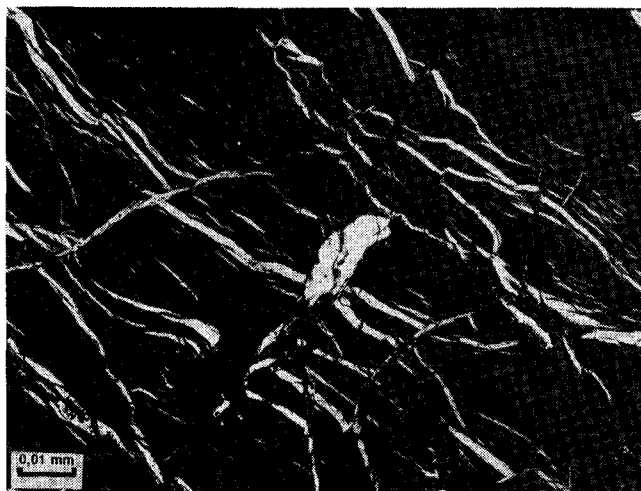
Kuva 8. Magnetiittia (harmaa) lohkorakojen täyteenä kiisuissa (po = magneetikiisu, pn = pentlandiitti, cp = kuparikiisu)

Fig. 8. Magnetite (grey) fills the cleavage-cracks of sulfides (po = pyrrhotite, cp = chalcopyrite, pn = pentlandite).

kiisuaineksen esiintyminen oli sangen epähomogeenista. Runsaspirotteisen peridotiitin keskellä saattoi olla täysin kiisuttomia kymmenien tai satojen m³ osueita tai päinvastoin kiisu"pilviä" ilmestyi kiveen näennäisesti ilman mitään geologista kontrollia. Niinpä kairaustiedoista saatiin vain suuntaa-antavia viitteitä malmin rajojen määrittämiseen. Avolouhinnan aikana olikin kiven pitoisuusvaihtelua seurattava jatkuvasti ja jokaisen ammunnan jälkeen määritettävä irroitettussa kiviaineksessa rikastettavan ja annotoman kiven osuudet. Kiisujen epätasaisen esiintymisen takia suoritettiin maanalaista louhintaa valmisteltaessa vielä soijaporaus louhittavien tilojen rajaamiseksi. Vaikka malmin pintaosissa kivi olikin runsaiden rakojen takia sangen rikonaista ja sen johdosta tapahtui pieniä avolouhoksen

seinämien sortumisia, kestivät maanalaiset louhokset niin, että arvioitu malmimäärä saatiin louhittua. Aikamoista haittaa louhinnassa aiheuttivat useiden metrienkin vahvuiset kvartsidioriittijuonet, joista erityisesti massiivin pohjoispäässä loivakaarteisena esiintynyt juoni sattui sopivasti kairausprofiilien väliin ja ilmestyi vasta avolouhosvaiheessa yllättäen lähes puolen pengerkorkeuden vahvuuisena laattana.

Pienissä piirteissä intruusion muoto osoittautui sangen vaihtelevaksi erityisesti massiivin keski- ja eteläosissa, jossa migmatiitti oli sivukivenä. Kuitenkin voidaan todeta, että ennakoarvio piti kohtalaisen hyvin paikkansa ja poikkeamat malmin muodon, rakenteen ja pitoisuuksien suhteen kokonaisuuden puitteissa kumosivat toisensa.



Kuva 9. Mackinawiittia (valkoinen) ohuina suonina serpentiinissä (harmaa).

Fig. 9. Mackinawite (white) in serpentine (grey).

SUMMARY

ON THE GEOLOGY OF THE KYLMÄKOSKI MINE

The reserves of the Kylmäkoski Ni-Cu ore were estimated at 515,000 tons with 0.48 % Cu and 0.55 % Ni. The mining operations began 1971 and ended 1974. The host ultramafic body was composed in addition of prevailing peridotite also of pyroxenite, perknite, hornblendite, cummingtonite rock and minor gabbro and diorite rock types. Peridotite was mainly equigranular and weakly serpentinized, but also a peculiar orbicular variety of peridotite existed in the middle of the body. Textural and structural features indicate pre-metamorphic emplacement of the body. Sulfide minerals, pentlandite, pyrrhotite, chalcopyrite and cubanite occurred mainly disseminated in peridotite but also small brecciated and vein ores were encountered. A rare mineral paragenesis existed in some chlorite shear zones with niccolite, maucherite and gersdorffite. Also the platinum-group metals were concentrated in these arsenide veins. The disseminated ore types had decreasing nickel and copper contents of the sulphide phase with increasing tenor of silica of the host rock.

Moreenin kvartsirakeiden pyöristyneisyys Hämeenlinnan alueella

Fil.lis. Marjatta Perttunen, Geologinen tutkimuslaitos

Tutkimuksessa mitattiin moreenin karkeahiekka-
lajitteen kvartsirakeiden pyöristyneisyyttä puolalai-
sella graniformametrilla /2/ (kuva 1). Kvartsi sovel-
tuu kovuutensa ja yleisyytensä vuoksi erittäin hyvin
osoittamaan kulumisen astetta. Aikaisemmin Suo-
messä ovat käyttäneet tätä laitetta Seppälä /9, 10/,
Glückert /1/ ja Mansikkaniemi /4, 5, 6/, tutkimus-
kohteina lähinnä tuulikerrostumat, jäätikkökiker-
rostumat ja rantakerrostumat. Laite soveltuu hyvin
myös mm. betonisora-aineksen kvartsirakeiden pyö-
ristyneisyysasteen mittaukseen. Laitteella voidaan mi-
tata rakeita, joiden läpimitta on 0.5—10 mm. Yhtä
näytettä kohti käytetään n. 100 kvartsirakeita. Koe

suoritetaan kaksi kertaa/näyte. Yhtä näytettä kohti
kuluu aikaa n. 20 min. Nopeuden ohella laitteen hy-
vänä puolena voidaan pitää tulosten objektiivisuutta.

Mitatuista tuloksista lasketaan kaksi parametria,
jotka Krygowski /2/ on määrittänyt laitteelle. Ne ovat

kulumisindeksi

$$W_0 = 2400 - \frac{\sum (n \cdot k) \cdot 100}{N}$$

jossa 2400 = vakio

n = rakeiden lukumäärä kulmaluokassa (esim.
0°-2°, 2°-4°, jne.)

k = kulmaluokan keskikulma (esim. 1°, 3°, jne.)

N = näytteen rakeiden lukumäärä, ja

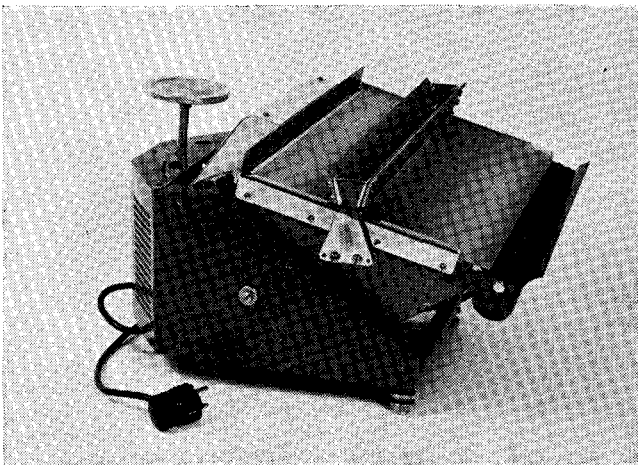
heterogeenisyysindeksi

$$Nm = Q_3 - Q_1$$

jossa Q_3 = kulma, jossa 75 % rakeista on vierinyt

Q_1 = kulma, jossa 25 % rakeista on vierinyt

W_0 -arvo on sitä suurempi, mitä suurempi on rakei-
den pyöristyneisyys. Taulukossa 1 on esitetty W_0 -
arvoja vastaavat keskiarvokulmaluokat ja kulumis-
tyypit /2/.



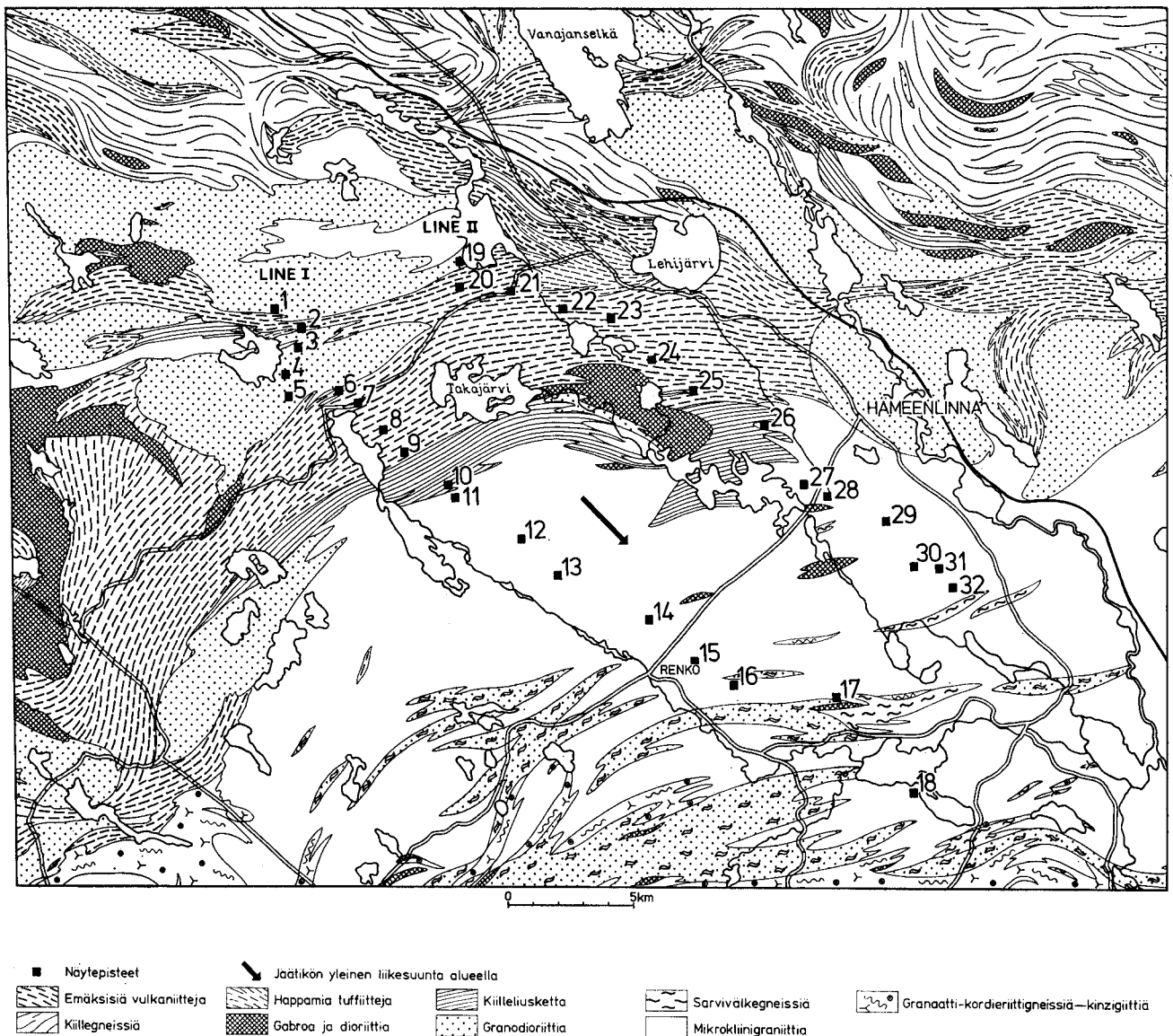
Kuva 1. Mekaaninen graniformametri. Laitteen tärkeimmät
rakennneosat ovat himmeäpintainen lasilevy ja sen päällä 2
työntäjää. Mittauksessa kvartsirakeet asetetaan alimman
työntäjän eteen, joka työntää ne ylös, ylimmäinen työntäjä
työntää ne alas. Lasilevyn kaltevuutta voidaan siirtää kul-
missa 0—32°. Rakeiden pyöristyneisyysasteesta riippuen
kvartsirakeet putoavat kouruun eri kaltevuuskulmissa. Mitä
kulumikkaampi rae on, sitä suuremman kulman se tarvitsee
pudotukseen. Valokuva E. Halme.

Fig. 1. The graniformameter.

W_0	Kulumistyyppit			
0-400	24°	ei kulutusta	α	
	22°			
	20°			α_1 very angular
600-800	18°		α_2 angular	
	16°			
1000-1200	14°	lievää kulutusta	β	
	12°			β_1 subangular
1400-1600	10°	selvää kulutusta	β_2 subrounded	
	8°			
1800-2000	6°	voimakasta kulutusta	γ	
	4°			γ_1 rounded
	2°			γ_2 well rounded
0°				

Taulukko 1. W_0 -arvoja vastaavat keskiarvokulmaluokat ja
kulumistyyppit.

Table 1. Mean angle classes and abrasion types of values
of W_0 .



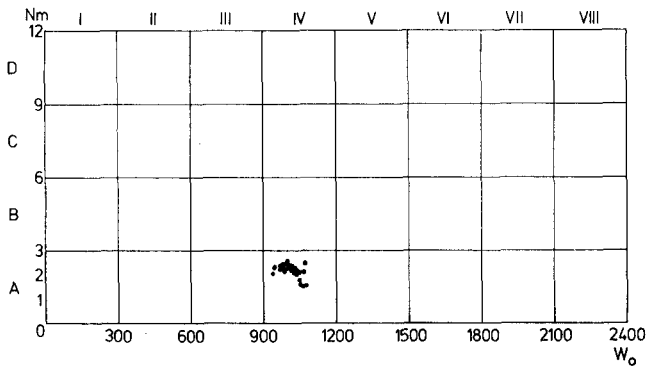
Kuva 2. Tutkimusalue. Yleistetty kallioperäkarta Simosen /11/ ja Matiston /7,8/ 1:100 000 mittakaavaisten kallioperäkartojen mukaan.

Fig. 2. The study area. Simplified bedrock map after Simonen /11/ and Matisto /7,8/.

Nm-arvo on sitä suurempi mitä suurempi on rakeiden pyörityneisyydessä esiintyvä heterogeenisyys.

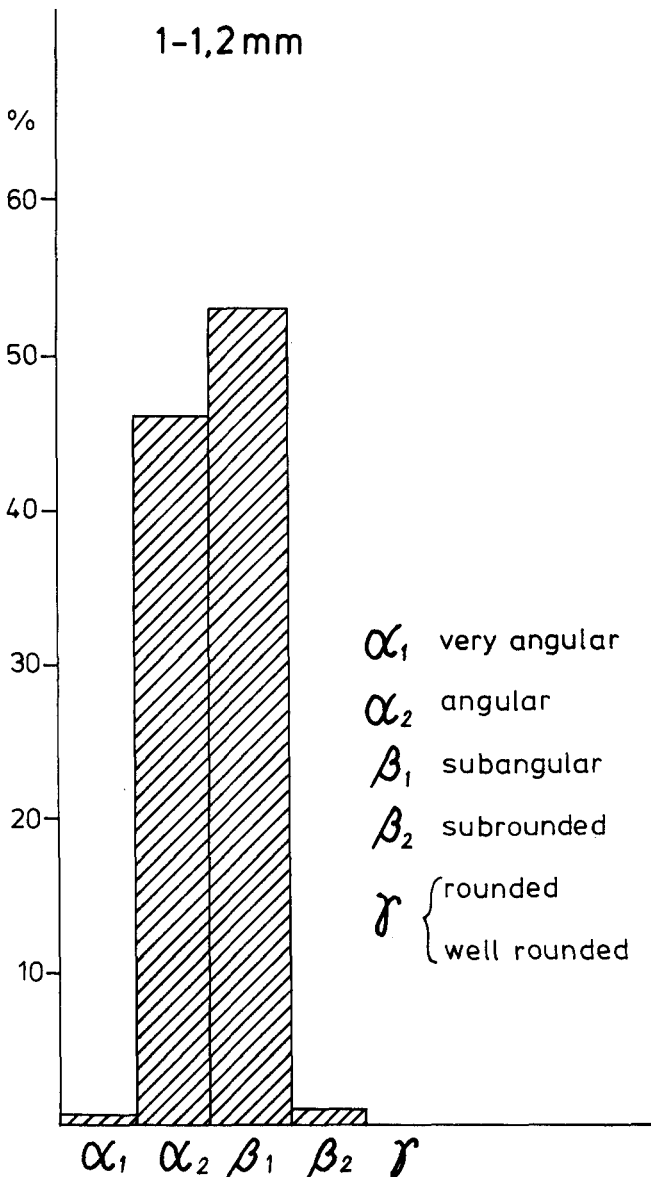
Kvartsirakeiden pyörityneisyyttä tutkittiin samoista pohjamoreeninäytteistä, joista on myös määritetty kivilaji- ja mineraalikoostumus fraktioittain. Tutkimusalue sijaitsee Hämeenlinnan ympäristössä. Näytteet, joita on 32 kpl, on otettu kahdelta jäätikön yleisen liikesuunnan, NNW-SSE /12/, suuntaiselta linjalta. Linjojen pituudet ovat 32 km (I) ja 25 km (II) (kuva 2).

Saadut W_0 -arvot ja Nm-arvot on sijoitettu suorakulmaiseen diagrammiin (kuva 3). Tutkittujen kvartsirakeiden koko on 1—1.2 mm. W_0 -arvot, 939—1076, ovat hyvin pienellä alueella A III—IV. Kvartsirakeiden pyörityneisyys osoittaa lievää kulumista tapahtuneeksi (ks. taulukko 1). Nm-arvot, 1,56—2,54, ovat alhaisia. Ne ovat lähes samanlaisia kaikissa näytteissä, kuten myös rakeiden pyörityneisyys. Sekä W_0 -arvot että Nm-arvot viittaavat molemmat kvartsirakeiden pääosan samaan alkuperään.



Kuva 3. W_0 -arvot (kulumisindeksi) ja N_m -arvot (heterogeenisuysindeksi) suorakulmaisessa diagrammissa.

Fig. 3. Values of W_0 (index of abrasion) and N_m (index of heterogeneity) in a rectangular graph.



Keskimääräisestä pyörityneisyyden jakaumasta (kuva 4) nähdään, että erittäin kulmikkaita (extra angular) α_1 -rakeita ei ole juuri lainkaan (0.5%). Kulmikkaita (angular) α_2 -rakeita on hieman vähemmän (46%) kuin melko kulmikkaita (subangular) β_1 -rakeita (52.5%). Melko pyörityneitä (subrounded) β_2 -rakeita on vain 1%. Voidaan sanoa, että Hämeenlinnan moreenille ovat tyypillisiä kulmikkaat (angular) ja melko kulmikkaat (subangular) rakeet sekä pyörityneiden rakeiden puuttuminen.

Kuvassa 5 a on näytteiden pyörityneisyys esitetty kolmiodiagrammissa. Hämeenlinnan alueen kvartsi-rakeet sijoittuvat kaikki kolmion kannalle, sillä γ -rakeita ei ole lainkaan. α - ja β -rakeiden määrä näytteissä vaihtelee 24–70%. Tämä tyyppi muistuttaa Puolan Michavowicen graniitin rapautumistuotetta /2/ (kuva 5 b).

Useimmissa näytteissä tavattiin ryhmässä β_2 (melko pyörityneet rakeet), ulkonäöltään selvästi muista poikkeavia, mattapintaisia kvartsi-rakeita (kuva 6). Niitä oli n. 1%. On mahdollista, että nämä rakeet ovat pyörityneet jo preglasiaaialikana /9, 10/. Ne voivat olla myös peräisin Satakunnan hiekkakivi-alueelta. Hiekkakivessä kvartsin raemuoto on pyöreähkö, kun taas esim. graniiteissa se on terävä-särmäinen. Muut tämän β_2 -luokan rakeet ovat isometrisiä, kulmistaan pyörityneitä kirkkaita rakeita. β_2 -rakeiden vähäisyys ja γ -rakeiden puuttuminen saattaisi todistaa, että pääosa kvartsi-rakeista on paikallista alkuperää. Koska myös W_0 -arvot ja N_m -arvot osoittivat kvartsi-rakeiden samaa alkuperää, pääosa moreenin karkeahiekkalajitteen kvartsi-rakeista on peräisin lähinnä tutkimusalueen granodioriiteista ja mikrokliinigraniiteista (sis. n. 30% kvartssia) ja niiden rapaumasta.

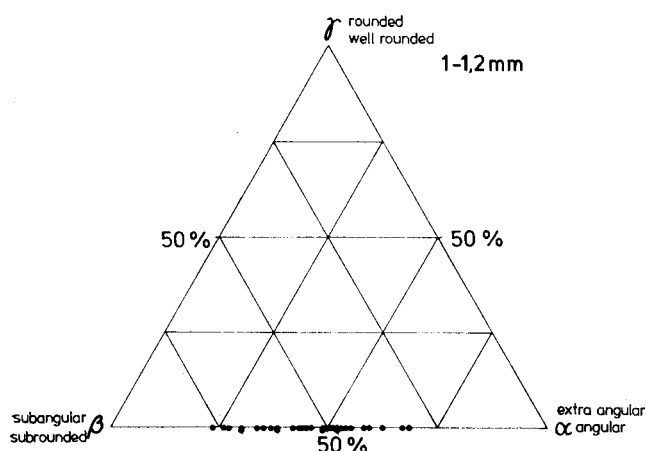
Jäätikön virtauksen suunnassa ei juuri esiinny eroja kvartsin pyörityneisyydessä (kuva 7). Myöskään granodioriitti- ja mikrokliinigraniittialueen moreeni ei poikkea emäksisten vulkaniittien (sis. n. 10% kvartssia) alueen moreenista kvartsi-rakeiden pyörityneisyyden suhteen. Tämä kuvastaa alueella tapahtunutta melko lyhyttä jäätikkökuljetusta.

Moreenin kvartsi-rakeiden pyörityneisyydellä saattaa olla yhteyttä kvartsin yleisesti todettuun ylimäärään moreenissa kallioperässä olevaan määrään nähdessä Collinin mukaan voi kvartsin ylimäärä moreenissa olla peräisin preglasiaalisesta rapaumasta, jossa kvartsi on rikastunut muiden heikosti kulutusta kestävien mineraalien kustannuksella /3/. Nyt saatujen tulosten perusteella tämä selitys tuntuisi todennäköiseltä.

Seppälä /10/ on saanut Lapin moreeneille (4 näytettä) fraktiosta 0.7–1 mm W_0 -arvot 476–729 ja N_m -arvot 2,39–3,20. Hämeenlinnan alueen moree-

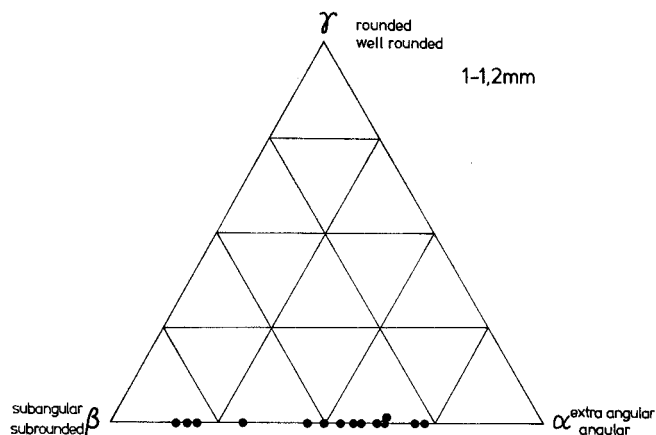
Kuva 4. Näytteiden pyörityneisyysjakauma keskiarvoina.

Fig. 4. Average roundness/class of the samples.



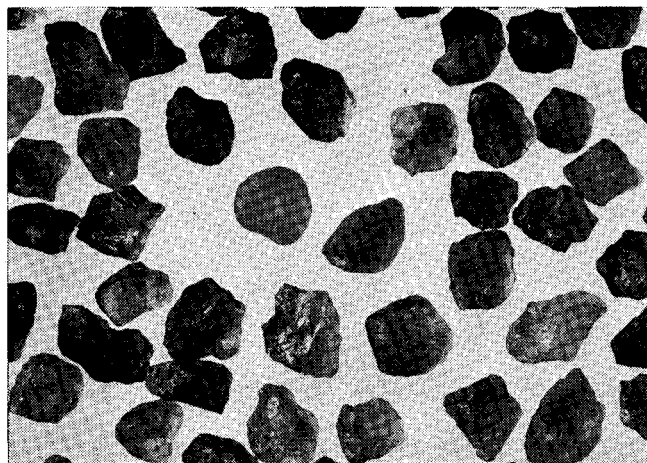
Kuva 5 a. Hämeenlinnan alueen moreenin kvartsirakeiden pyöristyneisyys kolmiogrammissa.

Fig. 5 a. The roundness of the quartz grains of the Hämeenlinna till in a triangular plot.



Kuva 5 b. Puolan Michavowicen graniitin rapautumistuote kolmiogrammissa /2/.

Fig. 5 b. Granite waste cover from Michavowice, Poland /2/.

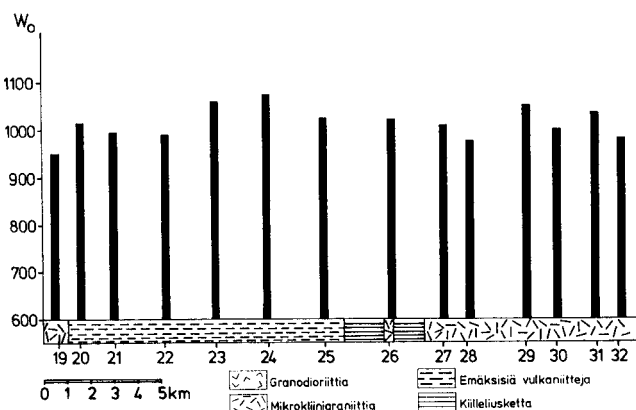
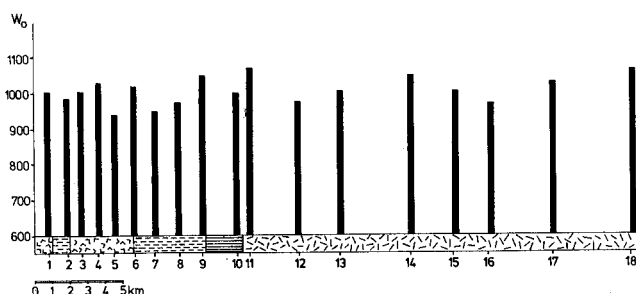


Kuva 6. Näytteen n:o 17 kvartsirakeita, raekoko 1—1.2 mm. β_2 -ryhmän (subrounded) mattapintainen kvartsirake kuvassa keskellä. Valokuva E. Halme.

Fig. 6. Quartz grains in sample no. 17. The subrounded, β_2 quartz grain with frosted surface in the middle of the photo.

niin verrattuna kvartsirakeet ovat pyöristymättömämpiä Lapissa ja rakeiden pyöristyneisyys on heterogeenisempää.

Mansikkaniemi /4/ on saanut kolmelle tutkimalleen moreeninäytteelle Lapista fraktiosta 1—2 mm kvartsirakeiden W_0 -arvot 229—617. Myös Mansikkaniemen tulokset osoittavat rakeiden olevan pyöristymättömämpiä Lapissa kuin Hämeenlinnan alueella.



Kuva 7. W_0 -arvot (kulumisindeksi) eri näytepisteissä (linjat I ja II).

Fig. 7. Values of W_0 (index of abrasion) in the sample points (lines I and II).

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Glückert, Gunnar (1970) Vorzeitliche Uferentwicklung am Ersten Salpausselkä in Lohja, Südfinnland. Ann. Univ. Turku A II, 45.
2. Krygowski, Bogumiy (1964) Graniformametriam mechaniczną. Teoria, Zastosowanie. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Poznań.
3. Lindén, Anders (1975) Till petrographical studies in an Archaean bedrock area in southern central Sweden. Striae vol. 1. Uppsala.
4. Mansikkaniemi, Hannu (1972) Flood deposits, transport distances and roundness of loose material in the Tana river valley, Lapland. Ann. Univ. Turku A II, 49: 15—23.
5. —, — (1973 a) Morphology of the Utsjoki river valley and the uppermost shore line in northernmost Finland. Fennia 123.
6. —, — (1973 b) De Geer-moreenin rakenteesta Turussa. (Summary: The structure of a De Geer moraine, Turku). Geologi 25 (9—10), 97—102.
7. Matisto, Arvo (1970) Kallioperäkartta 2132 Valkeakoski. Map of pre-Quaternary rocks. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Geological map of Finland.
8. —, — (1973) Kallioperäkartta 2114 Toijala. Map of pre-Quaternary rocks. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Geological map of Finland.
9. Seppälä, Matti (1969) On the grain size and roundness of wind-blown sands in Finland as compared with some Central European samples. Bull. Geol. Soc. Finland. 41: 165—181.
10. —, — (1971) Evolution of eolian relief of the Kaamasjoki—Kiellajoki river basin in Finnish Lapland. Fennia 104.
11. Simonen, Ahti (1949) Kallioperäkartta 2131 Hämeenlinna. Map of pre-Quaternary rocks. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Geological map of Finland.
12. Virkkala, K. (1961) On the glacial geology of the Hämeenlinna region, Southern Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 180: 87—103.

SUMMARY

THE ROUNDNESS OF THE QUARTZ GRAINS OF THE TILL IN HÄMEENLINNA AREA

The roundness of the quartz grains of the till in Hämeenlinna area has been studied in the 1—1.2 mm fraction with a graniformameter of the type developed by Krygowski. The graniformameter can be used for quartz grains on all sediments and e.g. on concrete aggregates in the grain size range from 0,5 to 10 mm. The quartz grains in till from the Hämeenlinna area are mainly angular and subangular. Besides grains with fresh fracture surfaces the till contains also some quartz grains (about 1%) with a frosted surface. They could have been shaped already in Preglacial time or they might originate from the Satakunta sandstone area. Values of W_0 (index of abrasion) are 939—1076, which means that the quartz grains exhibit slight abrasion. Values of N_m (index of heterogeneity), 1.56—2.54, are low. The heterogeneity of roundness like the roundness of the quartz grains is similar in all samples, which means that the bulk of the quartz grains is of same origin. The degree of the roundness shows that quartz grains originate mainly from granodiorites and microcline granites of the Hämeenlinna area. Values of W_0 vary only slightly along the sample lines in the direction of ice movement, which corresponds with the rather short glacial transport previously noted in the study area.

From page 96

SUMMARY

BIOLOGICAL METHODS AS INDICATORS OF THE FLUENTS OF KOVERHAR IRON AND STEEL WORKS. IDEAS AND EXPERIENCES.

The environmental effects of Koverhar Iron and Steel Works have been studied according to a contract made with Tvärminne Zoological Station. The influence of the effluents on the water quality is noticeable only in the immediate vicinity of the sewer outlets due to the effective mixing of water masses and the sewage treatment techniques applied. Effluent-induced changes could be observed in the structure of bottom fauna communities. Obvious reduction in the population density of pollution avoiding crustacean *Pontoporeia affinis* could be detected near the sewer outlets. In early stages of pollution bivalve mollusc *Macoma baltica* developed high biomasses and densities. Later the population retarded, mortality being highest in the youngest yearclasses. The above mentioned organisms are dominant in the brackish water bottom faunal ecosystem of the Northern Baltic Sea. Both species are important as food organisms for many economically important species of fish. One possible reason for the impoverishment of the bottom fauna is the change in the sediment structure caused by the suspended matter of the steel plant. The suspended solids of the effluent contains insoluble heavy metal particles. Heavy metals are chronic toxins, which are very persistent in the environment and they tend to accumulate in the tissues of water organisms. Heavy metal determinations have been made from suspended solids, sediments and from tissues of two molluscs, *Macoma baltica* and *Mytilus edulis*. The levels of iron, zinc and lead in the tissues of these organisms were significantly higher in the vicinity of the steel plant than at reference points in clean water areas. Concentration of lead in the tissues of blue mussel (*Mytilus edulis*) seems to be a good indicator of the influence of the steel plant.

From page 105

SUMMARY

BIOLOGICAL METHODS AS INDICATORS OF THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT IN THE MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY

In the article biological methods which are used or have been planned by the mining and metallurgical industry in Finland are described.

The methods are following

Tolerance tests of fishes: tolerance test of fishes kept in a net bag in the recipient, aquarium tests, away-driving test, accumulation of pollutants into fishes;

Fishery studies: catch search, test fishing, young-production research, fish taste test;

Bottom fauna, primary production, littoral and bottom flora, planktonalga and hygienic studies;

Plants, especially lichens and conifers, as indicators of air quality, accumulation of pollutants in plants.

Biological methods are suitable for monitoring and they are good, general indicators. They, however, need better standardization. There is also a lack of specialists.

The use of the biological methods will probably turn wider and more important in the future in Finland.

At the end of the article there is an example: biological indicators at Raahel Steel Works.

Automaation vaikutus rikastamotyöhön ja työntekijäin mielipiteisiin

Tutkijaprof. Antti Niemi, Suomen Akatemia (TKK)

Dipl.ins. Esko Nuotio, Suomen Akatemia (TKK) ja

Prof. Sauli Häkkinen, TKK.

JOHDANTO

Automaation kehittäminen perustuu pääasiassa tuotantoteollisiin tekijöihin. Työvoimapulan samanaikaisesti kiristytessä erityisesti syrjäisillä seuduilla ja työpsykologisten näkökohtien korostuessa eri syistä, joudutaan työviihtyvyyteen kiinnittämään entistä enemmän huomiota. Nämä tekijät edellyttävät myös automaattisen ohjauksen ja säädön laajenevaa käyttöä. On siten tärkeää saada tietoa siitä, miten työntekijät suhtautuvat työhönsä ja siinä instrumentoinnin ja automaation vuoksi tapahtuviin muutoksiin.

Metallimineraaleja käsittelevät rikastamot maassamme noudattavat yleensä keskenään samantapaisia periaatteita tuotantokoneistojensa ja kytkentöjensä valinnassa. Automaatioasteeltaan ne ovat sen sijaan viimeisten 15 vuoden aikana kehittyneet varsin vaihteleviksi. Niiden toimintaa vertailtaessa voidaan siten odottaa automaation vaikutusten tulevan esille. Suurehkot erot tuotantokapasiteeteissa ja malmien laadussa ovat toisaalta tällaista vertailua rajoittavia tekijöitä.

Seuraavassa selvitetään aluksi rikastamon automaation teknisiä toteutusvaiheita ja sen jälkeen niiden vaikutusta rikastamotyöhön sekä työntekijöiden asenteisiin ja mielipiteisiin. Soveltuvien kohdین viitataan tunnettuihin yleisiin toteamuksiin automaation vaikutuksista, vaikka näitä päätelmiä kirjallisuudessa esitettäessä onkin taustana oleva tekninen automaatioprosessi yleensä jätetty erittelemättä. Esitys perustuu maamme lähes kaikista rikastamoista kerättyyn ja käsiteltyyn materiaaliin /1, 2/, jota on jo eritelty Automaatiopäivillä -75 pidetyssä esitelmässä /3/.

RIKASTAMON AUTOMAATION TEKNINEN ERITTELY

Käsiteltävän materiaalin, malmilietteen, laadusta johtuu, että automatisointia on rikastamoissa alettu toteuttaa suhteellisen myöhään muutamiin muihin teollisuuden aloihin verrattuna. 50-luvun lopussa otettiin käyttöön ensimmäinen jatkuvatoiminen röntgenfluoresenssianalysaattori /4/. Samanaikaisesti alettiin soveltaa esimerkiksi pH:n mittaamiseen ja säätöön konventionaalista analogia-instrumentointia, joka levisi yleiseen käyttöön 60-luvulla. Kuitenkin monien prosessien toimintaa kuvaavien muutujien säädön rutiiniratkaisut puuttuvat edelleen tai näitä sovelletaan vähemmän kuin esimerkiksi puunjalostusteollisuudessa, voimalaitoksissa ja öljynjalostamoissa.

Rikastamojen automaatiassa on sekä ajallisessa että teknisessä suhteessa erotettavissa seuraavassa eriteltävät kehitysvaiheet. Kunkin vaiheen saavuttamista on yleensä seurannut automaation määrällinen laajentuminen, joka olisi yksityisen rikastamon kohdalla kuvattavissa säätöpiirien lukumäärillä ja vastaavilla luvuilla. Tätä ei kuitenkaan seuraavassa suoriteta, vaan tyydytään kehitysvaiheiden laadulliseen luonnehdintaan.

Käsin ohjattu rikastamo

Ennenkuin automaatiosta on voitu puhua, on rikastamoissa jo pitkään ollut vähäinen määrä instrumentointia paineiden, käyttöveden virtauksen, syötön (hihnaavaaka), suurimpien koneiden tehon- tai virrankulutuksen sekä eräiden lämpötilojen mittauksen muodossa, ja näiden yhteydessä tai erillisinä on käytetty hälyttimiä. Täydennykseksi työntekijät ovat ajoittain suorittaneet käsin, tarvittavia apuvälineitä käyttäen, siilojen kiintoainesilönlön, lietetiheyden, pH:n ym. suureiden mittauksia. Samoin on otettu määrääjain näytteitä laboratoriotta varten, missä on määritetty raesuuruusjakautumia, kiintoainemassojen kosteuksia, kemiallisia koostumuksia, liuosten konsentraatiosuureita ym. Tulokset on ilmoitettu rikastamoon, joka on siten saanut kyseiset tiedot viivästyneinä. Toiminnan tarkkailussa on vielä käytetty apuna välittömiä havaintoja pinnankorkeuksista, vaahdon laadusta ja koneiden, kuljettimien, rännien ym. toiminnasta. Em. vähäinen instrumentointi ei muuta sitä tosiasiaa, että varsinaisten automaattisten ohjaustoimintojen puuttuessa jotakuinkin täysin, eräitä varolaitteita lukuunottamatta, rikastamot edustivat aikanaan puhtaaksiviljeltyä käsinohjausta. Tällaiset rikastamot olivat vallitsevina vielä 60-luvulle tultaessa. Nykyisin kaikissa rikastamoissa on automaattisia säätöpiirejä ja käsin ohjattaviksi on luettava ne, joissa niitä on vähän eikä ohjauslaitteita ole keskitetty.

Analogiasäätöinen rikastamo

Eräiden rikastamoissa tärkeiden mittausten toteuttaminen rutiinitapaan tuli mahdolliseksi vasta 60-luvulla yleistyneiden mittauslaitteiden kautta. Tällaisia olivat mm. sähkömagneettinen virtausmittari ja gammasäteilyyn perustuva lietetiheysmittari. Näitä ja muussa teollisuudessa jo aikaisemmin rutiinimaisesti käytettyjä instrumentteja käyttöön otettaessa otettiin samalla lähes säännöllisesti huomioon mittaussignaaleihin perustuvan

automaattisen säädön toteuttaminen. Samoin periaattein kuin muussa teollisuudessa voitiin toteuttaa mm. hihnakuljettimella syötettävän malmin vakioarvosäätö, malmi/vesi-suhdesäätö tasaisen lietetiheyden saavuttamiseksi ja pyörivällä kuivausrummulla esiintyvät säätötehtävät. Jossakin määrin poikkeavia ratkaisuja tarvittiin pH:n, pinnankorkeuden, lietetiheyden ja kemikaalivirtausten säätöjen automatisoinnissa. Lietevirtausten osalta tyydyttiin tässä vaiheessa yleensä mittaamiseen. Loogisina tai niihin verrattavina ohjauksina toteutettiin mm. jauhinkappaleiden syötön ja sakeuttimien harojen ohjaukset, syöttösuppiloiden tukkeutumisen eliminointi ja käynnistysjärjestysten lukitukset /5/.

Analogiasäädöllä saavutetaan tunnetut edut kunkin säädettävän suureen vaihtelualueen rajoittamisen muodossa ja se lisää huomattavasti prosessin hallittavuutta. Sen yhteydessä on sellaisten tärkeiden suureiden kuin rikasteiden ja jätteiden määrävirtausten ja konsentraatioiden säädöt yleensä jätetty toteuttamatta. Tähän liittyen analogiasäätöisen rikastamon ohjaus perustuu samanlaisiin suureisiin kuin käsin ohjatunkin; nimittäin tasaista toimintatilaa vastaavaan saantiin ja rikasteiden ja jätteiden arvomineraalipitoisuuksiin, jotka samoin kuin niiden perusteella laskettu talteensaanti saadaan tiedoksi viivästyneinä, sekä kemikaalien kulutukseen. Näin ollen varsinaiseen integroituun prosessiohjaukseen ei tässä vaiheessa ole päästy siitä huolimatta, että pääosa osoittavista ja säätävistä instrumenteista koottiin, aluksi prosessivaihekohtaisiin tauluihin ja myöhemmin keskusvalvomoon.

Laboratoriotyön rationalisointi

Rikastamon toiminnan kannalta tärkeiden metallien määritys on perinteisesti suoritettu laboratoriossa märkäkemiallisin menetelmin. Vaikeimmat analyysit on jouduttu lähettämään muualla suoritettavaksi. Analyysitiedot ovat yleensä valmistuneet siinä määrin viivästyneinä, että niillä ei ole ollut suurta merkitystä välittömän prosessiohjauksen kannalta. Raasuuruutta kuvaavien parametrien määrittystä sekä ferromagneettisten komponenttien analysointia varten on kehitetty laboratoriotyötä nopeuttavia erikoisinstrumentteja. Kuivattuja näytteitä mittaava röntgenfluoresenssianalysaattori otettiin käyttöön 60-luvun alkupuolella ja atomiabsorptiospektrometri yleisty hieman myöhemmin. Erityisesti edellinen nopeutti analyysiä, kun taas jälkimmäisen osalta tulosten odotusaika jäi 1—2 tunniksi. Laboratorion analysointikapasiteetti kasvoi huomattavasti ja atomiabsorptiospektrometri lisäsi määrittysten monipuolisuutta ja tarkkuutta.

Lietteen on-line-analysointi

Röntgenfluoresenssianalysaattorin käytössä päästiin ruutiinasteelle 60-luvun lopussa. Instrumentilla saatavia 3—4 komponentin analyysitietoja voidaan käyttää hyväksi välittömässä prosessiohjauksessa. Laitteen olennainen merkitys on sen toiminnan nopeudessa, samalla

kun sen tarkkuus on ohjaustehtävien kannalta riittävä.

Analysaattorin mittausviestiä ei ole käytetty hyväksi analogiasäädössä. Sitä ei ole myöskään liitetty tiheys- ja tilavuusvirtausmittauksiin käsinohjauksessa tarvittavien suureiden laskemiseksi. Tähän vaiheeseen kehitettyjen ilman säätötietokonetta toimivien rikastamojen prosessinohjaus perustuu siten, tosin nopeutuneena, käsinohjauksen ja analogiasäädön yhteydessä mainittuihin kriteereihin.

Tietokonesäätöinen rikastamo

60-luvun lopussa aika oli useastakin syystä kypsä tietokonesäädön käyttöönotolle. Lietevirtaukset ja metallimineraalien konsentraatiot saatiin välittömästi mittaauksiin, ja mahdollisuus kiintoaine- ja metallivirtausten sekä erilaisten hyötysuhdelukujen laskentaan oli siten tarjolla. Tärkeimmät vaahdotusprosessin säätöön tarvittavat säätöpiirit, joissa toimitusnopeudet useimmiten kohdistuvat vaahdotusnopeuskertoimeen, oli johdettu ja perusteltu teoreettisesti /6/. Mittaustiedon määrä oli kasvanut nopeasti. Osa siitä oli numeerista ja tämän osan analogiaperiaatteinen käsittely ja käyttö laskenta- ja säätötarkoituksiin olisi ollut hankalaa. Rikastamon monien osaprosessien puutteellinen tuntemus edellytti mittaustietojen tallettamista mahdollista myöhempää prosessianalyysiä varten.

Tietokonesäätö otettiin vuosikymmenen vaihtuessa Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksen rikastamossa pysyvään käyttöön ja vielä jäljempänä esiteltävää materiaalia kerättäessä se oli ainoa, jonne tästä säätötavasta oli kertynyt kokemusta /7/. Kotalahden kaivoksen rikastamossa oltiin samaan aikaan siirtymässä tietokoneohjaukseen. Sittemmin tietokoneohjaus on toteutettu myös Vuonoksen ja Vihannin rikastamoissa.

Erityisesti mittaustiedon laajaa keräys- ja talletustarvetta vastaava tietokoneinstallaatio on suhteellisen suuri. Tämä merkitsee aikaisempaan verraten runsasta prosessiinstrumentointia ja huomattavasti lisääntyneitä säätöpiirien lukumääriä. Numeerisesta tulostuksesta johtuen keskusvalvomo ei suurene kooltaan lisääntyneestä tietomäärästä huolimatta. Osoitinkojeiden lukumäärä prosessitiloissa pysyy suurin piirtein entisellään 1. vähäisenä. Tietokone tulostaa välittömien mittaustietojen ohella niistä laskemalla saatuja mittauservoja ja tunnuslukuja. Uusista tunnusluvuista tärkein on taloudellinen saanti; tasapainosuure, joka päämineraalin ohella ottaa huomioon myös toisen arvomineraalin vaikutuksen vaahdotustulokseen. Rikasteiden konsentraatioita ja virtauksia säädetään muiden suureiden ohella vaihtelevia suoran numeerisen säädön ja asetuservosäädön myötä- ja takaisinkytkettyjä algoritmeja käyttäen. Puhdasta analogiasäätöä toteutetaan erillisin paikallisoin piirein vähemmän kriittisissä kohteissa. Kokeilevaa huipunhakua käytetään taloudellisen saannin optimin etsintään ja matemaattisten, osin adaptoituvien mallien avulla otetaan huomioon eräiden syöteliitteeseen liittyvien häiriösuureiden vaikutus optimin sijaintiin. Taloudellinen saanti korvaa suurelta osalta entiset prosessinohjauksen kriteerit, joskin esim. rikasteiden metallipitoisuuksille asetetaan erikseen rajoitusarvoja.

AUTOMAATIO JA RIKASTAMON KÄYTTÖ

Rikastamotyön luonnehdinta

Uudet, enimmäkseen jatkuvat mittaukset ovat lisänneet prosessista saatavan informaation moninkertaiseksi ja suurentaneet vastaavasti prosessiin kohdistuvan manipuloinnin tarvetta. Antureihin tai lähettämiin liitetyt säätölaitteet ovat varsin pian täyttäneet osan tästä tarpeesta ja ottaneet samalla hoitaakseen osan työntekijöiden aikaisemmin suorittamasta manipuloinnista. Rikastamotyö on siten muuttunut sekä tarkkailtavien että ohjattavien suureiden osalta.

Riittävän tilastollisen merkitsevyyden saavuttamiseksi rikastamot jaettiin teknisen muuttujan, automaatioasteen, osalta kolmeen ryhmään. Ääriryhminä olivat käsinohjatut I. automatisoimattomat rikastamot (I) ja toisaalta rikastamot, joissa oli on-line-fluoresenssianalysaattori, keskusvalvomo ja huomattava määrä analogiainstrumentointia (III). Lisäksi kahdessa rikastamossa käytettiin prosessitietokonetta apuna prosessinohjauksessa. Keskiryhmän rikastamoista (II) fluoresenssianalysaattori puuttui ja analogiainstrumentoinnin määrä oli vähäisempi ja keskusvalvomon varustetaso vaatimattomampi kuin korkeassa ryhmässä.

Työtehtävien perusteella työntekijät luokiteltiin neljään alla lueteltuun pääryhmään, jotka edelleen jaettiin alaryhmiin. Jokaisen ryhmän ja alaryhmän työn sisältöä tutkittiin ja luonnehdittiin sen muuttumista automaation edistyessä.

1. Työnjohtajat ja valvomon päivystäjät
2. Vaahdottajat, jauhajat ja murskaajat eli määrätystä osaprosessista vastaavat työntekijät
3. Muut prosessimiehet
4. Laitosmiehet ja muut työntekijät.

Ensimmäisen ryhmän jäsenten työ käsitti koko rikastamon alueen. Erityisiä työnjohtajia oli vähän ja prosessin valvojat puuttuivat kokonaan käsinohjatuista rikastamoista, mutta heidän merkityksensä lisääntyi ylemmillä automaatiotasolla sekä rikastamon tuotannon lisääntymisessä. Toisen ryhmän tehtävät ovat perinteisiä rikastamoissa ja kerätystä materiaalista ne olivat jokseenkin tasaisesti edustettuna kaikissa kolmessa automaatiotasossa, mutta lukumääräisesti heidän määränsä väheni suhteessa laitoksen tuotantoon mitä korkeammalle automaatiotasolle nousee. Kolmas ryhmä käsitti työntekijät, jotka työskentelivät prosessilinjan muissa osissa tai sen välittömässä läheisyydessä. Varsinkin pisimmälle automatisoiduissa rikastamoissa sijoittui tähän ryhmään myös sellaisia prosessimiehiä, jotka valvoivat suhteellisen suuria, erilaisia perusprosesseja kattavia rikastamohallin alueita. Neljänteen ryhmään luokiteltiin laitosmiehet ja muut työntekijät, joilla ei ollut määrättyä tuotantolinjan tehtäviä. Käsin ohjatuissa rikastamoissa heitä ei kuulunut rikastamon henkilökuntaan.

Työntekijöihin kohdistunut tutkimus käsitti laajahkon mielipidetiedustelun ja vertailu automaatioasteeseen suoritettiin tulosten tilastollisen käsittelyn yhteydessä.

Tutkimus suoritettiin haastattelu- ja kyselylomaketta käyttäen v. 1973 aikana kolmessa rikastamossa /2/. Siihen osallistui 249 rikastamon työntekijää. 114 kysy-

mystä käsittävä tiedustelu koski ensisijaisesti automaation vaikutusta työympäristöön, tehtäviin ja työn luonteeseen.

Työnjohtajat ja valvomopäivystäjät

Työnjohtajien tehtäviä ei rekisteröity tai analysoitu yksityiskohtaisesti, mutta niihin kuuluivat normaali-tapaan työntekijäin ja prosessin toiminnan yleisvalvonta sekä ohjeiden anto erikoistilanteissa. Koska he eivät työskennelleet prosessilinjan tai muiden laitteistojen ääressä, eivät automatisointitoimenpiteet välittömästi koskeneet heidän työtään, mutta valvomoon tai muualle sijoitettujen rekisteröintilaitteiden ansiosta heidän mahdollisuutensa prosessia koskevan informaation saamiseen lisääntyivät automaatioasteen mukana, mikä antoi entistä paremmat mahdollisuudet pulmatilanteiden selvittämisestä tai niiden myöhempiä analysointia varten sekä myös asetti uudenlaisia vaatimuksia heidän prosessituntemukselleen. Toisaalta pisimmälle automatisoiduissa rikastamoissa sellaisten epänormaalien tilanteiden lukumäärä, jotka vaativat toimenpiteitä työnjohtajan taholta, oli huomattavasti vähentynyt.

Valvomopäivystäjiä ei esiintynyt yhtään alhaisella automaatioasteella ja vain yhdessä keskiasteen rikastamossa työskenteli päätoiminen valvomopäivystäjä. Korkeimman automaatiotason rikastamoissa valvomopäivystäjien käytettävissä oli koko rikastamo koskeva olennainen mittausinformaatio ja he voivat tietyissä rajoissa ohjata rikastamon eri osissa olevia laitteita. Heidän työnsä oli olennaisesti informaation vastaanottoa, käsittelyä ja edelleenvälitystä ja ruumiillinen työ oli supistunut varsin vähään. Vaahdotusilman virtaus-, lietevirtaus ja koostumusvaatimukset vaativat pääosan valvojan huomiosta eli kukin noin 20 % tehollisesta työajasta. Nämä olivat varsin uusia mittaus- ja toimi- tai säätösuureina ja samalla herkkiä indikaattoreita prosessin poikkeamiselle normaalista toimintatilasta. Vedenpoistossa tarkkailun ja ohjauksen pääosan hoitavat nykyisin analogiasäätöpiirit, ja tämä prosessi vaatii vain 5 % valvojan tehollisesta työajasta.

Tyypillisessä analogiasäätöisessä valvomossa päivystäjä käytti 70 % tehollisesta työajastaan mittausinformaation tarkasteluun, tarvittavien säätäjien asetusarvojen aseteluun ym. takaisinkytketyn säätölaitteiston vaatimiin toimintoihin, kun taas loppuosa käsitti raporttien laadintaa ja kommunikointia. Tietokonesäätöisessä rikastamossa edellä kuvatun kaltaiset toiminnot ottavat yhä suurehkon osan valvomopäivystäjän ajasta, kun taas raporttien laadinta sekä kommunikointi on vähentynyt.

Murskaajat, jauhajat ja vaahdottajat

Murskaajat

Murskaajan ajan pääosa kului kaikissa tutkituissa rikastamoissa koneiden ja laitteiden sekä materiaalin kulun visuaaliseen tarkkailuun. Tämän lisäksi hän suoritti laitteiden luona tarkistusmittauksia ja asetusten tarkistuksia, huollon ja kunnossapidon vaatimia puhdistuksia ja avauksia, vieraiden esineiden poistoa sekä kommunikoin-

säädön aikaan jatkuvasti 5 työntekijää, siirtyi säätöjärjestelmän laajetessa ja valvonnan keskittyessä yksi heistä valvomoon ja kenttä jaettiin 4:n muun kesken. Röntgenfluoresenssianalysaattorin ja tietokonesäädön ansiosta jälkimmäisten työalueet ovat muuttuneet siten, että 2—3 (lähinnä 2,5) miestä valvoo ja huoltaa koko rikastamon aluetta jakaen sen keskenään ja 1—2 (lähinnä 1,5) työskentelee säännöllisesti ja tarpeen mukaan koneiden ja laitteiden kunnossapidon parissa.

Valvojan työskentely vastaa niitä käsityksiä, joita yleisesti esitetään automaation vaikutuksista prosessiteollisuudessa /8, 9/. Valvoja on etäällä tuotantolinjasta ja hänen työnsä on lähinnä informaation vastaanottoa, käsittelyä ja edelleenvälitystä. Informaation käsittely edellyttää henkisesti vaativaa päättelyä ja ruumiillinen työ on hänen osaltaan supistunut varsin vähiin. 2—3 muun työntekijän osalta on havaittavissa saman suuntaista muutosta, joskin heidän osaltaan ruumiillinen työosuus on edelleen olennainen. Henkisesti myönteinen piirre on työkentän laajeneminen ja siten oman työn merkityksen korostuminen heidänkin osaltaan. 1—2 työntekijän osalta työ on muuttunut henkisesti epäkiitollisempaan koneiden ja laitteiden kunnossapidon suuntaan.

Valvoja joutuu suorittamaan eräitä työnjohtotyyppejä tehtäviä. Varsinaisia organisaatiomuutoksia, joihin automaation katsotaan johtavan, ei kuitenkaan ole ainakaan toistaiseksi tapahtunut. Myöskään päätöksenteon siirtymistä organisaatioportaalta toiselle ei ole juuri havaittu, mutta sen sijaan päätöksenteko on selvästi keskittynyt. Tarve henkilöstön keskinäiseen kommunikointiin on vähentynyt automaattisen säätöjärjestelmän ja siten tasaisesti toimivan tuotantoprosessin ansiosta, mutta malmin laadun muutokset, muut häiriötekijät ja kunnossapitotehtävät vaativat edelleenkin sekä työskentelyä yhdessä että kommunikointia radio- tai prosessipuhelimien välityksellä.

Rikastamon automaatio ja laitoksen muut osastot

Atomiabsorptiospektrometri helpotti prosessin tarkkailua hitaiden muutosten osalta ja analyysien lukumäärä lisättiin jopa nelinkertaiseksi sen tultua käyttöön. Sen vaikutus välittömään prosessinohjaukseen jäi kuitenkin vähäiseksi. Ilmeisesti tarvetta analyysitietojen nopeaan saamiseen ei arvostettu yhtä suureksi kuin esim. terästeollisuudessa; tietävästi ei ainakaan kehitetty erikoismenetelmiä näytteen valmistelun nopeuttamiseksi. Näytteen käsittely, lähinnä liuotus, vaati edelleenkin laboratorioilta vuoroitusta.

Röntgenfluoresenssianalysaattori on vähentänyt huomattavasti laboratoriotyön tarvetta. Keretin rikastamon laboratorio lopetti vuoroitusta jo yli 10 vuotta sitten otettuaan käyttöön kuivattuja kertanäytteitä mittavaan analysaattorin. Kuluvalla vuosikymmenellä on vuoroitusta lopetettu ainakin Pyhäsalmen ja Vihannin kaivosten laboratorioissa, jatkuvatoimisen analysaattorin tultua käyttöön. Laboratorion kokonaisvahvuus on vähentynyt kummassakin tapauksessa kuudella laborantilla. Keretissä ilmoitetaan fluoresenssianalysaattorin vähentäneen laboratorion suorittamien analyysien määrää n. 90 %:lla.

Instrumentointi merkitsee pätevän huolto- ja korjaushenkilöstön tarvetta. Tarpeen kasvamisesta automaatio-

asteen mukana ei voitu muodostaa lopullista kuvaa, sillä korkeinta astetta edustavassa Pyhäsalmen rikastamossa suoritettiin automaattisten järjestelmien laajennus- ja kehitystyötä, jonka osuutta on vaikea erottaa huolto- ja asennustyön kokonaisuudesta. Tyypiesimerkiksi soveltune Vihannin kaivos, jonka rikastamossa tutkimusta suoritettaessa oli keskilajaja analogiainstrumentointi ja röntgenfluoresenssianalysaattori. Instrumenttihenkilöstön vahvuus oli tällöin kolme miestä, eikä lukumäärän ilmoiteta mainittavasti kasvaneen tietokonesäätöön siirtymisen jälkeenkään.

Prosessin tuntemuksen lisääntyminen. Koulutus

Ennen automaation laajahkoa toteuttamista ja myöhemminkin on prosessia koskevaa, syventävää tietoa hankittu tutustumalla teknistieteelliseen kirjallisuuteen ja suorittamalla kokeellisia selvityksiä, osaksi tutkintotehtävinä korkeakouluissa. Suunnittelu on nojautunut näin täydentyneeseen prosessin tuntemukseen. Kun tämän tuntemuksen lisääntyminen mainitaan usein automaatio- ja projektin erääksi tulokseksi, saavutetaan olennaisia tuloksia siten jo projektin valmisteluvaiheessa. Toisaalta jatkuvasti toimiva automaattinen järjestelmä antaa mahdollisuuden aikaisempien tietojen tarkistamiseen ja lisää puolestaan vähitellen tietoa prosessin yksityiskohdista.

Uutta tietoa on kertynyt erityisesti säädön suunnittelusta vastanneelle insinöörikunnalle. Se on olennaisesti vaikuttanut heidän suunnittelemiinsa järjestelmiin ja helpottaa niiden kautta prosessin hallintaa myös työntekijätasolla. Esimerkkejä tällä tavoin käyttöön tulleista uusista mittaus- ja toimitusvälineistä, yhdistetyistä muuttajista, kriteereistä ja mallien käytöstä on esitetty sivulla 130. Esimerkkinä korkean abstraktiotason suureesta on vielä syytä mainita vaahdotumisnopeuskerroin; jakautunut suure, joka on usean prosessimuuttujan funktio. Se voidaan mitata vain keskiarvosuurena välillisesti, mutta tunnetaan nykyisin vaahdotuksen kannalta keskeisenä ja käytännöllisenä käsitteenä. Koska tämä kerroin on ohjattavissa välittömästi vaahdotusilman kautta, on ilman virtauksen ohjaus tullut täydentämään aikaisemmin pääasiassa käytettyä vaahdotuskemikaalien syötön ohjausta.

Korkeamman teknisen henkilökunnan kohdalla koulutuminen on tapahtunut itseopiskelun kautta, asetettujen työtehtävien vaatimusten mukaisesti. Lisäksi laitetoimittajat ovat järjestäneet kursseja, jotka ovat kohdistuneet pääasiassa muodollista teknistä koulutusta saaneeseen henkilöstöön. Tämän toimesta on edelleen pidetty soveltavia kursseja työntekijöille, erityisesti prosessin valvojille, minkä lisäksi varsinaiseen suoritettavaan työhön on liitetty opetusta ja uuden oppimista. Annettu koulutus näyttää suurin piirtein vastaavan tarvetta. Tietoon ei ole tullut työhön pysyvästi vaikuttavia haittoja, jotka aiheutuisivat olemassa olevan tiedon jakamatta jättämisestä.

Automaation taloudellisista vaikutuksista

Automaation vaikutus tuotantolukuihin on vaikeasti selvitettävissä, sillä automaattisten järjestelmien poistamista käytöstä kokeiluja varten ei yleensä sallita enää

sen jälkeen, kun ne on kerran kytketty jatkuvaan käyttöön. Pyhäsalmen rikastamossa toimittiin tietokonealaajennuksen yhteydessä v. 1970 jonkin aikaa analogiasäädön ja röntgenfluoresenssianalysaattorin varassa ja tulosten perusteella päätettiin tietokonesäädön nostavan kuparin taloudellista saantia noin 2 %:lla. Luku on verrannollinen kuparivaahdotuksen taloudelliseen tulokseen, vaikka kuparin absoluuttinen talteen saanti samalla hie-man pienenikin. Tulos johtui ensisijaisesti kuparirikas-teen sinkkipitoisuuden pienenemisestä /10/. Kotalahden rikastamosta raportoidaan tietokonesäädön parantaneen nikkelin saantia 1.5 %:lla ja kuparin 1.0 %:lla /11/.

Jatkuvatoimisen fluorenssianalysaattorin ansiosta metallien saanti tavallisesti paranee. Korkeamman saan- nin ansiosta Vihannin rikastamossa arvioitiin fluorens- sianalysaattorin maksavan itsensä kolmessa vuodessa korkeamman saannin ansiosta. Korkean tason automaa- tion mainitaan johtavan kemikaalien käytössä säästöihin, jotka ovat alueella 15—25 % /12/. Kun ne mittaukset, jotka on tarvittu kemikaalien syötön ohjauksen perus- taksiksi, ovat aikaisemmin puuttuneet, on yleensä käytetty vastaavaa yliannostusta. Käsien ohjattaessa on perintei- sesti pyritty kuparin absoluuttisen talteen saannin maksi- mointiin.

Korkeatasoisen automaation vuoksi vähentyneiden ja uusien työpaikkojen lukumääräsuhte näyttää olevan 2 : 1 tai hieman tätä pienempi. Vähentymistä rikastamon hen- kilökunnassa on odotettavissa, jos järjestelmien käyttö- varmuutta onnistutaan parantamaan. Tuotantokoneiston osalta onkin jo voitu todeta kunnossapitotyön vähene- mistä. Kun prosessin tarkkailu on parantunut uusien mittauslaitteiden ansiosta, on lähestyvät häiriötilat voitu havaita ja vastatoimenpiteet käynnistää aikaisemmin.

RIKASTAMON AUTOMAATIO JA TYÖNTEKIJÄIN MIELIPITEET

Suoritetulla mielipidetiedustelulla pyrittiin selvittämään työntekijäin kokemusten ja mielipiteiden riippuvuutta automaatioasteesta ja sitä vastaavista työtehtävistä. Näitä taustana olevia argumenttimuuttujia on kuvattu edellä kohdissa 2.—3. ja kuvausten nojalla voidaan tehdä pää- telmiä niiden eroavuuksien syistä, joita työntekijäryh- mittäin koottujen vastausten välillä havaittiin.

Vastaukset taulukoitiin aluksi rikastamon automaatio- asteen funktiona ja eräitä tuloksia esitetään seuraavas- sa. Myöhemmin ilmestyvässä jatkoartik- kelissa selvitetään eri ammattiryhmien välillä vas- tauksissa todettuja eroja ja tutkitaan niiden tilastollista merkitsevyyttä. Erotteluanalyysin avulla etsitään sitten yhdistettyjä muuttujia, jotka erottelevat eri työntekijä- ryhmät ja automaatiotasot toisistaan selvemmin kuin yks- ittäisiin kysymyksiin annetut vastaukset.

Kysyttäessä vastaajilta työskentelylle eri syistä aiheu- tuvia haittoja, he katsoivat työtä häiritsevän eniten melun, työpaikan likaisuuden, pölyn ja huonon ilmasto- nin. Tämä järjestys säilyi samana eri automaatiotasolla ja eniten haittatekijöistä kärsittiin keskitason automaa- tiota edustavissa rikastamoissa, joista eräissä toteutettiin automaation lisäämistöimenpiteitä tutkimuksen aikana. — Lisääntyvä automaatio aiheuttaa muutoksia ihminen/ kone -systeemissä. Kyselytutkimuksessa ilmeni selvästi

koneiden, mittareiden eli mittaus- ja hälytysinformaation ja esimiesten merkityksen lisääntyminen automaation edistyessä. Sen sijaan työntekijäin mahdollisuus oman työtahtinsa määräämiseksi näytti jonkin verran vähene- vän korkeammalle automaatiotasolle siirryttäessä (Tau- lukko 1.).

Taulukko 1. Työtahdin määräytyminen ("Työtahdini mää- räävät ratkaisevasti tai suurella määrällä...")

Table 1. Opinions of working pace ("My working pace is determined decisively or largely by...")

Tekijä Factor	Automaation taso/level		
	Alhainen (I)	Kohtalainen (II)	Korkea (III)
1. Koneet	66 %	78 %	32 %
2. Instrumentit	31	64	60
3. Esimiehet	33	65	61
4. Itse vastaaja	32	17	18

1. Machines, 2. Instruments, 3. Foremen, 4. Myself.
I low, II moderate, III high.

Taulukkoon 2. on koottu vastaukset useisiin työn luon- netta koskeviin kysymyksiin. Taulukosta on kunkin ky- symyksen kohdalta jätetty pois keskimäinen vastaus- ryhmä eli vastaajat, jotka pitivät työtään "jossakin mää- rin vaihtelevana, kiinnostavana jne.". Työtä pidettiin yleensä vastuullisena, tarkkuutta vaativana, henkisesti

Taulukko 2. Työntekijäin mielipiteet omasta nykyisestä työstään ja laajenevan automaation vaikutuksesta siihen

Table 2. Opinions of own present work and of change by of automation

"Nykyinen työni on..." Characteristic	Automaation taso/level					
	Alhainen (I)		Kohtalainen (II)		Korkea (III)	
	Nyt	Muu- tos*)	Nyt	Muu- tos*)	Nyt	Muu- tos*)
	%	%	%	%	%	%
11. vaihtelevaa	26	19	34	23	38	54
12. yksitoikkoista	38	10	35	3	16	5
21. kiinnostavaa	31	35	23	46	37	60
22. ei kiinnostavaa	20	0	17	2	17	3
31. vastuullista	65	38	64	34	58	54
32. ei vastuullista	0	0	2	6	6	3
41. tarkkuutta 1. suuresti vaativaa 2. vähän	49	35	42	37	47	57
	9	0	6	7	10	4
51. henkisesti 1. suuresti rasittavaa 2. vähän	41	19	38	13	38	38
	13	0	4	14	22	8
61. fyysisesti 1. suuresti rasittavaa 2. vähän	0	10	11	5	13	11
	56	5	48	27	46	28

*) muuttunut automaation laajetessa vaihtelevammaksi, yks- itoikoisemmaksi... — by increase of automation my work has become more varying, more monotonous...

Nyt = now. Characteristics listed in the leftmost column: 11. varying, 12. monotonous, 21. interesting, 22. not interesting, 31. responsible, 32. not responsible, 41. demands on accuracy (1. high—2. low), 51. mental load (1. high — 2. low), 61. phys- ical load (1. high — 2. low)

rasittavana ja melko kiinnostavana. Työn vaihtelevuus suhteessa yksitoikkaisuuteen näyttää automatisoiduissa rikastamoissa suuremmalta kuin muissa. Fyysinen rasittavuus on kaikilla tasoilla vähäinen.

Saman taulukon toiset sarakkeet osoittavat, että työn luonne on automaation ja instrumentoinnin mukana muuttunut vaihtelevammaksi, mielenkiintoisemmaksi, vastuullisemmaksi, enemmän tarkkuutta vaativaksi, henkisesti rasittavammaksi ja fyysisesti kevyemmäksi. Tendenssit ovat selvimmät pitkälle automatisoiduissa rikastamoissa, joissa automaation vaikutukset tuntuvat voimakkaimpina.

Taulukko 3. Toteutetun automaation onnistumisen arviointi.

Table 3. Estimation of success of accomplished automation.

Arvio Estimate	Automaation taso/level		
	Alhainen (I)	Kohtalainen (II)	Korkea (III)
1. Erittäin hyvin ja melko hyvin	%	%	%
2. Kohtalaisesti	8	31	51
3. Huonosti ja erittäin huonosti	35	48	44
4. Ei vastausta	8	12	2
	49	9	3

1. Very good or quite good, 2. Fair, 3. Poor or very poor, 4. No opinion

Työntekijät pitivät toteutettua automaatiota yleensä onnistuneena. Tämän osoittaa taulukko 3., jonka alin rivi käsittää sekä vastauksen "ei mielipidettä" että vaihtoehdon "tätä rikastamo ei ole instrumentoitu tai automatisoitu juuri lainkaan". Automaatio koettiin sitä onnistuneemmaksi mitä pitemmälle automatisoidusta rikasta-

Taulukko 4. Suhtautuminen toteutettuun automaatioon.

Table 4. Attitudes towards accomplished automation.

Toteutettu vaihe Accomplished action	Suhtautuminen/Attitude		
	Positiivinen	Negatiivinen	Ei osaa sanoa
1. Jauhituksen säätö	%	%	%
2. pH-säätö	52	1	47
3. Kemikalioiden syötön säätö	50	3	47
4. Lietepintojen korkeuksien säätö	31	3	66
5. Näyttö- ja ohjauksilaitteiden keskittäminen valvomoon	66	3	31
6. Röntgenanalyysatorin käyttöönotto	65	2	33
7. Prosessitietokoneen käyttöönotto	44	2	54
8. Optimoinnin soveltaminen prosessinohjaukseen	18	1	81
	10	1	89

Ei osaa sanoa = No opinion

Leftmost column: 1. Control of grinding, 2. pH-control, 3. Control of feed of chemicals, 4. Control of slurry levels, 5. Centralization of indicators and controllers in the ward, 6. Adoption of X-ray fluorescence analyzer, 7. Adoption of process computer, 8. Application of optimization to process control

mosta oli kysymys. Taulukossa 4. on eritelty vastaajien käsityksiä määrätystä toteutetuista teknisistä automaatioitoimenpiteistä. Viimeinen sarake sisältää vastaukset "ei mielipidettä", "ei ole toteutettu täällä" ja "odottava ja epäilevä". Myönteiset mielipiteet ovat paljon yleisempiä kuin kielteiset, joita esitti keskimäärin vain pari prosenttia. Taulukko osoittaa selvien asenteiden prosenttiosuuden pienenevän toimenpiteen teknisen vaativuuden kasvaessa. Tämä johtuu ymmärrettävästi siitä, että mitä vaativampi toimenpide oli kysymyksessä, sitä harvempi rikastamo sen oli toteuttanut.

Taulukko 5. Automaatiosta koituvan hyödyn arviointi.

Table 5. Estimation of benefits of automation to connected parties.

Osapuoli/Party	Hyötyä	Haittaa
	%	%
1. Yhteiskunnalle	49	10
2. Yhtiölle	80	2
3. Työntekijälle	60	8
4. Itse vastaajalle	55	4

Hyötyä = gets benefit. Haittaa = gets disadvantage. — 1. Society in general, 2. Company, 3. Worker, 4. Myself

Kyselyssä tiedusteltiin työntekijöiden mielipidettä rikastamojen automaatiosta aiheutuvasta hyödyistä, ts. heitä pyydettiin eri kysymyksin ilmaisemaan, missä määrin he katsoivat automatisoinnista koituvan hyötyä tai haittaa yhteiskunnalle, yhtiölle, yleensä työntekijöille tai vastaajalle itselleen. Taulukosta 5. nähdään, että vas-

Taulukko 6. Automaatiosta tiedottamisen arvioitu määrä.

Table 6. Estimation of amount of information of automation.

Määrä Amount	Automaation taso/level		
	Alhainen (I)	Kohtalainen (II)	Korkea (III)
	%	%	%
1. Runsasta	3	12	21
2. Puutteellista	18	36	24
3. Erittäin puutteellista	21	41	43
4. Ei vastausta	58	11	12

1. Abundant, 2. Insufficient, 3. Very insufficient, 4. No opinion

taajien käsitysten mukaan automaatiosta on ensisijaisesti hyötyä kaikille osapuolille.

Tutkimusta suoritettaessa kävi hyvin ilmi, kuinka tärkeätä on tiedottaminen työntekijöille laitoksessa tapahtuvista teknisistä muutoksista, joita esimerkiksi lisääntyvä automaatio aiheuttaa (Taulukko 6.). Edellä esitetty,

tiedottamisen tärkeyttä heijastava taulukko sopii hyvin yhteen yleisen käsityksen kanssa, jonka mukaan informaatio, joka työntekijälle annetaan tulevasta suunnitelmista ja muutoksista koskien automaatiota tai yleensä teknistä muutosta, koetaan lähes aina riittämättömiksi. Tiedottamisen puute taas saattaa aiheuttaa työntekijän taholta turhaakin vastustusta suunniteltuja toimenpiteitä kohtaan, mikä ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa tullut merkittävästi esille.

PÄATELMIA

Kun on tutkittu samanaikaisesti automaation eri asteita edustavia rikastamoja, on automaation teknistä ilmenevistä ja sen vaikutuksia voitu eritellä. Automaatio on muuttanut rikastamotyön luonnetta ja työtehtäviä. Se on johtanut työvoiman säästöön laboratoriossa ja luonut uusia työpaikkoja instrumentoinnin huollossa ja suunnittelussa. Koska vaikutukset riippuvat automaation teknisestä asteesta, ne voidaan ottaa huomioon automatisointitoimenpiteiden suunnittelussa. Tutkimus on osoittanut suureita, jotka vaativat runsaasti inhimillistä valvontaa ja ovat siten tutkimus- ja kehitystyön luonnollisia kohteita. Automaatio on tuottanut useilla tavoilla taloudellista hyötyä, mutta tulokset ovat siinä määrin laitoskohtaisia, että yleispäteviä johtopäätöksiä ei voida esittää.

Kyselytutkimus osoitti, että työntekijäin suhtautuminen automaatioon on ennakkoluulotonta ja valtaosalla myönteistä tai neutraalia. Automaation katsotaan hyödyttävän kaikkia osapuolia ja sen edistyessä työtyytyvyys yleensä lisääntyy, mitä osoittaa sen tähänastisen toteuttamisen työntekijäin kannalta onnistuneeksi.

Kirjoittajat esittävät kiitoksensa Kauppa- ja teollisuusministeriölle, joka myönsi apurahan tutkimusta varten, Outokumpu Oy:lle, Rautaruukki Oy:lle ja Myllykoski Oy:lle tilaisuudesta tutkimusmateriaalin keräämiseen sekä em. yritysten rikastamojen johdolle ja työntekijöille myönteisestä suhtautumisesta tutkimukseen.

SUMMARY

EFFECT OF AUTOMATION ON WORK IN CONCENTRATORS AND ON WORKERS' OPINIONS

The typical technical levels of automation in Finnish concentrators are characterised. Tasks of workers and their change with progress of automation are then studied for the four principal occupational groups, and effects on number of workers, process knowledge and economy are discussed. Saving of manpower in plant laboratory and creation of new jobs in maintenance and design of instrumentation is observed.

Workers' views and opinions related to work, instrumentation and automation, working environment, health etc. were collected using an anonymous questionnaire and tabulated as functions of level of automation. The workers felt that the work becomes more rewarding though also more demanding with progress of automation. The attitudes of a vast majority were unprejudiced and positive or at least neutral. Automation was considered to benefit all concerned parties. Degree of satisfaction increased generally with the level of automation which indicates a so far successful materialization of instrumentation and control.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. J. Jokipii. Diplomityö, TKK, 1974
2. E. Nuotio: Diplomityö, TKK, 1974
3. A. J. Niemi, S. Häkkinen, J. Jokipii, E. Nuotio. Esitelmä, Automaatiopäivät -75, Helsinki, 1975
4. E. A. Laurila, L. Saari, O. Castren. The annual Meeting of the Amer. Inst. of Min., Met. & Petroleum Eng. Inc., New York, 1960.
5. V. Appelberg. Sähkö 41 (1968), No 7—8, s. 176—180
6. A. Niemi. Acta Polyt. Scand. Chem. No 48, Helsinki, 1966
7. P. Eerola, U. Paakkinen. A Decade of Digital Computing in the Mineral Industry, Ed. A. Weiss, AIME, 1969, s. 827—851
8. J. Porko. Teollisuuslehti, 1972, No 6—7
9. P. G. Kihlstedt. Esitelmä 1972—01—11
10. U. Paakkinen. 2nd IFAC Symp. on Automation in Mining, Mineral & Metal Processing, 1976
11. O. Mattila, H. Penttilä. ibid.
12. M. P. Amsden. Can. Inst. Min. Bull. Sep. 1974, s. 47—50
13. A. J. Niemi. J.S.A. Inst. Min. Met. 76, 1975, Special issue on recent advances in mineral dressing, s. 26—33
14. S. Häkkinen, E. Nuotio. Papers of IFAC Workshop on Productivity and Man, Bad Boll, FRG, 1974

KAIVOSTEN TAPATURMATILASTOJA V. 1975.

	Tapa- turmien luku- määrä yht. kpl	Vaikeita tapa- turmia kpl	Kuole- maan johtaneet tapa- turmat kpl	Kaivos- työn- tekijöitä kpl	Kaivok- sessa tehty työ- tunteja h	Tapa- turmien johdosta menetetty työvuoroja kpl	Tapa- turmia 100 työn- tekijää kohti	Tapa- turmia miljoonaa työtuntia kohti	Menet- tyjä työ- vuoroja 1000 työtuntia kohti
Malmikaivokset	228	—	2	1293	2 482 442	2405	17,6	91,8	0,97
Kalkkikivikaivokset	47	—	—	270	519 010	474	17,4	90,6	0,91
Mineraalikaivokset	4	—	1	23	44 345	28	17,4	90,2	0,63
Muut kaivokset	—	—	—	5	8 990	—	—	—	—
Kaikki kaivokset	279	—	3	1591	3 054 787	2907	17,5	91,3	0,95
Kaikki kaivokset -74	294	1	3	1536	2 952 271	3438	19,1	99,6	1,16
-73	312	1	1	1507	2 896 002	4612	20,7	107,7	1,59
-72	282	2	6	1481	2 844 631	4406	19,0	100,0	1,55

IX Weltbergbau Kongress, Düsseldorf 24.-28. 5. 1976

DI Urho Valtakari, Paraisten Kalkki Oy

Yleisteema: "Raaka-aineet ja kaivostoiminta — avain kehitykselle".

"Vieraanvaraisessa Etelä-Amerikan vuorimiesmaassa, Perussa 3 vuotta sitten pohdittiin vuoden 2000 vuoriteollisuuden ongelmia. Siellä päätettiin IX kongressin paikaksi vanhat ja rikkaat vuorimiesperinteet omaavan maan, Saksan Liittotasavallan, teollisuuskeskus Düsseldorf. Tälle kongressille on kunniaksi, että Liittotasavallan presidentti Walter Scheel on sen suojelija ja että liittokansleri Helmuth Schmidt on mukana avajaisissa", sanoi tervehdyspuheessaan kongressin organisatiokomitean puheenjohtaja puolalainen professori Mieczyslaw Mrozowski. Hän jatkoi sanoen mm., että me edustamme ainutlaatuisia sukupolvea, jonka elinajalle on langennut suunnaton sekä avo- että maanalaisen toiminnan kehitys. Tätä aikaa voidaan kutsua kaivostyön kultaiseksi aikakaudeksi. Tekniikkamme empiirisestä luonteesta johtuen sen kehitykselle on välttämätöntä, että sekä teoreetikot että käytännön tuntijat saavat vaihtaa kokemuksiaan tällaisessa yleisessä ilmapiiressä.

Liittokansleri julisti kongressin avatuksi

Helmuth Schmidt avasi kongressin sanoen mm., että kaivosteollisuus ja ahkeruus muodostavat perustan maailman laajuiselle kehitykselle ja yhteistyölle. Silmin nähdessä ja korvin kuultavan selvästi tuli esille, että hän henkilökohtaisesti tunsi kaivosteollisuuden vaikeudet, mutta myös alalla piilevät mahdollisuudet. Tämä avajaispuhe oli mielestäni suuren valtiomiehen kaivostoinnalle kohdistama tunnustus. Hän mainitsi mm., että liittohallitus ei salli Saksan kivihiilikaivosteollisuuden kuivua pois, vaan sen on pystyttävä olemaan Saksan ja jopa eurooppalaisen terästeollisuuden perustana. Kansleri ei uskonut Rooman Klubin pessimistisiin ennusteluihin raaka-ainepulasta. Esim. energianälkäinen maailma tulee ottamaan käyttöönsä vielä laskemattomat hiilivaratkin öljyn säästämiseksi ja turvaamiseksi hiilen rinnalle. Kansleri painotti kehitysmaiden (Süd) suvereenista oikeutta hallita raaka-aineitaan, mutta lisäsi että tämä oikeus tuo mukanaan vastuun ja tässä tapauksessa vastuun maailman kasvusta ja sen taloudellisesta kehityksestä — eli vastuun toiminnasta joka koituu suoraan kehitysmaiden itsensä hyväksi.

"Se joka yrittää hankkia yksipuolisia etuja monopolien avulla tai kartellien markkinointimahdin väärinkäytöllä, estää pitkäaikaisesti maailman talouden kasvun". Tämän ajatuksen Schmidt tahtoi esittää molemmille puolille: etelä—pohjoinen, kehitysmaat—teollisuusmaat. Näillä periaatteilla ja molemminpuolisen ahkeruuden hyväksyvällä dialogilla raaka-aine- ja kehitysmaiden



Kirjoittaja keskustelemassa Portugalin edustajan J. Morais'in kanssa.

kanssa on hänen tukensa. (On huomattava, että samanaikaisesti oli Nairobissa kehitysmaiden kongressi, jossa eurooppalaiset maat ministeriensä välityksellä — mm. Suomi — esittivät kantansa molemminpuolisesta avusta.) Kansleri sanoi vielä lopuksi, että maailman on syytä oppia, ettei yksipuolinen riippuvuus hyödytä ketään, molemminpuolinen riippuvuus sen sijaan on yhteistyön ja maailmassa tapahtuvan edistyksen hyvä edellytys.

Viisi eri teemaryhmää

Samassa messualueen kongressikeskuksessa käsiteltiin juhallisten avajaisien jälkeen viisi eri teemaryhmää, siten, että kukin asianomainen esitti max. 10 minuutin yhteenvedon paperistaan, joka kokonaisuudessaan oli painettu ilmoittautumisen yhteydessä annettuun, 93 esitystä käsittävään ja 7 cm paksuun kongressikertomukseen. Aikataulu piti hyvin, puheenjohtajiston ei tarvinnut useinkaan puuttua tässä mielessä esityksiin. Jotkut esitykset olivat laverteluja ja yhteenvedot kuvien esittämistä ilman ytimen valaisua. Esitykset olivat 27 eri maasta. Mukana oli kaksi suomalaista; Raimo Matikaisen "Tietokonekäsitteilysovellutuksia kaivosten suunnittelussa" ja allekirjoittaneen "Yhdistetyn maanalaisen ja avolouhinnan sovellutuksia suomalaisissa kaivoksissa".

Teemaryhmät olivat:

- I Vuorityön asema kansojen ja maailman taloudessa
- II Vuorityö ja ympäristö
- III Kaivosten suunnittelu ja käyttö
- IV Edistys käytön keskittämisessä
- V Keskustelu vuori-insinöörien perus- ja jatkokoulutuksesta.

Viimeisenä kokouspäivänä esittivät teemaryhmien puheenjohtajat vielä yhteenvedon mielestään merkityksellisistä esille tulleista asioista. Keskustelumaisen V teemaryhmän käsittelyssä herätti huomiota yleismaailmallinen vaikeus saada riittävästi kaivosinsinöörikoulutukseen innostuneita oppilaita. Prof. Rotter DDR:stä esitti kokemuksenaan loppukeskustelun yhteydessä, että tämä asia on heillä ratkaistu määrätietoisella ja tavoitteellisella tavalla, sillä jo varhaisessa vaiheessa määrätään kullekin vuori-insinööriksi koulutettavaksi otetulle tarkka vuoriteollisuushaara tai -ala ja että tämä järjestelmä toimii kaikkien tyydytykseksi.

Maailman laajin kaivosteollisuusnäyttely

Kongressin yhteydessä oli upouden näyttelyalueen 11 hallista kuusi ja koko ulkoalue täynnä alan viimeisimpiä laitteita ja menetelmien esittelypaikkoja. Näytteillepanijoita oli 550. Hiilikaivosten laitteet eivät olleet esillä niin hallitsevasti kuin edellisessä saksalaisessa näyttelyssä v. 1958 Essenissä, vaan alan monitahoisuus tuli esille. Suomalaisten näytteillepanijoiden osuus supistui Tamrockin ulkoilmaosastoon, joka kiinnosti kävijöitä suuresti ja Finnminersin pieneen, kävijöiltä monasti huomaamatta jääneeseen halliosastoon.

Yleisesti näyttely oli asiallinen, kouluttava ja tarpeellinen alalla työskenteleville kehittäjille ja yrittäjille. Eri valmistajien erikoisnäytöksille oli näyttelyjohto tehnyt "lukujärjestyksen". Tämä helpotti ja järkeisti kongressin osanottajien ajan käyttöä.

Reinin risteily

Viikon ohjelmaan sisältyi myös keskiviikkoiltapäivän ja -illan vinyt risteily Loreleysta alas Düsseldorfin. Junnalla ajettiin ensin St. Goarshauseniin ja siellä noustiin laivoihin nimeltä Loreley ja Berlin.

Kuten sarja symposioita

Tällaisten yli tuhannen osanottajan (yhteensä n. 2000, joista seuralaisia t.s. vaimoja n. 600) monikielinen kongressityöskentely jakautuu teemakohtaisuuden lisäksi erilaisiksi työ- ja keskusteluryhmiksi. Tällä tavoin tämä vapaa ilmapiiri antaa osanottajilleen informaatiota aivotta aivoon ja niin on virallisen ohjelman päälle muodostunut matriisina sarja symposioita tämän kreikkalaisen sanan alkuperäistä juhla-merkitystä myöskään unohtamatta. Kokonaisuutena kongressi oli onnistunut ja järjestäjät ovat täyden kympin ansainneet.

Tiedon ja tekniikan vienti motiivoi

Sekä kongressia että näyttelyä seuratessa sai sen kuvan, että eri maat pyrkivät näissä globaalisissa ammattialakohtaisissa tilaisuuksissa tekemään tietonsa, taitonsa ja tuotantonsa tunnetuksi määrätietoisesti. Ulkomaankaupan lisääminen ja tarjoutuminen yhteistyökumppaniksi näyttää olevan yhä tavallisempi eri tavoin muodostuneiden ryhmien tavoite. Tämän olimme kokous- ja esitelmäsosallistumista valmistellessamme ottaneet osittain huomioon informoiden siitä mm. Finnminers-ryhmää. Syytä on kuitenkin vielä toistaa — eripuraisia hämmälyksiä kun olemme — että asiantuntijaosallistujien ja näytteillepanijoiden yhteispanos voi tuottaa pienelle Suomelle kokonaisvaltaisia vientiprojekteja. Sopivien avainhenkilöiden kerääminen osanottajalistasta ei muutamalle kaupalliselle sihteerille olisi ollut mahdoton tehtävä. Tästä olisi voinut saada kimmokkeen, kuvaannollisesti sanoen "räätälivalmisteisen puvun mittojen ottaminen" eli geologisesta kartoituksesta kaivostuotantoon ja markkinointiin sekä ympärille rakennettavan koulutusyhteiskunnan hahmottelu.

MATERIAALIOPIN KANSAINVÄLINEN SEMINAARI LIEKSASSA

Tampereen teknillisen korkeakoulun Materiaaliopin laitos järjesti maassamme jo neljännen kerran alan kansainvälisen tutkimusseminaarin Lieksan kristillisellä kansanopistolla elokuun 8.—13. päivinä 1976. Kutsuttuina luennoitsijoina olivat professori Derek Hull Liverpoolin Yliopistosta ja tri Manfred Wilkens Max-Planck-Instituutista, Stuttgartista. Professori Hull valotti luennoissaan polymeerien rakennetta, deformaatio- ja murtumismekanismia sekä valmistuksen vaikutusta mekaanisiin ominaisuuksiin. Tri Wilkens puolestaan selvitti menetelmiä, joita voidaan käyttää elektronimikroskopian täydentävinä metallien deformaatiota ja sen taustalla olevaa dislokaatorakennetta tutkittaessa. Röntgenmekaniikasta hän painotti Berg-Barrett-tyyppistä topografiaa ja viivan levenemistekniikkaa ja mekaanisista aineenkoetuskokeista eri muodonmuutosnopeuksilla tehtyjen kokeiden käyttämistä myötölujuuden termisen ja atermisen komponentin määrittämisessä.

Osanottajia oli järjestävän laitoksen lisäksi Linköpingin ja Luulajan korkeakouluista, Atomenergi Ab:n Studdsvikin tutkimuskeskuksesta, Oulun yliopistosta, Helsingin teknillisestä korkeakoulusta, Ovako Oy:n tutkimuskeskuksesta, Rauma-Repola Oy:stä ja Amerplast Oy:stä. Eri laitosten edustajat pitivät myös luentoja valottaen viimeaikaisia tutkimustöitään ja -tuloksiaan. Virallisen seminaariohjelman ulkopuolella osanottajat tustuiivat Lieksan teollisuuskylään ja sen tuotantoyksiköihin sekä vierailivat Kolilla ja taiteilija Eeva Rynnäsen ateljeessa.

MURSKKEEN VARASTOINTI TALVI- OLOSUHTEISSA

Komitea n:o 47

Komitean puheenjohtajana toimi DI Kimmo Kekki ja sihteerinä TkL Heikki Lantto.

Koko maassa esiintyy talviolosuhteiden aiheuttamia hankaluuksia murskeen varastoinnissa. Haitta-aika vaihtelee Etelä-Suomen kaivoksien 6...8 viikosta noin 7 kuukauteen Lapissa.

Pakkasvaikeuksia voidaan vähentää varastoimalla mahdollisimman kuivaa kiveä. Kokemukset ja arviot kriittisestä kosteusprosentista kasavarastoinnissa vaihtelevat välillä 1...3. Tämän yläpuolella vaikeudet ovat joko suuria tai suorastaan ylivoimaisia. Kosteutta voidaan alentaa seulomalla hienoin aines ja käsittelemällä se erikseen tai palauttamalla se kuivaamisen jälkeen muun murskeen sekaan. Käytetty seulontaraja on 3...25 mm.

Kattamattomaan varastoon kerääntyy märissä sääolosuhteissa vettä ja jos pakkaskausi seuraa heti perään, pintakerros jäätyy. Pahimmat ongelmat ajoittuvat 0...5 °C:n paikkeille suojan muuttuessa pakkaseksi.

Jos kasan purkaminen suoritetaan kauhakuormaajalla, riittävän iso kone pystyy rikkomaan jääntyneen pintakerroksen. Kamit voidaan myös siirtää odottamaan kevättä.

Painovoiman avulla purettavan kasan tehollinen tilavuus saattaa talvella pienentyä jopa puoleen siitä, mitä se on kesällä. Näin on asianlaita varsinkin silloin, kun materiaali sisältää kaikki raeluokat.

Siiloissa ei ole todettu pakkasvaikeuksia kovinkaan runsaasti. Talven aiheuttama tehollisen siilotilavuuden pieneneminen vaihtelee välillä 5...20 %. Seinämille jäänyt kiviaines saattaa irrotessaan tukkia ulosottoaukkoja tai holvautua. Aukoilla joudutaan tällöin ruunaamaan ja räjäyttämään. Siilojen alle voidaan asentaa lämmittimiä, joita käytetään kovimmilla pakkasilla.

Louhimalla siilo maan alle kallioperän lämpö voidaan käyttää hyväksi. Suomessa maanalaisen murskesiilon käyttö on vähäinen. Pohjois-Norjassa se on erällä laitoksilla pääasiallinen varastomuoto.

Avolouhosmalmiin pakkasvaikeuksia voidaan vähentää räjäyttämällä vain välittömästi lastattava määrä ja oleamalla ajamatta varastoon räntäsateen aikana. Siilovarastointi avolouhosmalmille edellyttää CaCl₂-liuoksen käyttöä. Myös maanalaisen malmin kosteutta voidaan pienentää lyhentämällä louheen varastointiaikaa. Tärkeintä kosteuden kannalta on kuitenkin veden pitäminen mahdollisimman tarkoin erillään malmista keräämällä ja pumpaamalla se louhoksesta tehokkaasti.

Erityisesti avokasalla saattaa talvella esiintyä pölyongelmia, koska silloin ei voida lisätä vettä niin kuin kesällä ja toisaalta materiaalin sisältämä kosteus on jäänyt. Käytettäessä CaCl₂-liuosta se lisätään kivien joukkoon useassa vaiheessa siten, että se sitoo pölyä mahdollisimman tehokkaasti.

Talvivarastoinnin erilliskustannuksista komitea sai vain hajanaisia tietoja eikä niiden pohjalta voitu tehdä vertailuja erilaisten ratkaisujen edullisuudesta toisiinsa nähden.

INSINÖÖRITARPEEN KARTOITUS

Ins. Ulla Lindström, Ovako Oy

Rautaruukki Oy, Outokumpu Oy ja OVAKO Oy ovat yhdessä kartoittaneet metallurgisen insinööritarpeensa vuoteen 1985 saakka.

Tutkimuksen mukaan nämä 3 yhdessä tulevat tarvitsemaan vuoteen 1985 mennessä 442 diplomi-insinööriä ja 364 opistoinsinööriä. Tutkimus suoritettiin vuoden vaihteessa 1975—76 ja perustuu laitoksittain suoritettuun kyselyyn. Työryhmän kokoonpano oli koulupääll. Erkki Ojala, Rautaruukki Oy, koulupääll. Matti Kempainen, Outokumpu Oy. ja koul.ins. Ulla Lindström OVAKO Oy.

Nimikkeistö on laadittu yhteistyössä korkeakoulujen (HTKK, TTKK ja Oulun yliopisto) kanssa.

Tutkimuksen tulokset on käsitelty kunkin yhtiön johtelimissä ja julkaistu Perus-3-Metallin kokouksen yhteydessä 23. 4. 1976 Imatralla.

Tutkimus on ainoastaan kartoittanut uusien vakansien määrän huomioiden poistumaan.

Dipl.ins. kohdalla käytettiin kolminjakoa, prosessimetallurgia, fysikaalinen metallurgia ja muut metallurgiaan liittyvät alat.

Tarve on suurin prosessimetallurgian alalla.

Opistoinsinöörin kohdalla on käytetty perinteisiä opintolinjan nimikkeitä, jossa prosessitekniikka ja koneenrakennus ovat hallitsevia.

Oheisena yhteenveto tutkimuksen tuloksista.

Opintolinjat	Vuositarve					81...85	Yht.
	-76	-77	-78	-79	-80	Yht.	Yht.
Tekn. korkeak. tai yliopisto							
1 Prosessimetallurgia							
1.1 Pyrometallurgia	12	18	18	18	16	82	93
1.2 Hydrometallurgia	3	4	6	10	10	33	37
2 Fysikaalinen metallurgia							
2.1 Metallioppi	10	8	10	10	10	48	46
2.2 Muokkaus ja lämpökäsittely	8	11	13	11	10	53	48
2.3 Valimotekniikka	—	—	1	—	—	1	1
3 Muut							(105)
3.1 Korrosionestotekn.							(10)
3.2 Ympäristön- ja työsuojelun tekniikka							(17)
3.3 Metallurginen suunn.							(12)
Yhteensä henkilöä	33	41	48	49	46	217	225
Teknillinen opisto							
1 Prosessitek. (ml. kemia)	10	12	12	13	14	61	65
2 Koneenrakennus	9	14	16	11	5	55	55
3 Konstruktitekniikka	2	6	6	6	5	25	29
4 Käyttötekniikka	5	4	8	6	9	32	42
5 Muut							(60)
Yhteensä henkilöä	26	36	42	36	33	173	191



DANILO GRANFELT
19. 6. 1916—28. 5. 1976

Ingenjör Danilo (Dani) Granfelt nådde slutet av sin livsseglat den 28. 5. 76 i Helsingfors. Han föddes i Kotka den 19. 6. 16, och skulle sålunda ha fyllt 60 år endast några veckor efter sin död. Han växte upp i industrisamhället Karhula och var under sina pojkar en ivrig scout. Sin studentexamen avlade han i Kotka samskola, ett läroverk vars elevmaterial från fäderne bar en rätt dominerande industriell prägel. Denna miljö blev en vägledning till tekniska studier, vilka han slutförde i Helsingfors tekniska läroverk och blev ingenjör 1946. Han praktiserade i Petsamon Nikkeli.

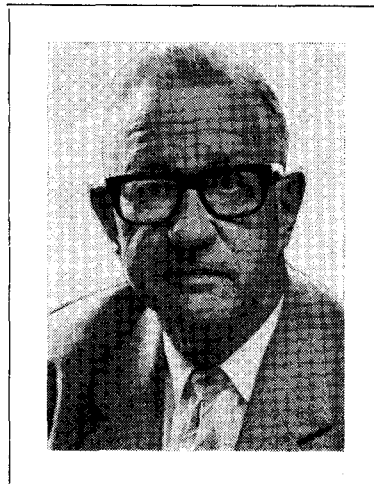
Ingenjör Granfelt valde som sin specialgren metallurgin och tjänstgjorde i Statens tekniska forskningscentral i ett par decennier. Då hans uppgift bestod bl.a. i att i forsknings- och kontrollsyfte besöka landets ledande järnverk och verkstäder, blev han känd överallt där utvecklingen av modern metallurgi var aktuell. Denna epok blev hans huvudsakliga yrkesinsatts, vilken han fullgjorde med stort intresse och med en känsla av att i sitt arbete förverkliga sig själv.

Senare var ingenjör Granfelt anställd vid Oy Grönblom Ab, Oy Veho Ab och Scanpol Ab. Han arbetade aktivt ända till det sista.

Under vinter- och fortsättningskriget tjänstgjorde han som artilleriofficer på Karelska näset och i Lappland. Han avancerade till kapten och dekorerades bland annat med järnkorset.

Dani Granfelt var till hela sitt väsen en naturälskare. Både på sina arbetsplatser, i hemmet och bland sina vänner var han känd för sin stoiska sinnesjämvt, i förening med optimism och sitt ljusa väsen. Dessa egenskaper hjälpte honom att finna sig tillrätta med livets motgångar och då särskilt med en lång och svår sjukdom. Många av hans släktingar och vänner saknar honom särskilt som en gentleman i ordets allra bästa betydelse.

Dani Granfelt tillhörde Bergsmannaföreningen sedan år 1955.



EDVIN B. JOHANSON
16. 7. 1903—1. 6. 1976

Den 1 juni 1976 avled disponent Edvin B. Johanson, Sala, i en ålder av nära 73 år. Han var under åren 1942 till 1969 verkställande direktör för Sala Maskinfabriks Aktiebolag samt dess styrelseordförande fram till 1972. Han var därefter knuten till företaget — numera Sala International AB — som konsult till 1974.

Edvin B. Johanson var född i Eskilstuna och avlade ingenjörsexamen i hemstaden 1923, varefter han for till USA och arbetade inom bilindustrin i Chicago och Detroit. 1931 återkom han till Sverige som anställd vid Tornborg & Lundberg i Stockholm, som vid den tiden omfattade även Sala Maskinfabrik. 1932 utsågs han till konstruktionschef vid Maskinfabriken för att tio år senare tillträda som platschef och VD.

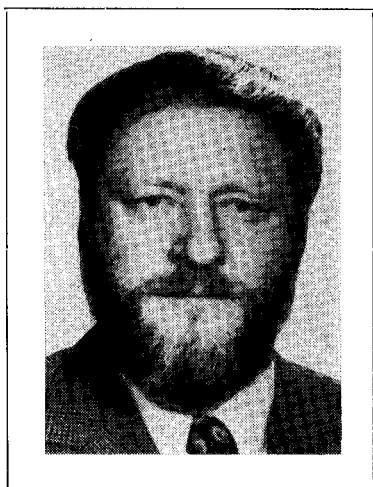
Edvin B. Johanson kombinerade på ett sällsynt sätt en framsynthet och intuition med sitt ingenjörskunnande. Han hade en aldrig svikande vitalitet. På detta grundade han sina 27 år som chef för Sala Maskinfabrik. Från den lilla ortsbundna verkstadsrörelsen skapade han ett företag med världsrykte inom mineralberedningsområdet. Han deltog outtröttligt i all utveckling av firman.

Edvin lämnar ett stort tomrum efter sig i alla de kretsar där han varit aktiv. Han blev medlem av Bergsmannaföreningen år 1960. Hans minne skall bevaras bland oss.

Toimitusjohtaja dipl.ins. Eino Erkko kuoli 22. p:nä kesäkuuta Meilahden sairaalassa äkilliseen sairauskohtaukseen. Hän oli syntynyt Forssassa 19. 12. 1926.

Tultuaan ylioppilaaksi Forssan yhteiskoulusta 1947 hän suoritti dipl.ins. tutkinnon Helsingin Teknillisessä Korkeakoulussa 1953.

Hän oli Raahe Oy:n valimopäällikkönä 1953—55, josta siirtyi Toijalan Valimo Oy:n toimitusjohtajaksi 1955 ja edelleen Oy Grönblom Ab:n valimo-osaston päälliköksi 1956—60. 1960 hän oli Oy John Stenberg Ab:n valimon päällikkönä ja edelleen Raahe Oy:n valimon päällikkönä 1961, jossa toimessa hän oli aina 1969 saakka ja siirtyi sieltä Lappeenrannan Konepaja Oy:n toimitusjohtajaksi. Täällä hänen aikanaan on toteutettu levyosaston ja ko-



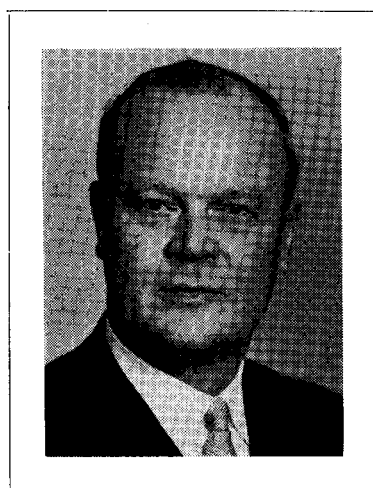
EINO ERKKÖ

19. 12. 1926—22. 6. 1976

neistamon laajennusvaiheet ja hän pani alulle uuden levyosaston laajennustyöt sekä kehitti konepajan toiminta-ajatusta tuotekeskeiseksi.

Häneltä riitti oman toimensa lisäksi aikaa moniin harrastuksiin. Innokkaana metsästäjänä ja riistan hoitajana hän perusti supitarhan Rasivaaraan ja kehitti menestyksellisesti supien tarhausta maassa. Lappeenrannan Pursiseuran kunniajäseneksi hänet valittiin 1974.

Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän oli vuodesta 1970.



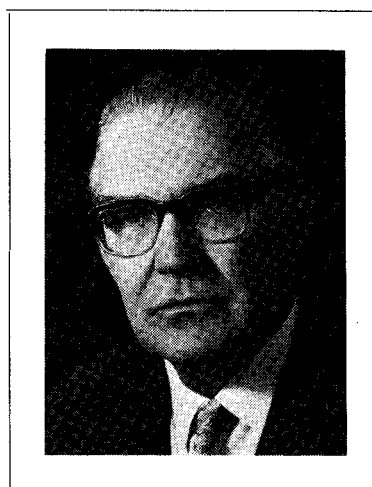
C. BIRGER SALONEN

14. 2. 1905—3. 7. 1976

Den 3 juli avled i Helsingfors dipl.ing. C. Birger Salonen. Han var född i Åbo 14. 2. 1905, blev student från Svenska kallsiska lyceum 1923 och utdimitterades 1928 från Tekniska högskolan.

Från 1927 tjänstgjorde Salonen som konstruktör och arbetschef vid Alfr. A. Palmbergs ingenjörbyrå, och efter ett par år vid Outokumpu Oy verkade han från 1938 som verkställande direktör vid Oy Teollisuusrakenne — Industrikonstruktion Ab.

Dipl.ing. Salonen var Bergsmannaföreningens medlem sedan år 1947.



JUHANI SEITSAARI

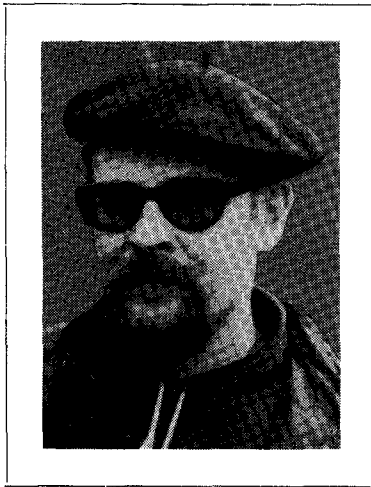
9. 10. 1913—5. 7. 1976

Professori Juhani Seitsaari syntyi Helsingissä 9. 10. 1913. Ylioppilaaksi hän tuli Sortavalan lyseosta v. 1932. Hän opiskeli Helsingin yliopistossa geologiaa ja mineralogian suorittaen fil.kand. tutkinnon sodan jälkeen v. 1945. Tohtoriksi Seitsaari väitteli v. 1951.

Työnsä professori Seitsaari aloitti Helsingin yliopiston geologian ja mineralogian assistenttina vv. 1945—1957. Hänet nimitettiin geologian ja mineralogian dosentiksi v. 1955 ja apulaisprofessoriksi v. 1957. Mittavimman osan työstään professori Seitsaari suoritti kuitenkin Oulussa, minne hän siirtyi v. 1961 hoitamaan vasta perustettua geologian ja mineralogian professorin virkaa, johon hänet nimitettiin vakinaiseksi v. 1963.

Juhani Seitsaaren tutkimustyö alkoi Tampereen liuskealueella, mistä hän väitöskirjansa jälkeenkin julkaisi useita tutkimuksia. Siirtyminen Ouluun katkaisi kuitenkin vireästi alkaneen julkaisutoiminnan. Oman karriäärin luominen tutkijana sai väistyä opetustyön ja hallinnollisten tehtävien viedessä kaiken ajan. Niinpä hän loikin Oulun yliopiston geologian laitoksen lähes tyhjästä merkittäväksi ja hyvin toimivaksi opetus- ja tutkimuskeskukseksi.

Suomen Geologisen seuran jäsen hänestä tuli v. 1941. Seuran hallituksen jäsen hän oli kahteen otteeseen, v. 1952 ja v. 1961. Seuran varapuheenjohtajana hän toimi v. 1959 ja puheenjohtajana v. 1960. Seuran julkaisusarjan toimittaja hän oli 1956—1958, ja sarjan toimitusneuvostoon hän kuului vv. 1960—1967. Hän kuului kauppa- ja teollisuusministeriön kutumana geologina tutkimuslaitoksen neuvottelukuntaan v. 1971 alkaen ja Pohjois-Suomen malmigeologiseen toimikuntaan sen perustamisesta eli v. 1971 lähtien. Hän oli myöskin IGCP-toimikunnan jäsen v. 1974 lähtien ja Oulun yliopiston edustaja Outokumpu Säätiön hallituksessa v. 1976 lähtien. Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän oli v. 1956 alkaen.



SAKARI LESKELÄ
11. 5. 1941—13. 7. 1976

Fil.kand. Sakari Oiva Leskelä kuoli lento-onnettomuudessa Vuotsossa heinäkuun 13 p:nä 1976.

Sakari Leskelä oli syntynyt Padasjoella 11. 5. 1941 ja pääsi ylioppilaaksi Heinolan yhteislyseosta 1961. Hän opiskeli geologiaa ja paleontologiaa Helsingin yliopistossa ja valmistui fil.kandidaatiksi 1968.

Jo vuonna 1967 Sakari Leskelä tuli pysyväisesti Geologisen tutkimuslaitoksen palvelukseen, jossa hänen pääasiallinen tehtävänsä oli Länsi- ja Keski-Lapin maaperägeologinen kartoitus ja tutkimus. Kun Geologinen tutkimuslaitos perusti aluetoimiston Rovaniemelle Leskelä muutti sinne päätehtävänä Lapin maaperäkartoitus, ja vuosina 1975—1976 hän toimi maaperäosaston Pohjois-Suomen kartoitusryhmän päällikkönä.

Fil.kand. Leskelä oli Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuodesta 1973 alkaen.



AARNE RÄIKKÄ
25. 7. 1928—9. 9. 1976

Dipl.ins. Aarne Reino Räikkä kuoli 9. syyskuuta Helsingissä. Hän oli syntynyt Helsingissä 25. 7. 1928, pääsi ylioppilaaksi Helsingin normaalilyseosta 1946 ja valmistui dipl.insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta 1956.

1956—1959 Aarne Räikkä toimi Kalex Oy:n teknillisenä johtajana. Vuosina 1959—1966 hän oli Salon Sähkö- ja konetehdas Oy:n myyntipäällikkö ja 1966—1967 saman yhtiön teknillinen johtaja. Vuonna 1968 hänet nimitettiin myyntipäälliköksi Oy Fiskars Ab:n keskuskonttoriin Helsinkiin, ja tässä tehtävässä hän oli kuolemaansa saakka.

Dipl.ins. Räikkä kuului Vuorimiesyhdistykseen vuodesta 1967 lähtien.



MAX CANDELIN
14. 12. 1886—28. 10. 1976

Yli-insinööri Max Candelin kuoli 28. 10. Paraisilla. Hän oli syntynyt 14. 12. 1886 Oulaisissa, tuli ylioppilaaksi Jyväskylässä 1904 ja valmistui dipl.insinööriksi Helsingissä 1908. Max Candelin teki pitkän ja vuoriteollisuudelle merkittävän elämäntyön. Hän toimi ensin Kiirunassa vuoteen 1912, sikäläisen malmiradan sähköistämistöimistössä. Tämän jälkeen hän liittyi siihen suomalaisten insinöörien joukkoon, joka ennen 1. maailmansotaa ja sen aikana loi Venäjän öljykenttien suuruuden, ensin Bakussa ja sittemmin Kaspian meren itäpuolella, Nobelin konserniin kuuluneen Uralskaja Neftin palveluksessa. Max Candelin palasi kotimaahan v. 1921, jossa ryhtyi, samoin kuin monet muut Bakussa toimineet suomalaiset insinöörit, kehittämään Suomen vuoriteollisuutta. Hän suoritti ansiokkaan päivätyön Paraisten Kalkki Oy:n kaivosinsinöörinä ja sittemmin yhtiön teknillisenä johtajana vuoteen 1958, jolloin hän jäi eläkkeelle. Näissä tehtävissä hän työskenteli kaukonäköisesti. Osoituksena tästä on mm. se, että hänen 20-luvulta peräisin olevien ratkaisujensa periaatteita seurataan edelleenkin nykYTEKNIikkaan sovellettuina. Max Candelin oli Vuorimiesyhdistyksen perustajajäsen.

Uusia jäseniä Nya medlemmar

Vuorimiesyhdistys r.y. hallitus on hyväksynyt seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

Kokouksessa 20. 4. 1976

Aarnisalo, Pentti Juhani, FK, s. 22. 9. 1944. Outokumpu Oy, Malminetsintä, geologi. Osoite: Aurorankatu 9 B 9, 00100 Helsinki 10.

Astermo, Nils-Ake, bergsing. f. 9. 3. 1950. Pargas Kalk Ab, Pargas, gruvning. Adress: Tunnelvägen 4, 21600 Pargas.

Basilier, Karl Olai René, DI, f. 9. 8. 1945. Outokumpu Oy, Teknisk export, exporting. Adress: Grundvägen 29 A 2, 00330 Helsingfors 33.

Heikkilä-Harinen, Ritva Anneli, FK, s. 6. 5. 1946. Paraisten Kalkki Oy, Paraisten kaivos, geologi. Osoite: Tinatuoppi 3 A 21, 21600 Parainen.

Helenius, Asko Juhani, DI, s. 2. 10. 1936. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, vetämön osastopäällikkö. Osoite: Tuohipolku 12, 28360 Pori 36.

Heljala, Toivo Antero, DI, s. 2. 6. 1948. Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaas, sulaton käyttöins. Osoite: Kuparitehtaas, taantie 10 A, 29200 Harjavalta.

Hooli, Paavo Ossian, DI, s. 15. 5. 1949. Ovako Oy, Imatran terästehdas, prosessikehitysosasto, tutkimusins. Osoite: Terästehdas B 108/13, 55610 Imatra 61.

Isonmäki, Olli-Pekka, FK, s. 21. 4. 1947. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, kaivosgeologi. Osoite: Karsitie 3 A, 86440 Lampinsaari.

Joensuu, Seppo Antti Ilmari, DI, s. 20. 4. 1949. Suomen Malmi Oy, kairausinsinööri. Osoite: Siltasaarenkatu 11 C 58, 00530 Helsinki 53.

Kaján, Markku Uolevi, DI, s. 2. 5. 1950. Suomen Malmi Oy, kaivospalveluins. Osoite: Harjukatu 3 C 51, 00500 Helsinki 50.

Kallio, Kari Tapio, DI, s. 9. 5. 1948. Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivos, kaivoksen käyttöins. Osoite: Happo B 25, 88200 Otanmäki.

Kinnari, Pekka Aarre, DI, s. 1. 3. 1948. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, tutkimuslaitos, tutkimusins. Osoite: Ollinkehä 6 C 28, 92120 Raahen 2.

Koivunen, Pertti Kalervo, DI, s. 19. 12. 1949. Oy Tampella Ab, Tamrock, myynti-ins. Osoite: Kalkun viertotie 1 B 35, 33330 Tampere 33.

Koski-Lammi, Antti Samuli, DI, s. 30. 11. 1950. Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaas, sulaton käyttöins. Osoite: Saimaantie 12 A 4, 29200 Harjavalta.

Latvalahti, Raija Ulla Margareta, FK, s. 13. 10. 1946. Outokumpu Oy, Malminetsintä, Etelä-Suomen kenttägeologi. Osoite: Arkadiankatu 33 A 28, 00100 Helsinki 10.

Leppänen, Paavo Juhani, DI, s. 26. 9. 1941. Outokumpu Oy, Tornion jaloterästehdas, tuotannon suunnitteluins. Osoite: Untolantie 3 G 1, 95420 Tornio 2.

Mattila, Hannu Olavi, FK, s. 25. 12. 1948. Rautaruukki Oy, Malminetsintä, geologi. Osoite: Rovakatu 12/7, 96100 Rovaniemi 10.

Mäkelä, Tuomo Vesa, FK, s. 20. 8. 1950. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, geologi. Osoite: Kaivoskatu 12 as 10, 86440 Lampinsaari.

Oksama, Matti Kalervo, DI, s. 7. 6. 1949. Helsingin Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, geofysiikan laboratorio, assistentti. Osoite: Karjalankatu 5 B 29, 00520 Helsinki 52.

Rosenqvist, Harry Arnold, FM, f. 19. 9. 1943. Outokumpu Oy, Malmletning, geolog. Adress: Hindsby, 04130 Niby.

Tammenmaa, Kalevi, DI, s. 28. 12. 1945. Helsingin Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, geofysiikan laboratorio, tutkija. Osoite: Lindalintie 2 C 24, 02400 Kirkkonummi.

Tervo, Timo Uolevi, FK, s. 23. 2. 1948. Geologinen tutkimuslaitos, geofysiikan osasto, geofysikko. Osoite: Hiirakkotie 2 A 7, 01200 Vantaa 20.

Tontti, Mikko Antero, FK, s. 20. 11. 1947. Helsingin Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto, Pohjois-Suomen malmitedostoprojektin tutkimusgeologi. Osoite: Maininkitie 12 B 21, 02320 Espoo 32.

Wickstrand, Olli Kalevi, DI, s. 10. 5. 1943. Oy John Stenberg Ag, teräsvalimon käyttöpäällikkö. Osoite: Solnantie 32 A 25, 00330 Helsinki 33.

Vuotovesi, Tauno Antero, FK, s. 23. 11. 1946. Rautaruukki Oy, Malminetsintä, Rovaniemen toimisto, geologi. Osoite: Koskenranta 13 A 9, 96200 Rovaniemi 20.

Yllö, Erkki, DI, s. 11. 9. 1948. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, vienti-ins. Osoite: Kilonrinne 10 E 117, 02610 Espoo 61.

Kokouksessa 11. 6. 1976

Arola, Veikko Kullervo, DI, s. 22. 2. 1950. Outokumpu Oy, Vihannin kaivos, kaivososaston suunnitteluins. Osoite: Laationtie 3 B, 86440 Lampinsaari.

Laatio, Eero Veli Matti, DI, s. 13. 12. 1950. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, kaivoksen tuuletus- ja turvallisuusins. Osoite: Koivikkotie 6 A, 86900 Pyhäkumpu.

Larsson, John, FK, f. 13. 6. 1946. Pargas Kalk Ab, forskningsanstalten, kemist. Adress: Domherregatan 6 N 153, 20600 Åbo 60.

Lumme, Pertti Juhani, DI, s. 21. 9. 1941. Paraisten Kalkki Oy, perusmateriaaliryhmän Lappeenrannan tehtaas, tuotantopäällikkö. Osoite: Paraistentie 7 C, 53650 Lappeenranta 65.

Markkanen, Heikki, DI, s. 26. 3. 1951. Myllykoski Oy, Luikonlahden kaivos, rikastusins. Osoite: 73670 Luikonlahti.

Nuotio, Esko Sakari, DI, s. 24. 7. 1944. Suomen Akatemia, Valtion teknillis-tieteellinen toimikunta, tutkimusapulainen. Osoite: Otsolahdentie 20 S 133, 02100 Espoo 10.

Pyykkö, Timo Matti, DI, s. 22. 11. 1945. Roan Consolidated Mines, Zambia, Senoir mining engineer. Osoite: Mäntyviita 3 A 7, 02100 Espoo 10.

Soininen, Eero Mikko Antero, I, s. 14. 9. 1945. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, kaivoksen käyttöins. Osoite: Koivikkotie 8 B, 86900 Pyhäkumpu.

Turkka, Seppo Eero Vilhelm, FM, s. 13. 8. 1935. Oy Lohja Ab, kenttägeologi. Osoite: Saarnimetsäntie 27, 08700 Virkkala.

Virtanen, Pertti Antero, DI, s. 8. 8. 1947. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, vuoritekniikan laboratorio, tutkija. Osoite: Haapaniemenkatu 16 A 35, 00530 Helsinki 53.

Kokouksessa 31. 8. 1976

Erlamo, Seppo Juhani, DI, s. 23. 1. 1943. Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaas, sinkkitehdas, elektrolyysin käyttöins. Osoite: Katajatie 6 as 3, 67200 Kokkola 20.

Hanniala, Teuvo Pekka Tapio, DI, s. 19. 8. 1949. Outokumpu Oy, Teknillinen suunnittelu, prosessi-ins. Osoite: Aapelinkatu 13 C 43, 02230 Espoo 23.

Heino, Seppo Tapio, DI, s. 29. 6. 1948. Outokumpu Oy, Teknillinen suunnittelu, prosessi-ins. Osoite: Kallioruohonpolku 5 B 46, 01300 Vantaa 30.

Hietalahti, Voitto Veli, I, s. 4. 3. 1941. Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaas, rikkitehdas, sulaton tutkimusins. Osoite: Tarharannanpolku as 7, 67700 Kaarlela.

Hovatta, Heikki Juhani, DI, s. 16. 11. 1949. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, tutkimuslaitos, tutkimusins. Osoite: Ollinkehä 6 E 54, 92120 Raahen 2.

Järvinen, Aimo Ensio, I, s. 26. 4. 1943. Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaas, sinkkitehdas, prosessimetallurgi. Osoite: Honkatie 14 E, 67200 Kokkola 20.

Kangas, Eero Kalevi, I, s.16. 12. 1945. Oy Skega Ab, toim. joht. Osoite: Lönnrotinkatu 9 A 22, 70500 Kuopio 50.

Karikoski, Antti Tapani, DI, s. 25. 3. 1948. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, tuotekehitysosasto, tutkimusins. Osoite: Yrjönkatu 5 D, 28100 Pori 10.

Kolehmainen, Juhani Toivo Adrian, DI, s. 27. 6. 1935. Roxon Oy, kaupallinen johtaja. Osoite: Mariankatu 17 A 28, 15110 Lahti 11.

Kortehisto, Arimo Rainer, I, s. 10. 3. 1938. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, laboratorioins. Osoite: Koivistonpuistikko 45 D 70, 28130 Pori 13.

Krogerus, Helge Johannes, DI, s. 25. 10. 1943. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, tutkimusins. Osoite: Pohjoiskauppatori 3 C 27, 28100 Pori 10.

Laakso, Vesa Torsti Gunnar, DI, s. 23. 9. 1949. Metallurgiska forskningsstationen, tutkija. Osoite: Metargränd 39, 95142 Luleå, Sverige.

Lakkala, Ossi Antero, DI, s. 14. 10. 1949. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, tutkimuslaitos, tutkimusins. Osoite: Olinkehä 4 G 73, 92120 Raahen 2.

Lehtonen, Marja-Liisa, I, s. 29. 1. 1943. Outokumpu Oy, Metallurginen tutkimus, kirjallisuusins. Osoite: Kulmalantie 3, 28130 Pori 13.

Liisanantti, Risto Heikki, DI, s. 23. 2. 1950. Outokumpu Oy, Tornion jaloterästehdas, sulaton tuotannosuunnitteluins. Osoite: Ahotie 11 D 3, 95420 Tornio 2.

Murola, Kauko Matti Olavi, DI, s. 19. 11. 1945. Ovakoryhmä, tutkimuskeskus, tutkimusins. Osoite: Terästehdas B 104, 55610 Imatra 61.

Mylykoski, Kullervo Matias, DI, s. 17. 9. 1946. Outokumpu Oy, Kokkolan tehtaas, sinkkitehdas, puhdistamon käyttöins. Osoite: Snellmaninkatu 37, 67100 Kokkola 10.

Nelson, Neville John, TkT, s. 5. 5. 1944. Ovakoryhmä, tutkimuskeskus, tutkimusins. Osoite: Savikannantie 27, 55610 Imatra 61.

Rättyä, Eero Arvid, DI, s. 11. 12. 1948. Outokumpu Oy, Tornion jaloterästehdas, sulaton tutkimusins. Osoite: Uuntolan-
katu 3 D 3, 95420 Tornio 2.

Sihvo, Matti Sakari, DI, s. 13. 3. 1947. Ovakoryhmä, tutkimuskeskus, tutkimusins. Osoite: Aittakuja 2 as. 6, 55610 Imatra 61.

Vatilo, Heikki Veli Kaleva, DI, s. 5. 5. 1951. Ovakoryhmä, tutkimuskeskus, tutkimusins. Osoite: Terästehdas B 108/12, 55610 Imatra 61.

Viitanen, Onni Herman Johannes (Jukka) DI, s. 10. 5. 1947. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, elektroniikkajaoksen päällikkö. Osoite: Harjuviita 4 as 25, 02100 Espoo 10.

Willberg, Jorma Torbjörn, DI, f. 3. 3. 1937. Oy Wärtsilä-Höganaäs Ab, bitr. direktör. Adress: Tirholmsvägen 29 B, 00200 Helsingfors 20.

Virtanen, Henri Kalervo, DI, s. 22. 1. 1951. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, kromaamon ja suolatehtaan kehitysins. Osoite: Kanervankatu 34, 28120 Pori 12.

Kokouksessa 12. 11. 1976:

Hursti, Harri Jalmari, DI, s. 21. 8. 1950. Matti Kivinen Oy, työpäällikkö. Osoite: Tornikatu 3 A 17, 21200 Raisio.

Hämäläinen, Arno Petteri Juhani, DI, s. 7. 5. 1947. Machinery Oy, myynti-ins. Osoite: Pajamäentie 9 C 32, 00360 Helsinki 36.

Juhava, Risto Juhani, FM, s. 23. 9. 1942. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, kaivosgeologi. Osoite: Koivikkotie 8, 86900 Pyhäkumpu.

Koskela, Veikko Antero, DI, s. 30. 1. 1951. Outokumpu Oy, Keretin kaivos, tutkimusins. Osoite: Pohjoisahonkatu 20 as. 6, 83500 Outokumpu.

Lehtovaara, Jyrki Juhani, FT, s. 29. 4. 1942. Suomen Akatemia, Valtion luonnontieteellinen toimikunta, tutkimusassistentti. Osoite: Lemminkäisenkatu 19 A 18, 20720 Turku 72.

Ohenoja, Yrjö Vilho Johannes, FM s. 20. 12. 1937. Outokumpu Oy, Hituran kaivos, kaivosgeologi. Osoite: 85500 Niivala.

Vartiainen, Veijo Matias, DI, s. 2. 7. 1948. Lemminkäinen Oy, louhinta- ja murskausosasto, kehitysins. Osoite: Ojaanpolku 8 A 7, 01600 Vantaa 60.

JERNKONTORETS ANNALER

uudistuu koko kaivos- ja metalliteollisuutta kattavaksi aikakauslehdiksi, jonka koko tulee olemaan A 4 ja se ilmestyy nykytietojen mukaan 6 kertaa vuodessa. Lehti tulee sisältämään uutisia kaikkien ruotsalaisten vuoriteollisuusalan yhdistysten jäsenistöä kiinnostavista asioista. Myös oma Vuorimiesyhdistyksemme suhtautuu positiivisesti yhteistyön kehittämiseen.

Lehteä tarjotaan Vuorimiesyhdistyksen jäsenille kollektiivitulauksena korkeintaan 20 kruunun vuosituloahintaan.

Ilmoittakaa kiinnostuksenne sihteerille:

Erkki Ström
Ovako Oy
55100 Imatra 10

Vuorimieskilta on tehnyt

Vuorimiesten laulukirjan

Sen hinta on 10:—

Tukeakseen killan toimintaa on Vuorimiesyhdistys ottanut kirjoja myyntiinsä, joten niitä saa tilata myös Heikki Aulangolta os: PI 27, 02101 Espoo 10, puh. 90 - 421 3502. Laulukirjaa tullaan myymään myös Vuorimiespäivillä.

Uutta jäsenistä Nytt om medlemmarna

I **Olavi Aaltonen**. Osoite: Saarelaisentie 10, 28360 Pori 36.
DI **Pontus Abrahamsson**. Adress: Batteribacka 3, 21600 Pargas.

Yli-ins. **Kalevi Aho**. Osoite: Pellisenranta, 55300 Rauha.

DI **Turo Ahokas** on siirtynyt geofyysikoksi Outokumpu Oy, Malminetsinnän Itä-Suomen aluetoimistoon. Osoite: Pohjoisahonkatu 21 as. 2, 83500 Outokumpu.

FK **Juhani Astala**. Osoite: Lukkarilankatu 8 A 1, 94130 Kemi 13.

DI **Kari Avellan**. Osoite: Haapasaaarentie 11 H 386, 00960 Helsinki 96.

TkT **Kari Blomster** on nimitetty Fermater Oy:n toimitusjohtajaksi.

FL **Tom Bröckl** har utnämmts till biträdande direktör för basmaterialgruppen vid Pargas Kalk Ab från början av juli 1977.

Sitran yliasiamiehelle, TkT, **Carl Erik Carlsonille**, on myönnetty professorin nimi ja arvo.

Tekn.dr. **Kenneth Easterling** har utnämmts till professor i konstruktionsmaterial vid Tekniska Högskolan i Luleå, avdelningen för material och bearbetningsteknik. Adress: Mid-sommarvägen 45, 95146 Luleå, Sverige.

FL **Carl Ehlers** har förordnats att bestrida professuren i tillämpad geologi och tillämpad mineralogi vid Åbo Akademi.

DI **Pekka Einamo** on nimitetty Rautaruukki Oy:n teknillisen suunnittelun johtajaksi.

Yli-ins. **Esko Erkkilä** on nimitetty Rautaruukki Oy, Raahen rautatehtaan johtajaksi.

DI **Harri Eronen**. Osoite: Kaikukatu 39, 70600 Kuopio 60.

FT **Gunnar Glückert**. Osoite: Signalistinkatu 11 H, 20360 Turku 36.

DI **Erik Hackzell**. Adress: Risto Rytisväg 28 C 21, 00570 Helsingfors 57.

TkL **Juho Hakala**. Osoite: Kuutamokatu 6 A 12, 00210 Espoo 21.

Yli-ins. **Matti Haltia** on nimitetty Rautaruukki Oy:n jatkojalostusryhmän johtajaksi.

Teollisuusneuvos **Ilmari Harki**. Osoite: Runeberginkatu 46 B 30, 00260 Helsingfors 26.

DI **Lauri Heikkilä** on nimitetty Roxon Oy:n rikastusjaoksen päälliköksi. Osoite: Vanhatie 30 B 17, 15240 Lahti 24.

TkT **Veikko Heikkinen** on palannut Kanadasta Rautaruukki Oy:n palvelukseen toimien tutkimusinsinöörinä Raahen rautatehtaan tutkimuslaitoksessa. Osoite: Ollinsaarentie 43 H 51, 92120 Raahelä 2.

FL **Seppo Heimala**. Osoite: Itsenäisyydenkatu 47, 28100 Pori 10.

DI **Risto Heiskanen** on nimitetty Outokumpu Oy, Vuonoksen kaivoksen päälliköksi.

DI **Asko Helenius** on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaiden vetämön päälliköksi.

DI **Kari Helne** toimii nykyään Outokumpu Oy, Teknillisen suunnittelun projekti-insinöörinä. Osoite: Vilpunkatu 2 C 13, 02230 Espoo 23.

DI **Olli Hermonen** on nimitetty Rautaruukki Oy:n kaivosryhmän johtajaksi. Osoite: Tarmontie 40 as 2, 90530 Oulu 53.

DI **Matti Hukki**. Osoite: Välimäenkuja 3 H 43, 33430 Vuorentausta.

FK **Matti Hyle**. Osoite: Aittakuja 5, 55610 Imatra 61.

DI **Sakari Hyyryläinen** on nimitetty Imatran Voima Oy:n koneosaston apulaisjohtajaksi.

DI **Antero Hämäläinen**. Osoite: Matinkatu 14-16 B 10, 02230 Espoo 23.

Teollisuusneuvos **Toivo Härkönen** on nimitetty Rautaruukki Oy:n varatoimitusjohtajaksi. Osoite: Koskitie 47 B 6, 90500 Oulu 50.

DI **Pekka Häyrinen** toimii Outokumpu Oy, Tornion jaloterästehtaan tutkimuslaitoksella tutkimusinsinöörinä. Osoite: Keskipolku 17-19 B 21, 95400 Tornio.

DI **Juha Inkinen** on nimitetty Oy Fiskars Ab, Jokioisten tehtaitten tehtaapäälliköksi. Osoite: 31600 Jokioinen.

DI **Seppo Isoherranen** toimii Outokumpu Oy:n pääkonttorissa metalliteollisuusyksikön markkinointiosastolla.

DI **Kari Jokinen**. Osoite: Eteläpuisto 19 A 22, 28100 Pori 10.

TkL **Antero Järvinen** on siirtynyt Ovakoryhmän palvelukseen tutkimuskeskuksen tutkimusinsinööriksi. Osoite: Terästehdas B 107 A 2, 55610 Imatra 61.

FK **Tapio Karppanen** toimii Outokumpu Oy, Kotalahden kaivoksen kaivosgeologina. Osoite: 71470 Oravikoski.

DI **Erkki Karstunen** on nimitetty Outokumpu Oy, terästeollisuusyksikön markkinointijohtajaksi. Osoite: Kivirannankatu 8, 95410 Kiviranta.

DI **Jorma Kempainen** on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen toimien Tornion jaloterästehtaan tutkimuslaitoksella tutkimusinsinöörinä. Osoite: Ahotie 11 A 4, 95420 Tornio 2.

DI **Hannu Kempinen** on lähtenyt vuodeksi Equadoriin Minera Toachi S.A:n La Platan rikastamon päälliköksi. Osoite: Avenida Colombia 248, Oficina 1006, Quito, Ecuador.

DI **Olavi Kilpi**. Osoite: Valtakatu 2 A, 28100 Pori 10.

DI **Matti Kivijärvi** on nimitetty Suomen Pankin Setri-projektin päälliköksi.

DI **Heikki Knaapi** toimii nyttemmin laadunvalvontainsinöörinä Outokumpu Oy, Porin tehtailla. Osoite: Itsenäisyydenkatu 47 as. 5, 28100 Pori 10.

DI **Olavi Koponen** on nimitetty Valmet Oy:n traktoriryhmän johtajaksi.

DI **Erkki Korhonen** toimii nykyään projektisuunnitteluinsinöörinä Rautaruukki Oy:n Oulun konttorissa. Osoite: Ampuhaukantie 4 A 20, 90250 Oulu 25.

DI **Veikko Korkala**. Osoite: Pertunkatu 13, 92100 Raahelä.

Yli-ins. **Reino Kurppa**. Osoite: Merimiehenkatu 17 A 23, 00150 Helsinki 15.

DI **Esko Laitinen** on nimitetty Oy Koverhar Ab:n toimitusjohtajaksi. Osoite: Solhut 3, 10820 Lappohja.

DI **Jarmo Lammi** toimii nykyään Outokumpu Oy, Tornion jaloterästehtaan tutkimuslaitoksella tutkimusinsinöörinä. Osoite: Ahokatu 11 D 2, 95420 Tornio 2.

DI **Arto Levanto** ja TkL **Ulla-Maija Levanto**. Osoite: Uisintie 8 B 3, 90550 Oulu 55.

övering. **Bror-Ake Liljeström**. Adress: Åsbysket 4 A 3, 02100 Esbo 10.

DI **Veikko Linnola** toimii nykyään Rauma-Repola Oy, Lokomon tehtailla erikoistehtävissä. Osoite: Tarjankatu 6 A 10, 33100 Tampere 10.

DI **Timo Lintumaa**. Osoite: Ahotie 11 B 4, 95420 Tornio 2.

DI **Juhani Luhtala**. Osoite: Toreenintie 39, 01900 Nurmi-järvi.

DI **Kurt Lundström** tjänstgör numera vid Pargas Kalk Ab som övering. för basmaterialenhetens verksamhet i Pargas. Adress: Malmnäs Strandväg 5, 21600 Pargas.

Professori **Paavo Maijala**. Osoite: Niemenmäentie 5 F 56, 00350 Helsinki 35.

FL Björn Mattsson har utnämnts till marknadsföringschef inom basmaterialgruppen vid Pargas Kalk Ab.

DI Aarne Monni. Osoite: Hakamaankuja 1 P, 02120 Espoo 12.

DI Matti Mäyrä on nimitetty Kymi-Kymmene, Metallin johtajaksi. Osoite: Vattolantie 2-4, 03600 Karkkila.

DI Kauko Määttä on nimitetty Rautaruukki Oy, Mustavaaran kaivoksen johtajaksi. Osoite: Rautataival D 22, 93400 Taivalkoski.

FT Jouko Niemelä. Osoite: Kivitie 4, 02240 Espoo 24.

DI Kari Norberg. Osoite: Kupparinperäntie 26, 92140 Patitjoki.

DI Carl-Johan Nybergh arbetar numera som gjuteri-ing. vid Oy Lux Ab.

TkL Christer Ottosson. Adress: Rönnevägen 26 D 13, 06100 Borgå.

DI Tapani Pajala on nimitetty Outokumpu Oy, Porin tehtaiden putkitehtaan päälliköksi. Osoite: Otavankatu 2 A 8, 28100 Pori 10.

FL Carl-Olof Palm ansvarar numera för sales promotion, tekniska kundkontakter samt produktutveckling och kvalitetsfrågor för cement på marknadsföringsavdelningen inom Pargas Kalk Ab:s basmaterialgrupp. Adress: Nylandsgatan 4 D 84, 20500 Åbo 50.

FT Jyrki Parkkinen on palannut kotimaahan ja toimii jälleen Outokumpu Oy, Malminetsinnässä. Osoite: Vilpunkatu 2 B 11, 02230 Espoo 23.

DI Rauno Parkkinen on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen Teknillisen suunnittelun rikastustekniikkaryhmän päälliköksi. Osoite: Täysikuu 1 A 4, 02210 Espoo 21.

DI Pertti Paulin on nimitetty Oy Lohja Ab:n Mineraali- ja kemianteollisuuden kehitystoimen päälliköksi. Osoite: Martatuvantie 7 B 10, 08700 Virkkala.

DI Mikko Palviainen on nimitetty Outokumpu Oy, Kemin kaivoksen johtajaksi. Osoite: Etelärantakatu 16 A 6, 94100 Kemi 10.

DI Juhani Peräinen. Osoite: Tehtaanmäki A 9, 04260 Kerava 6.

DI Pentti Pesola on nimitetty Paraisten Kalkki Oy, Hyrylän mineraalivilitehtaan paikallispäälliköksi. Osoite: Jalopeurantie 1 D 21, 00740 Helsinki 74.

Ovako-ryhmän teknillisen johtajan, **DI Lauri Pietiläisen**, toimen nimi on muutettu materiaali johtajaksi.

DI Jaakko Pöijärvi. Osoite: Itsenäisyydenkatu 59 D 62, 28100 Pori 10.

DI Eero Polvinen. Osoite: Humisevanportti 4 A 3, 02710 Espoo 71.

DI Erkki Rantala on nimitetty Suomen Ulkomaankauppa-liiton vientikonsultiksi.

DI Timo Rekola. Osoite: Tarharannapolku, 67700 Kaar-
lela.

DI Matti Riala. Osoite: Kihokkitie 2 F 23, 90160 Oulu 16.

DI Risto Rintala. Osoite: Vihertikka 1, 15860 Salpakangas.

DI Pekka Rintakallio. Osoite: Lingonstigen 14, 95100 Luleå, Sverige.

TkL Vesa Rutanen on nimitetty Rautaruukki Oy, Raahan rautatehtaan tuotannosuunnitteluosaston päälliköksi.

FL Kyösti Rönkkö toimii nykyään geologina Kajaani Oy:n malminetsintäosastolla. Osoite: Eliaksentie 11 as. 24, 87200 Kajaani 20.

TkT Aulis Saarinen on nimitetty Rautaruukki Oy, Raahan rautatehtaan tuotannonjohtajaksi.

DI Kari Salminen. Osoite: Vähä-Uusikatu 3 A 5, 28100 Pori 10.

DI Seppo Salonen on siirtynyt Rautaruukki Oy:n Helsingin konttoriin suunnitteluinsinööriksi. Osoite: Mannerheimintie 68 A 2, 00260 Helsinki 26.

DI Ilkka Pyyry toimii nykyään sotilasinsinööriä pääesikunnassa. Osoite: Louhentie 8 F 23, 02130 Espoo 13.

DI Bo Sandberg har utnämnts till verkst. direktör för Lahtis Glasbruk.

DI Jaakko Seppälä. Osoite: Korhola. 71840 Kuuslahti.

DI Pentti Seppänen toimii Outokumpu Oy, Outokummun kaivoksella tutkimusinsinööriä. Osoite: Kumpula, 83500 Outokumpu.

DI Erkki Siirama on nimitetty Rautaruukki Oy, Rautavaaran kaivoksen johtajaksi. Osoite: Koivuniementie 1 as. 6, 95900 Kolari.

TkL Olavi Siltakari. Osoite: Saarenpääkatu 49, 95400 Tornio.

FM Tor Stolpe har utnämnts till direktör vid Oy Wärtsilä Ab för de produktionsenheter som tillverkar byggmaterial och bedriver gjuterirörelse. Adress: Skarpskyttegatan 12, 00150 Helsingfors 15.

DI Erkki Ström on nimitetty Ovako Oy:n ja sen osakkeenomistajien perustaman raudoitustehdas-yhtiön toimitusjohtajaksi.

Ekon.mag. Matti Sundberg har utnämnts till administrativ direktör vid Tervakoski Oy. Adress: 12400 Tervakoski.

DI Rolf Söderström har utnämnts till chef för Pargas Kalk Ab:s fabriker i Willmanstrand från början av juli 1977.

DI Kari Terho. Osoite: Urhonkatu 6 C 30, 55100 Imatra 10.

Dir. Gunnar Thafvelin. Adress: Strandvägen 3, 59300 Västervik, Sverige.

DI Eero Toivonen. Osoite: Pohjoiskaari 6 A 8, 00200 Helsinki 20.

DI Niilo Torvela. Osoite: Pajaniityntie 7 B 22, 92120 Raaha 2.

DI Rainer Tuovinen on nimitetty Rautaruukki Oy:n kehitysosaston apulaisjohtajaksi.

TkL Matti Turunen toimii senior research engineerinä Jones & Laughlin Steel Corporationissa. Osoite: 423 Abbeyville Road, apt. 10, Pittsburgh, Pa 15228, U.S.A.

DI Olof Turunen on nimitetty Valco Oy:n teknilliseksi johtajaksi.

DI Erkki Tuulos. Osoite: Koulukatu 7 C 54, 33200 Tampere 20.

DI Juhani Tuutti. Osoite: Pajalahdentie 8 B 10, 00200 Helsinki 20.

DI Toivo Tyynelä. Osoite: Elokortventie 8, 04400 Järvenpää.

DI Viljo Viertokangas. Osoite: Puistokatu 26 B 12, 90120 Oulu 12.

DI Antonio Villareal on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen toimien ulkomaan yritystoiminnan Lojan projektin työpäällikkönä Ecuadorissa.

TkT Seppo Wilska on nimitetty Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun kemiantekniikan professoriksi.

FM Erkki Vornanen on nimitetty Rautaruukki Oy, Otanmäen kaivoksen johtajaksi. Osoite: Pelletti, 88200 Otanmäki.

DI Markku Vuorela. Osoite: Purjokatu 3, 00400 Järvenpää.

DI Esko Vuoristo on nimitetty Rautaruukki Oy:n kaivosryhmän apulaisjohtajaksi. Osoite: Isokatu 62 A 1, 90120 Oulu 12.

DI Jukka Väisänen on siirtynyt Outokumpu Oy, Tornion jaloterästehtaalte toimien teknisenä asiakaspalveluinsinööriä. Osoite: Ahotie 11 E 2, 95420 Tornio 2.

DI Timo Välttilä on nimitetty Outokumpu Oy, Vihannin kaivoksen johtajaksi. Osoite: Laationtie 5, 86440 Lampinsaari.

DI Pentti Ylijoki. Osoite: Asemantaus, 55610 Imatra 61.

DI Andrzej Zablocki. Osoite: Kuunsäde 6 D 66, 02210 Espoo 21.

Suoritettuja tutkintoja Avlagda examina

HELSINGIN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Vuoriteollisuusosasto

Asteljoki, Jussi: Toukokuun 29 p:nä 1976 tarkastettiin väitöskirja "On the Behaviour of Non-Stoichiometric Cuprous Sulphide in Inert and Oxidative Conditions at High Temperatures". Virallisina vastaväittäjinä toimivat vt. prof. Lilius ja tekn.tri Holappa ja valvojana prof. M. H. Tikkanen.

Tekniikan lisensiaatit:

Häkki, Mikko Juhani: "Tutkimus kerametallisten kitkamateriaalien kulumisesta erilaisissa olosuhteissa kitka- ja kulumismekanismin selvittämiseksi" professori Tikkasen johdolla.

Autio, Hannu Kalervo: "Geofysikaalisen anomaliakartan morfologia ja suuntausanalyysi" professori Mikkolan johdolla.

Allenius, Hans Alf Gunnar: "Tutkimus Paakkilan antofylliittiasbestikuidun märkäaukaisusta" prof. Hukin johdolla.

Diploomi-insinöörit:

Ainali, Markku Sakari: "Tutkimus Imacro-teräksen korroosikäyttäytymisestä merivedessä" apul.prof. Yläsaaren johdolla.

Kirjallisuuden avulla selvitettiin 2...12 %:n suuruisen kromiseostuksen vaikutusta teräksen korroosionkestävyyteen merivedessä. Kokeellisesti tutkittiin kahden IMACRO-laadun (kromipitoisuudet 3,5 % ja 4,5 %) korroosionkestävyyttä luonnon merivedessä ja roiskevedessä Tanskan rannikolla sekä vastaavanlaisilla laboratoriokeilla neljää eri tyyppiä olevassa synteettisessä merivedessä. Vertailumateriaalina oli ankkurikettinkiteräs U3. Teräksiä tutkittiin myös sähkökemiallisin menetelmin. Lisäksi selvitettiin alustavasti katodisen suojauksen tehokkuutta.

Auerkari, Pertti Martti Sakari: "Hitsatun teräsrakenteen sitkeys ja COD sen mittana" dosentti Salokankaan johdolla.

Bryk, Petri Juhani: "Tutkimus lantaanikoboltiaatin käytöstä katalyyttinä polttomoottorin pakokaasujen puhdistuksessa" prof. Tikkasen johdolla.

Pyrittiin selvittämään lantaanikoboltiaatin (LaCoO₃) mahdollisuudet korvata auton pakokaasujen katalyyttisessä puhdistuksessa käytettävät platinakatalyytit. Suoritetuissa kokeissa tutkittiin valmistetun LaCoO₃-katalyytti-kantaja-systeemin ominaisuuksia hiilimonoksidin hapettamiseksi sekä putkireaktorilla että polttomoottorilla. Suoritettujen kokeiden perusteella todettiin, että LaCoO₃ on lupaava vaihtoehto pyrittäessä korvaamaan platinakatalyytit sekaoksidoilla, joissa on mukana stabiiliin oksidin muodostava kationi.

Eklund, Pentti: "Tutkimus erään kuumalujan teräksen käyttöään lisäämisestä lämpökäsittelyllä" professori Lindroosin johdolla.

Frii, Jarmo Juhani: "Välitasolouhinnasta Outokumpu Oy:n kaivoksilla" professori Majjalan johdolla.

On selvitelty Outokumpu Oy:n kaivosten välitasolouhintaa tekniseltä ja taloudelliselta kannalta. Sovellutuksia on valaittu esimerkein, jotka on valittu jo louhituista sekä louhinnassa ja suunnitelmissa olevista kohteista. Eri työvaiheiden tehoja ja kustannuksia sekä niihin vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu eri kaivoksilta ajalta 1. 1. 1973—30. 6. 1975. Myös turvallisuusnäkökohtia on tuotu esiin.

Haapala, Pentti Kustaa Antero: "Tutkimus kromiitti- ja oliiviinihiekköjen reaktioista atmosfääriin kanssa" prof. Tikkasen johdolla.

Tarkoituksena on selvittää Kemin kromiitti-, eteläafrikkalaisen kromiitti- ja norjalaisen oliiviinihiekköjen reaktiot atmosfääriin kanssa sekä kidevesien poistuminen epäpuhtautena esiintyvistä vesipitoisista silikaattimineraaleista.

Hiekka-atmofääri reaktioita tutkittiin TG-analyysien Ar-, CO₂-, ilma- ja CO-atmofääreissä nostamalla lämpötilaa tasaisesti 200 °C/h 50 °C:sta 1450 °C:seen. Kemin kromiittihiekan kidevesimääräksi saatiin 0,82 p-%, mikä on enemmän kuin muilla koehiekoilla. Hapettavissa ja pelkistäväissä olosuhteissa havaittiin erot kromiittien reaktioiden alkulämpötiloissa johtuen Kemin kromiitin alhaisemmasta Cr/Fe-suhteesta.

Pyyhkäisyelektronimikroskoopilla sekä siihen kytketyllä mikroanalyyttorilla tarkasteltiin hiekkarakeiden pintarakenteessa tapahtuneita muutoksia. Havaittiin sulan silikaattifaasin lisääntyminen atmosfääriin happipotentiaalinsa kasvaessa, mikä johtaa kromiittirakeita hyvin kostuttavan rautarikkaan silikaattifaasin muodostumiseen.

Honkatukia, Liisa Tellervo: "Mikrorakenteen vaikutus SG-raudan kestävyteen vierintärasituksessa" professori Sulosen johdolla.

Tutkittiin saman koostumuksen omaavan, mutta perliittiseksi, päästömartensiittiseksi ja austeniittisbainiittiseksi lämpökäsittelyn SG-raudan kestävyttä vierintärasituksessa ilman voittoa. Vastakiekkoina käytettiin hiiletyskarkaistuja teräskiekköjä sekä austeniittis-bainiittisiä SG-rautakiekköjä. Mikrorakenteen kestävyttä selvitettiin kulumisnopeus-pintapaine- ja pintapaine-kierrosroku-käyristä sekä mikrorakennetarkasteluilla.

Käyrissä on epäjatkuvuskohta tietyllä painevälillä kaikilla materiaaleilla. Paineväliä suuremmilla ja pienemmilla pintapaineilla pinnat kuluvat eri mekanismeilla. Itse painevälillä kulumismekanismi valikoituu kulloistenkin olosuhteiden mukaan. Edellä mainittujen käyrien mukaan on austeniittis-bainiittinen mikrorakenne edullisin vierintärasituksessa. Perliittinen materiaali on pienillä painella lähes yhtä kestävä. Päästömartensiittinen rakenne oli muita huonompi.

Huitu, Timo Matti Pellervo: "Kuonatiehallinta LD-prosessissa" professori Tikkasen johdolla.

Pyrittiin aikaisemman puhalluksen kulun kartoituksen perusteella muuttamaan Oy Koverhar Ab:n käyttämää LD-puhalluspraktiikkaa edullisemmaksi. Tavoitteena oli välttää puhalluksen loppuvaiheessa esiintyvä kuonan laskeutuminen. Praktiikkamuutoksina kokeiltiin sintterin ja mangaanikuonan lisäämistä konvertteriin, kalkin annostusohjelman pidentämistä sekä uudentyyppistä happilanssia. Muutoksia seurattiin ottamalla konvertterista puhalluksen aikana metallisula- ja kuonanäytteitä. Lisäksi seurattiin prosessin kulkua tehostetulla raportoinnilla.

Hytönen, Pentti Kalervo: "Tutkimus wolframitrioksidin vety-pelkistykseen kinetiikasta ja morfologiasta" professori Tikkasen johdolla.

Röntgenanalyysin ja elektronimikroskooppisin tarkaste-lu-in täydennetyissä termogravimetrisissa pelkistyskokeissa käytettiin sekä puhdasta että K-Si-Al -seosteista, jauhemaista WO_3 :a.

Lämpötiloissa 560...660 °C ja 800...1000 °C tehdyissä ko-keissa todettiin pelkistymisen tapahtuvan tasapainopiirroksen edellyttämässä järjestyksessä alkuvaiheiden $WO_3 \rightarrow WO_2$, $WO_2 \rightarrow WO_{2.72} \rightarrow WO_2$ ollessa oksidien epästökiometrioiden rajaa-mien diffuusioprosessien sekä loppuvaiheen $WO_2 \rightarrow W$ vedyn adsorption rajoittaman kemiallisen reaktion kontrolloima.

Seosaineet hidastivat pelkistymisvaihetta trioksidi \rightarrow diok-sidi ja nopeuttivat pelkistymisvaihetta dioksidi \rightarrow metalli ai-heuttaen lisäksi volframijauheen keskimääräisen raekoon muodostumisen huomattavasti suuremmaksi kuin puhtaasta oksidista pelkistettäessä.

Häikiö, Mauno Ilmari: "Tutkimus antimonin käyttäytymi-sestä kuparikivessä" professori Tikkasen johdolla.

Tarkoituksena oli määrittää antimonin aktiivisuuskertoimet erilaisissa Cu-(Fe)-Sb-S-systeemeissä höyrynpainemit-tausten avulla kuljetusmenetelmää soveltaen.

Kokeiden perusteella lasketut antimonin aktiivisuuskertoimet kuprosulfidissa lämpötilassa 1200 °C vaihtelivat välillä 17,2...33,4 ja lämpötilassa 1250 °C välillä 15,4...24,5. 10 p-%:n rautalisäyksellä seokseen lämpötilassa 1250 °C antimo-nin aktiivisuuskerronin kohosi 31,6:een ja 20 p-%:n lisäyksellä 39,4:ään.

Häkkinen, Kari Kalervo: "Tutkimus teräsköysiliitosten pitä-vyydestä" professori Sulosen johdolla.

Kirjallisuuden avulla tutkittiin teräsköysien ja eri liitosten ominaisuuksia. Teräsköysien elinikä on aina rajoitettu. Huo-limatta käyttökuormitusten suuruudesta metallipoikkipintaa ja materiaaliominaisuuksia heikentävät ilmiöt johtavat lan-kakatkeamiin, joiden perusteella hylkääminen on suoritet-tava. Liittäminen voidaan suorittaa pujotuksen, puristusholki-ki-, valu-, kiilapesä- ja köysilukkoliitosten avulla. Teoreetti-siin ja kokeellisiin tutkimuksiin perustuvien tietojen avulla analysoitiin köysilukkoliitosten pitävyyteen vaikuttavat tekijät.

Yksivasteisilla köysilukoilla mahdollisuudet asennusvir-heille ovat suuremmat kuin kaksivasteisilla lukoilla. Tämän osoittavat virheellisten asennusten aiheuttamat onnetto-muustapaukset. Staattisilla ja dynaamisilla vetokokeilla su-oritettu vertailu osoitti oikein asennettujen köysilukkoliitosten pitävyyden olevan puristusholkkiliitoksilla saavutetun pitä-vyyden veroinen. Pitävyydessä havaittiin liitostyyppistä, köy-sityypistä ja asennustavasta johtuvia eroja.

Itäluoma, Alpo Ensio: "Kobolttijauheen valmistuksesta pel-kistämällä ilmassa hajoitettua kobolttioksalaattidihydraattia" professori Tikkasen johdolla.

On tutkittu kobolttijauheen valmistusta oksidivaiheen kautta lähtömateriaalina kaksi erilaista kobolttioksalaattidihydraattia.

Kobolttioksalaattidihydraatin hajoitus on tehty ilma-atmosfäärissä lämpötilavälillä 400—750 °C. Kobolttioksidien karakterisointi on käsittänyt CoO/Co_3O_4 -intensiteettisuhteen määrityksen, ominaispinta-alan (BET) ja SEM-kuvauksen.

Kobolttijauheet on pelkistetty vedyllä oksideista, jotka on valmistettu ilma-atmosfäärissä lämpötiloissa 453, 605 ja 700 °C. Pelkistys on suoritettu lämpötilavälillä 460—540 °C ja pelkistysajat ovat olleet 10 ja 30 min.

Metallijauheen ominaispinta-ala riippuu pelkistyslämpö-tilasta: suurin pinta-ala saadaan juuri ennen sintraantumisen

alkamista (n. 500 °C), oksidin valmistuslämpötilan vaikutus metallin ominaispinta-alaan on vähäinen, metallijauheen α -Co (t.p.h.) määrää voidaan säätää pelkistyslämpötilalla, α -faasin määrää vähentää korkea pelkistymislämpötila ja pelkistysajan kasvu ja lisää korkeampi valmistuslämpötila.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että pulverimetallurgisen kobolttijauheen valmistus on täysin hallittavissa myös oksa-laatti \rightarrow oksidi \rightarrow metalli-menetelmällä.

Järnefelt, Wilhelm Diedrik: "Tutkimus tyypellä seostetun C-Mn-V-teräksen mikrorakenteista, mekaanisista ominaisuuksista ja myötövanhenemisestä normalisoidussa ja kuumavals-satussa tilassa" professori Lindroosin johdolla.

Tutkittiin niukkahiilistä niukasti seostettua vanadiini-terästä. Tarkoituksena oli selvittää muodostuuko alumiini-nitridejä vanadiinikarbonitridien kustannuksella normalisoi-taessa ja tutkia vetovanhennuskokeen avulla teräksen van-hennusominaisuuksia.

Yhteenvetona voidaan mainita, että AlN:ää ei muodostu-nut, normalisointi ei sanottavasti muuttanut myötövanhen-nusominaisuuksia eivätkä teräkset vanhentuneet lämpötila/aika yhdistelmällä 100C/1h, mutta kylläkin yhdistelmällä 250 C/1 h.

Järvelä, Vesa Pekka: "Kromiitti- ja oliviinihiekköjen reak-tiot epäorgaanisten sideaineiden Na-Bentoniitin ja vesilasian kanssa", prof. Tikkasen johdolla.

Työssä havaittiin ko. hiekköjen kanssa hehkutettujen side-aineiden rautapitoisuuksien kasvavan korkeissa lämpötiloisa. Johtuen muodostuvien rautapitoisten silikaattien alhai-sista sulamispisteistä, kromiittikiertohiekalla kaavattujen valukappaleiden pinnanlaadut heikkenevät ja kiinnipalami-nen lisääntyy valusta peräisin olevien Fe^{2+} -ionien liueteessa sulaan sideaineafaasiin.

Kivivuori, Seppo Onni: "Kylmämuovattavuuden tutkiminen tyssäyskokeella" prof. Sulosen johdolla.

Työssä tutkittiin kylmämuovausterästen veto- ja tyssäys-ominaisuuksia. Tyssäyskokeissa käytettiin lovettuja ja lovea-mattomia näytteitä. Näytteillä määritettiin materiaalin muo-vattavuutta kuvaava kriittinen reduktio, johon vaikuttavat kitkan aiheuttama epähomogeeninen muodonmuutos, näytteen geometria ja materiaaliviat.

Murtumaan johtaneita venymäkombinaatioita voidaan ku-vata rajamuovattavuuspiirroksella, jonka avulla turvallisuus-marginaali voidaan määrittää vaativille tyssäysoperaatioille.

Käytetty tyssäyskoe ei sellaisenaan, vaatimansa suuren työmäärän vuoksi, sovellu laadunvalvontakokeeksi. Kehittä-mällä murtuman havaitsemismenetelmää, voidaan kokeen vaatimaa työtä vähentää. Tällöin luotettava lopputulos saavutetaan 20 kpl:n näytemäärällä.

Leiwo, Reijo: "Inconel 600-tyyppisillä lisäaineilla hitsattujen pinnotteiden korroosionkestävyys" dosentti Forstenin johdolla.

Tutkittiin puikkohitsatun, pulssi-MIG-hitsatun ja jauhe-kaarihitsatun (nauha) nikkelivaltaisen pinnotteen korroo-sionkestävyyttä toimitustilassa ja myöstökäsittelyssä tilassa. Myöstökäsittelyt suoritettiin lämpötiloissa 600 °C, 620 °C ja 650 °C pitoaikojen ollessa 10 h ja 40 h. Korroosion tutkimi-sessa käytettiin modifioitua Hueyn testiä, Straussin testiä ja polarisaatiokäyrämäärityksiä. Kokeiden perusteella voitiin pinnotteet asettaa korroosionkestävyyden kannalta samaan paremmuusjärjestykseen. Selvästi parhaimmaksi osoittautui pulssi-MIG-hitsattu pinnote ja huonoimmaksi puikkohit-sattu pinnote.

Lindqvist, Ralf Arvid: "Imacro-tråds dragbarhet och mekaniska egenskaper" professori Sulosen johdolla.

I arbetet bestämdes de mekaniska egenskaperna hos Imacro-tråd efter sammanlagd areareduktion på upptill 95 % i serieträddragningsmaskiner. Utgångsmaterialet var mjukglödgat, luftavvalnat (valstillstånd), härdat och seghärdat. Härdat och i valstillstånd varande Imacro-tråd har lathmartensitisk mikrostruktur på grund av Imacros låga kolhalt, 0,05 %, och legering med Cr, 4 %. Vid trädrawingen prövades även två olika smörjmedelsbärare, borax och fosfat.

Martikainen, Hannu: Magneetikentän vaikutus raudan rekristallisaatioon" prof. Lindroosin johdolla.

Magneettisen anisotropiaenergian avulla pyrittiin suuntaamaan raudan primäärisessä rekristallisaatioissa syntyvästä tekstuuria. Uudet ytimet syntyivät esitetyn teorian mukaisessa orientaatioissa, mutta ytimen ja muokkausmatriisin välisen raerajan liikkuvuus oli huono. Muokkausenergia vapautui osittain nopealla toipumismekanismeilla ja syntyi stabiili dislokaatioiden muodostama rakenne.

Muurinen, Timo Ilkka: "Tutkimus austeniittisen ruostumatoman 18/10-teräksen lujittamisesta pinousvikasellirakenteen avulla" professori Lindroosin johdolla.

Tutkittiin kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimusohjelmaan "Ruostumattomien terästen deformaatiomekanismit" liittyen kaupalliseen AISI 304 L-teräkseen alhaisissa lämpötiloissa suoritetun lievän muokkauksen yhteydessä syntyviä pinousvikasellirakenteita sekä sellien vaikutuksia teräksen mekaanisiin ominaisuuksiin ja päästön vaikutusta selleihin. Teräksen luontaisesti matalaa myötölujuutta voitiin pinousvikasellirakenteen avulla kohottaa jopa 70 % murtovenymän mainittavasti laskematta.

Mörsky, Pekka Pärttyli: "Tutkimus hienojakoisen kromiittirikasteen tuottamiseksi Palla 50 U tärymyllyjauhatuksella ja TK-60 ilmaluokituksella" professori Hukin johdolla.

Tutkintotehtävässä on suoritettu jauhuskokeita Otokumpu Oy:n Kemin rikastamossa Palla 50 U tärymyllyllä. Jauhettavana materiaalina oli rikastamon kromiittirikasteesta pneumaattisesti luokitettu hieno luokite. Jauhatuskokeiden päämääränä oli saada selvitys tärymyllyjauhatussoveltuvuudesta hienojakoisten, 95—99 % — 74 μm ja 95—99 % — 37 μm , kromiittirikasteiden tuottamiseen mainitusta syötämateriaalista, jonka raekoko on n. 75 % — 105 μm .

Tulosten perusteella voidaan Palla 50 U tärymyllyn optimitoiminta-alueena pitää olosuhdetta, jossa myllyn jauhinkuulien täyttöaste on 75 %, värähtelyamplitudi 8 mm ja myllyn syöttökapasiteetti 1,2 t/h. Näissä olosuhteissa saadaan kokeissa käytetyssä syötämateriaalista jauhettua kromiittirikaste, jonka raekoko on 95—99 % — 74 μm , energiankulutuksella 47 kWh/t.

Toisaalta suoritettiin luokituskokeita VTT:n Vuoriteknikan laboratorion TK-60 pneumaattisella luokittimella. Luokituskokeissa saatiin tärymyllyllä jauhetusta kromiittirikasteesta, jossa oli 60 % — 37 μm :n materiaalia, hieno luokite, jonka raekoko vaihteli 95 % — 34 μm :n ja 95 % — 38 μm :n välillä hienotuotekapasiteetilla 0,5—2,5 t/h, mikä oli tavoitteena.

Neuvo, Jussi Mikael: "Tapinhitsaus ohutlevyn lävitse" prof. Lindroosin johdolla.

Nieminen, Markku: "Mikroseismisen aktiivisuuden rekisteröintijärjestelmä kalliitilojen pysyvyyden valvontaan" prof. Maijalan johdolla.

Olkkonen, Jouko Antero: "Tutkimus vahvamagneettisen keskomagneettierottimen, Hips 520, soveltuvuudesta märkäerotukseen" professori Hukin johdolla.

Tutkimuksessa pyrittiin ensisijaisesti selvittämään professori Laurilan suunnitteleman erottimen soveltuvuutta hematiitin märkäerotukseen. Koemateriaaleina käytettiin alustavissa koeajoissa synteettistä hematiitti-kvartsiitti-malmia ja varsinaisissa erotuskokeissa Malmbergetin todellista hematiittimalmia. Erottimen muista sovellutusmahdollisuuksista työssä tutkittiin kromiitin rikastusta Kemin kromiittimalmilla sekä lasi- ja keramiikkateollisuuden raaka-aineiden puhdistamista rautapitoisista mineraaleista Kemiön maasäpäräkasteella.

Oravainen, Heikki Tapani: "Tutkimus nikkelisulfidien vaahdottamisesta Vuonoksen rikastamon luokituspiirin syklonin alitteesta" professori Hukin johdolla.

Pelkkikangas, Markku Taisto: "Jännitys- ja muokkaustilan sekä deformaatiopolun vaikutus kuparin, messingin ja teräksen muovattavuuteen" dosentti Kleemolan johdolla.

Koemateriaaleina olivat neljä eri reduktioihin kylmävalssattua kuparia, hehkutettu ja kylmävalssattu messinki sekä teräs. Muovattavuutta tutkittiin veto-, pullistus- ja syvävetokokeilla. Kaksiakiaalisen jännitys-venymäkäyrän määrittämisessä käytettiin pintavenymämittaria, joten käyrän konstruomisessa tarvittiin vain yksi koekappale.

Deformaatiopolun vaikutusta rajamuovattavuuspiirroksen tutkittiin kaksivaiheisilla poluilla, joiden ensimmäinen vaihe oli yksiakiaalinen veto, kylmämuokkaus tai tasapainoitettu kaksiaxialinen veto. Polun vaikutus tutkittiin myös teoreettisesti laskemalla efektiivisen venymän avulla peruskäyrästä polkua vastaava "uusi" rajakäyrä, joka sopi kokeellisiin pisteisiin hyvin.

Esimuokkaus lyhensi tasavenymää, kun taas diffuusi venymä jopa kasvoi kylmäreduktion suuretessa. Kuparin ja teräksen muokkauslujittumiskyky kasvoi jännitystilän muuttuessa yksiakiaalisesta kaksiaksiaaliseksi. Messingin muokkauslujittumiskyky oli riippumaton jännityssuhteesta.

Rajalahti, Matti Mikael: "Vuonoksen kaivoksen yleistuuletus" professori Maijalan johdolla.

Kirjallisuuteen perustuen tarkastellaan kaivoksissa yleensä esiintyviä ilman epäpuhtauksia ja esitellään erilaisia kaivoksen tuuletuksen mitoitustapoja. Työssä on esitelty Otokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksen nykyinen yleistuuletusjärjestelmä. Kaivoksesta tehdyn tietokonemallin avulla simuloimalla on tutkittu erilaisia tuuletustilanteita ja esitetty mahdollisuuksia kaivoksen yleistuuletuksen parantamiseksi.

Ruotsalainen, Marjut: "Hiilenkatokäsittelyn vaikutus ohutlevyn tehohäviöön" prof. Sulosen johdolla.

Teräsohutlevyä, jossa ei ole piiseostusta, voidaan käyttää sähköteknisissä tarkoituksissa, kun teräksen tehohäviö on riittävän pieni. Tehohäviö kasvaa hiilipitoisuuden mukana ja on kääntäen verrannollinen raekokoon. Työssä pienennettiin hiilipitoisuus 0,005 %:iin kosteassa vety+typpi-atmosfäärissä lämpötilassa 700 °C. Tehohäviö ei muuttunut käsittelyissä, sillä raekoko jäi liian pieneksi.

Saarinen, Juha Johannes: "Tason 220 avaus Montolan kaivoksessa" professori Maijalan johdolla.

Työssä tarkastellaan vaihtoehtoja:

1. Vinoa nostokuilua jatketaan. Karkeamurskaamo siirretään 160-tasolta 220-tasolle.

2. Ajetaan vino kuljetustie 220-tasolle. Louhe kuljetetaan kumipyöräkalustolla murskaamoon 160-tasolle.

Louhintamenetelmää suunniteltaessa on pyritty selektiiviseen louhintaan ja suurentamaan louhoskokoja.

Työssä on myös ehdotus tuuletuksen järjestämiseksi.

Saastamoinen, Ipo Tapio: "Raekoon ja muovauslämpötilan vaikutus austeniittisen ruostumattoman ohutlevyn kylmämuovattavuuteen" prof. Sulosen johdolla.

Tutkittiin vetokokeella ja hydraulisella pullistuksella AISI 304 L, AISI 316 ja AISI 310 terästen muovattavuutta. Koemateriaalit kylmävalssattiin reduktioihin 45 ja 85 %. Tämän jälkeen levyt hehkutettiin kolmeen raekokoon.

Terästen ominaisuuksien todettiin riippuvan austeniitin stabiilisuudesta. Raekoon kasvu suurensi epästabiilin AISI 304 L ja AISI 316 terästen tasavenymää. Hehkutuksen vaikutus r-arvoihin oli vähäinen. Suuremmalla valssausreduktiolla tasavenymät ja keskimääräiset r-arvot olivat suuremmat, mutta samalla tasoanisotropia kasvoi. Käsittely ei parantanut stabiilin AISI 310 teräksen muovattavuutta.

Lämpötilalla oli voimakas vaikutus AISI 304 L teräksen muovattavuuteen. Tämän teräksen tasavenymällä todettiin olevan maksimiarvo tiettyssä muovauslämpötilassa. AISI 316 ja AISI 310 teräksien tasavenymät suurenvat jonkin verran lämpötilan laskiessa.

Vironmäki, Jouko Juhani: "Luotausmittausten tulkinasta graafisen tietojenkäsittelyn avulla" apul.prof. S. Hjeltin johdolla.

Työssä tarkastellaan maavastus- ja seismisen refraktioluotauksen tulkintaa graafisen tietojenkäsittelyn avulla. Maavastusluotauksen tulkintaan on sovellettu lineaarisen suodattimen teoriaa ja hyperparabelioptimointia. Refraktioluotauksen pistetulkintaan on käytetty Adachin (1954) julkaisemia kaavoja, jotka soveltuvat aina N-kerrostapaukselle asti. Detaljitulkinnohjelmito on rakennettu ns. Masudan menetelmän pohjalta, ja se soveltuu sekä kaksi-, että kolmi-kerrostapauksen tulkintaan.

Tulkintaohjelmito on toteutettu PDP-15 tietokoneen avulla, lukuunottamatta seismistä detaljitulkinnohjelmitoia, joka on tehty HP-2000 F koneelle ja HP-7202A tasopiirturille.

Virtanen, Markku Kosti: "Tutkimus hydraulisesta keskipakoluokittimesta" professori Hukin johdolla.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää hydraulisen keskipakoluokittimen käyttöominaisuuksia eri keskipakokenttävoimakkuuksilla. Tutkimuskohteena oli erikoisesti hienoluokittimen hienouden ja keskipakokentän g-arvon välinen yhteys. Samanaikaisesti pyrittiin aikaansaamaan mahdollisimman puhdas karkealuokite.

Tavoitteeksi asetettua yhteyttä hienotuotteen hienouden ja keskipakokentän välillä ei kokeessa käytetyllä laitteistolla saavutettu. Rakenteellisista syistä g-arvon maksimi oli 4,7. Syöttökapasiteetilla 30...37 t/h hydrosyklonin alitelietettä saavutettiin erotusraja 95 %—200...240 μm ja sanottua erotusrajaa vastaavat erotusterävytydet 64...71 %. 74 μm:n kohdalla oli erotusterävyys 93...97,6 %. Karkeatuote sisälsi 3,6...1,2 %—74 μm:n ainesta pesuveden määrän ollessa 1,0...5,2 m³/h.

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos

Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Manninen, Eljas: "Kuusamon liuskejakson stratigrafiasta ja rakenteesta Liikasenvaaran alueella".

Ollila, Jussi Tuomas: "Mäkärärovan kultaesiintymän ja sen ympäristön geologiasta".

Penttilä, Vesa-Jussi: "Wolframmin esiintyminen erällä alueilla Etelä-Suomen kallioperässä".

Geologian ja paleontologian osasto

Väisänen, Ulpu: "Selvitys Lapin läänin harjualueista".

OULUN YLIOPISTO

Geologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Kerkkonen, Olavi: "Koillismaan emäksisten intrusiivien jalokapuolen reunavyöhykkeen sulfidimineralisaatio ja sen synty". Tarkastajina olivat prof. J. Seitsaari ja apul.prof. T. Piirainen.

Gabrointrusiot on jaettu reunavyöhykkeeseen ja kerroselliseen osaan. Työssä tarkastellaan reunavyöhykettä, joka on muodostunut magman ja sivukiven kontaktiin kuoreksi magmasäiliölle, jossa fraktioiva kiteytyminen on saanut aikaan kerroksellisen rakenteen.

Emäksisen magman lämpövaikutuksesta mobiloituvaa hapanta presvekarakjalaisen pohjakompleksin materiaalia pyrki sekoittamaan kiteytyvään reunavyöhykkeeseen, ja näihin kontaminoituneisiin osiin on muodostunut selvä sulfidipirote.

Pääasiassa kuparikiisusta, pentlandiitista ja magneettikiisusta koostuva sulfidimineralisaatio liittyy keskirakeisiin kontaminoituneisiin gabroihin, joissa kontaminoitumista osoittavat kvartsin runsas esiintyminen tai albiittikvartsiläiskät. Samassa yhteydessä tavattavat pienirakeiset gabroosueet eivät sisällä kontaminaation merkkejä, eikä niissä juuri ole sulfideja.

Rikkaimmat sulfidikonsentroitumat liittyvät gabroihin, jotka ovat kiteytyneet normaalia korkeammassa hapen osapaineessa. Reunavyöhykkeen gabrot ovat yleensä kiteytyneet plagioklaasikentässä. Kontaminoituneissa osissa hapen osapaine on kuitenkin kiteytymisen kuluessa noussut, jolloin kiteytyminen on saattanut siirtyä pyrokseenikenttään.

Rikin liukoisuus on saavuttanut minimiarvonsa siinä vaiheessa kun ortopyrokseeni alkaa muuttua idiomorfiseksi ja ilmenomagneetti kiteytyä. Nämä gabrokerrokset muodostavat vain vähäisen osan sulfidimineralisaatiosta ja läheskään kaikkialla niitä ei edes tavata.

Kontaminaatioprosessi on vaikuttanut pieniin magmamasoihin, joten mitään rikkaita sulfidikonsentroitumia ei pääsyt syntymään.

Taipale, Kalle: "Malmilohkareiden luokitukselta ja kulkeutumiselta Koillismaalla". Tarkastajina olivat prof. R. Aario ja vt. apul.prof. M. Saarnisto.

Lohkareet luokiteltiin viiteen eri tyyppiin mm. mineraalikoostumuksen ja erityisesti malmimineraaliparageneesin, tekstuurin sekä eräiden erityispiirteiden mukaan. Koska alueen kallioperästä oli Outokumpu Oy:n ja Rautaruukki Oy:n tutkimusten tuloksena runsas analyysimateriaali, kehitettiin myös Cu/Cu+Ni ja Pt/Pt+Pd-suhteiden käyttöä yhtenä luokitteluperusteena. Tietyin varauksin mainittujen suhteiden todettiin soveltuvan geneettisesti erityyppisten kiisulohkareiden erottamiseen toisistaan.

Uurresuuntahavaintojen ja moreenin suuntausanalyysien perusteella todettiin lohkaroiden kulkeutumiseen vaikuttaneen ainakin kahden erisuuntaisen jäänliikkeen, joista vanhempi oli n. 260—270 ° ja nuorempi 280—290 °. Kulkeutumismatkat vaihtelivat muutamasta sadasta metrillä yli kolmeen kymmeneen kilometriin.

Alueen malmilohkareista päätellen on todennäköistä, että Koillismaan emäksisissä intrusioissa on vielä toistaiseksi paikantamattomia intrusioiden sisäisiä kiisuuntumia.

Prosessitekniikan osasto

Tekniikan lisensiaatin tutkinto:

Keränen, Risto Aarne Edvard: "α-Pineenin happokatalyyttiset reaktiot veden läsnäollessa laajalla lämpötila-alueella". Työtä valvoi prof. Väinö Veijola.

Dipl.insinöörin tutkintoja:

Autio, Ilpo Johannes: "Tukiaineiden vaikutus katalyyttien aktiivisuuteen". Työtä valvoi prof. Väinö Veijola.

Harjuhahto, Hannu Juhani: "Etyleenikloridin jäännöskosteuden mittaaminen alumiinioksidi- ja litiumkloridikosteutusmittareilla". Työtä valvoi prof. Paavo Uronen.

Jutila, Marjatta Kaarina: "Kuitususpension zeta-potentiaalimittaus virtauspotentiaali- ja elektroforeesimenetelmällä". Työtä valvoi prof. Sakari Kurronen.

Kekonen, Ahti Sakari: "Rikkidioksidin adsorptio aktiivihilleen". Työtä valvoi prof. Jorma Sohlo.

Kuopanportti, Hannu Pekka: "Jatkotutkimuksia Outokumpu Oy:n Hammaslahden malmilla kokoojan adsorption ja vaahdotuksen kinetiikasta". Työtä valvoi prof. Sakari Kurronen.

Kuusilehto, Juhani Olavi: "Huippukaasu masuunin ohjauksessa". Työtä valvoi prof. Paavo Uronen.

Niinimaa, Juha Matti: "Seoslannoitteen rakeistus". Työtä valvoi prof. Sakari Kurronen.

Ollakka, Markku Olavi: "Lateksipitoisten jätevesien käsittely ultrasuodatusmenetelmällä". Työtä valvoi prof. Sakari Kurronen.

Pekkala, Pertti Sakari: "Yankee-sylinterin lauhdesijärjestelmään liittyvä matemaattinen malli". Työtä valvoi prof. Paavo Uronen.

Puustinen, Eero Juhani: "Kuparin sementointi sinkkipulverilla sinkkielektrolyyttiliuoksista". Työtä valvoi prof. Jorma Sohlo.

Raassina, Jouko Antero: "Ydinreaktorin käyttömahdollisuuksia teollisuuden energialähteenä". Työtä valvoi prof. Jorma Sohlo.

Sakko, Jorma Sulo Heikki: "Erään höyryvoimalan höyryntasausjärjestelmän tutkiminen". Työtä valvoi prof. Paavo Uronen.

Ylikangas, Veli Tapio: "Siilojen ja syöttösuppiloiden muodon ja vuorauksen vaikutus materiaalien virtauksiin". Työtä valvoi prof. Sakari Kurronen.

Teknillisen fysiikan osasto

Diplomi-insinöörin tutkintoja:

Ihme, Tuomas: "Sekvenssiohjausohjelmisto prosessin ohjauksessa ja valvontajärjestelmässä".

Leinonen, Jouko: AISI-310-tyyppisen hitsin jähmettyminen ja mikrorakenne TIG-pulssihihtauksessa".

Mäki-Tuuri, Simo: "Merkintunnistusmenetelmän suunnittelu pientietokoneelle".

Pajala, Erkki: "Raportointi ja hälytykset ohjauks- ja valvontajärjestelmässä".

Somero, Kalevi: "Hiilen, piin ja mangaanin sekä ferriittipitoisuuden vaikutus austeniittisen ruostumattoman teräksen hitsin kuumahalkeama-alttiuteen".

Torniainen, Pentti: "Alumiinin pinousvikaenergian arviointi pseudopotentialitarkastelun pohjalta".

Tuohino, Eero: "Erään soodakattilan emissiotutkimus".

Uusimäki, Antti: "Mikrorakenteen vaikutuksesta paksukalvo-kondensaattorin eristeen sähköisiin ominaisuuksiin".

Väisälä, Timo: "Binääritilauksen digitaalisäädön tutkiminen".

TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Materiaaliopin laitos

Martikka, Heikki: Toukokuun 15. p:nä 1976 tarkastettiin väitöskirja "Application of Statistical Models to Cyclic Work Hardening". Vastaväittäjinä toimivat tekniikan tohtori D. Bacon ja tekniikan tohtori L. P. Karjalainen sekä valvojana professori P. Kettunen.

Työssä tarkasteltiin superpuhtaiden (99,999 % Cu) kupari-erillis- ja monikiteiden muokkauslujittumista. Kokeet suoritettiin pääasiassa erilliskiteillä, joiden orientaatio oli helpon liukumisen alueella, väsyttämällä niitä vakiojännitysamplitudilla, joka vastasi monotonisen muokkauslujittumisen vaihetta II. Muokkauspehmenemistä ei esiintynyt, kuten monotonisten muokkauslujittumiskokeiden perusteella oli arvioitu. Edellä mainittuja kokeita suoritettiin suppeammassa määrin myöskin erilliskiteillä, joiden orientaatio vastasi moninkertaista liukumista sekä lisäksi monikiteillä. Saatua koetuloksia analysoitiin erilliskiteiden osalta plastisen myötymän geometrisella mallilla ja monikiteiden osalta Taylorin mallilla. Näin pystyttiin määrittämään useita konventionaalisten muokkauslujittumisparametrien arvoja. Analysoimalla näitä edelleen Kocksin ja Aldenin statististen myötymä- ja muokkauslujittumisteorioiden pohjalta, joita oli modifioitu Kettusen esittämien suuntaviivojen mukaisesti, voitiin määrittää useita em. statististen muokkauslujittumisteorioiden perusparametreja, sekä osoittaa väsymiseen liittyvän muokkauslujittumisen matemaattinen yhtälö.

Autio, Jaakko: Toukokuun 28. p:nä 1976 tarkastettiin väitöskirja "Ferriittis-austeniittinen valuteräs ydinvoimalatarkoituksiin". Vastaväittäjinä toimivat professori K. Easterling ja professori T. Moisio sekä valvojana professori P. Kettunen.

Tämä väitöskirja on osa projektista, jossa pyrittiin kehittämään eräästä suomalaisesta ferriittis-austeniittisestä ruostumattomasta valuteräksestä sellainen laatu, joka puunjalostusteollisuuteen suuntautuneen perinteisen käytön lisäksi soveltuisi myös ydinvoimaloiden tarkoituksiin, ensisijaisesti primäärijäähdytyspiiriin venttiilien ja pumppujen valuteräksien materiaaliksi.

Peruslaatua jouduttiin kehittämään siten, että korroosio- ja lujuusominaisuuksista tinkimättä se on hyvin hitsattavissa myös puhtaasti austeniittisiin laatuhihin, että se läpäisee myös hitsiliitosten osalta ankarimpien normien mukaiset Straussin kokeet.

Kehitystyössä päädyttiin analyysi- ja lämpökäsittelyvariaatioiden kautta kahteen teräkseen (X ja Z), joiden rakenteellisia ja mekaanisia ominaisuuksia myös säteilytyksen kanalta selviteltiin tässä tutkimuksessa.

Tulosten perusteella voitiin X-terästä pitää soveliaana materiaalina ydinvoimalan primääripiirin komponentteihin huolimatta siitä, että sen ferriittipitoisuus on korkea. Sen sijaan Z-teräs ei sovellu niin hyvin mainittuun tarkoitukseen, koska se saattaa muuttua kylmähauraaksi primääripiirin käyttölämpötiloissa tapahtuvan neutronisäteilyn vaikutuksesta.

Tekniikan lisensiaatin tutkintoja:

Ahroth, Reijo: "Work-Hardening Tendency of Pure, Alloyed and Fibre Reinforced Nickel at Elevated Temperatures" professori P. Kettusen johdolla.

Lepistö, Toivo: "Puunjalostusteollisuuden koneissa esiintyvien murtumatapausten selvittely" professori P. Kettusen johdolla.

Mattila, Matti: "Sitkeysparametrien määrittäminen hitsiliitoksen eri vyöhykkeille" professori P. Kettusen johdolla.

Diplomi-insinöörin tutkinnot:

Kaila, Jarmo: "Valamisen ja muiden valmistusmenetelmien välinen taloudellinen vertailu" professori P. Kettusen ja apulaisprofessori K. Kerppolan johdolla.

Pesonen, Ahti: "Lämmönvaihtimen putkien hitsaaminen putkilevyyn" professori P. Kettusen johdolla.

Pääkkönen, Esko: "Polyeteeniruiskuvalutuotteiden rikkoutuminen" apulaisprofessori P. Törmälän johdolla.

TURUN YLIOPISTO

Geologian ja mineralogian laitos

24. 4. 1976 tarkastettiin julkisesti FL **Jyrki Lehtovaaran** väitöskirja "Apatite fission track dating of Finnish Precambrian intrusives". Virallisena vastaväittäjänä toimi FT Olavi Kouvo Geologisesta tutkimuslaitoksesta ja kustoksena apul.prof. Heikki Papunen. Väitöskirja on julkaistu sarjassa: *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Ser. A III, Geologica — Geographica, No 117, 1976, Suomalainen Tiedekatemia, 94 s.*

21. 6. 1976 tarkastettiin julkisesti FL **Erkki Marttilan** väitöskirja: "Evolution of the Precambrian volcanic complex in the Kiuruvesi area, Finland". Virallisena vastaväittäjänä toimi prof. Maunu Härme ja kustoksena prof. K. J. Neuvonen. Väitöskirja on julkaistu sarjassa: *Geological Survey of Finland, Bulletin 283, 1976, 109 s.*

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

Pankka, Heikki: "Nikkelin esiintymisestä Häijään massiivissa". Tarkastajina prof. K. J. Neuvonen ja apul.prof. Heikki Papunen.

Tutkimusalue sijaitsee Mouhijärven ja Hämeenkyrön kuntien alueella ja kuuluu Simosen graniittiprovinssiin. Tutkimuksessa on käsitelty massiivin petrografiaa ja kemismää sekä nikkelin esiintymistä syväkivissä. Kemismiltään massiivi edustanee differentiaatiosarjaa peridotitista graniittiin. Silikaattifaasin nikkelipitoisuus on alhainen, ja se noudattaa differentiaatiota. Massiivi on tyypillinen dioriittisesta magmasta kiteytynyt nikkeliköyhä intruusio. Kokokivianalyysijä on tehty 57 kpl.

Niemelä, Mauri: "Pelkosenniemen alumiinirikkaat kiillegneissit". Tarkastajina prof. K. J. Neuvonen ja apul.prof. Heikki Papunen.

Tutkimuksessa tekijä kuvaa Pelkosenniemen alueen kivilajeja ja on jakanut kiillegneissit kolmeen vyöhykkeeseen: 1) granaatti- ja staurolittiporfyroblastista sisältävään graniittivyöhykkeeseen, 2) sillimaniittiporfyroblastista sisältävään sillimaniittivyöhykkeeseen ja 3) kyanitti- ja staurolittiporfyroblastista sisältävään kyanittivyöhykkeeseen. Kaikkien vyöhykkeiden päämineraaleihin kuuluvat oleellisia kvartsi, plagioklaasi, biotiitti ja muskoviitti. Eri vyöhykkeiden kiillegneisseistä on tehty useita kemiallisia kokokivianalyysijä, ja muutamista kiillegneisseistä on lisäksi kemialliset analyysit biotiittista, granaatista ja staurolittista. Kemiallisten erojen perusteella tekijä on tutkinut kokokiven koostumuksen vaikutusta porfyroblastien syntyyn. Kokokiven Fe- ja Mn-pitoisuudella on todettu olevan vaikutusta granaatin ja staurolittin esiintymiseen. Kiillegneissien mineralogiset erot johtuvat sekä kemiallisesta koostumuksesta että metamorfoosista. Aluminisilikaattien synty on riippunut paineesta ja osittain myös kemiallisesta koostumuksesta. Graniitin ja staurolittin synty on riippunut pääasiassa kiven kemiallisesta koostumuksesta.

Maaperägeologian laitos

Filosofian kandidaatin tutkinto:

Maukonen, Olli: "Eräiden Pohjois-Savon koho- ja aapasoiden vaihtumisasiirien soveltuvuudesta polttoturvetuotantoon Kuopion läänin länsiosassa". Tarkastajina FT Eino Lappalainen ja apul.prof. Gunnar Glückert.

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää eräiden Kuopion länsipuolella sijaitsevien soiden soveltuvuutta polttoturvetuotantoon. Tutkitut 13 suota sijaitsevat aapa- ja kohosuoalueen rajalla. Työssä on selvitetty soiden turvelajit, turpeen määrä, maatumisaste, tuhkapitoisuus ja yleinen soveltuvuus polttoturvetuotantoon. Siitepölytutkimusten avulla selvitettiin Rastunsuon, Herralanmäensuon, Isonen ja Lietesuo- jäänkauden jälkeistä kehitystä.

Pohjois-Savon suot ovat pienehköjä ja yleensä matalia. Turvelajisuhteissa leimaa antavina ovat suon pintaosan keskimäärin 0,5 m paksu heikosti maatonut (H 1—4) rahkaturve. Sen alla on keskinkertaisesti maatonut (H 4—6) sararahkaturvetta n. 1 m vahvuinen kerros. Alinna on yleensä hyvin maatonut (H 6—8) sararahkaturvetta.

Osa soista soveltuu polttoturvetuotantoon, etenkin jyrsin- turpeen nostoon suot ovat soveliaita. Pääosa turpeesta on kohtalaisesti maatonut turveteollisuuteen käyttökelpoista CS-turvetta. Rastunsuolta nostetun turpeen kalorimetrinen lämpöarvo on 5200—5400 kcal/kg vedettömänä. Kosteudeltaan 45 %:n turpeen vastaava arvo on 2450—2550 kcal/kg. Tuhkapitoisuus (109 näytettä) on keskimäärin 3,69 %, mitä on pidettävä alhaisena ja turpeen käyttökelpoisuutta lisäävänä. Lisäksi on selvitetty turpeen tuotantoa ja siinä olevia erilaisia tuotantomenetelmiä, lähinnä jo käynnissä olevan Rautalammin Rastunsuon osalta, sekä turveteollisuuden mahdollisuuksia tutkitulla alueella.

ABO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie kandidat examina:

Björk, Leif: "Ett sent ringformigt granitintrusiv på Seglinge, SW Finland".

En porfyrgranit och en granodiorit på Seglinge påminner om graniten och monzoniten på Ava. De är intrusiva och tydligt yngre än omgivande syn- och serorogena bergarter. Intrusionen som började med granodiorit och följdes av porfyrgranit har gett upphov till en bågform. Jämfört med Ava tycks intrusionsmekanismen ha varit densamma men i förhållande till dagens erosionsnivå ligger Seglingeintrusionen lägre. Porfyrgranitens egenskaper tyder på att den kan hänföras till samma grupp som Lemlands-, Mosshaga- och Ava-graniterna i Ålands skärgård.

Filen, Birger: "Geologin kring Pahtajärvi NNV om Vittangi".

Geologin kring Pahtajärvi NNV om Vittangi beskrives. Berggrunden består av suprakrustalbergarter hörande till Vittangi grönstensgrupp, kvartsiter, äldre djupbergarter, basiska gångbergarter och yngre migmatitgraniter. De skärande, basiska gångbergarterna tänktes härstamma ur en och samma magma. Kvartsiterna jämföres med kartbladets övriga kvartssediment. Det visas, att områdets kvartsiter har avsatts i en följd, och att de kan korreleras med bergarterna i Kiilavaara kvartsitgrupp.

Lindberg, Bo: "Taporova järnmineralisering i Kolari, Norra Finland".

Vid Taporova, Kolari uppträder hematit-magnetitförande horisonter i glimmergnejs. Gnejsen är genomskuren av en kaligranit. Baryt förekommer i betydande mängder i gnejsen. Tidigare har för malmen föreslagits både ett sedimentärt och ett metasomatiskt ursprung. Strukturen på malmen, både i större och mindre skala, tyder på ett sedimentärt ursprung. Mineralsammansättningen och spårämnesfördelningen i hematiten och magnetiten uppvisar likheter med järnmalmer i norra Sverige vilka anses ha ett metasomatiskt ursprung. Uppkomsten av hematit-magnetitmineraliseringen torde dock bäst kunna förklaras med sedimentära processer där man fått en kemisk utfällning av järnoxid (-hydroxid), baryt och eventuellt kvarts samt en samtidig inblandning av klastiskt material. Den järnoxidförande gnejsen kan utgöra en metasomatisk omvandlingsprodukt av den underliggande glimmerskiffern. Något rymd- eller tidsmässigt samband mellan den primära malmbildningen, bergartsomvandling och granitintrusion torde dock inte föreligga.

Salaterä, Tapio: "Otasalo-områdets berggrund och stratigrafi i Puumala, SE Finland".

Otasalo-områdets suprakrustala bergarter är typiska svekofenniska sedimentära bergarter. Trots en relativt hög metamorfosgrad (amfibolitfacies) har en stor mängd primära sedimentstrukturer bevarats i området. Dessa har tillsammans med områdets synklinallstruktur möjliggjort en stratigrafisk tolkning. Äldst är en kordieritglimmergnejsformation med kvartsfältspatgnejs- och grävackemellanlager, vilken representerar flysch facies sediment, som avlagrats i relativt djupt vatten. Därefter följer en strandavlagring i form av konglomeratkvartsit, vilken överlagras av basiska vulkaniter. Yngst är en kvartsfältspatgnejsformation, som representerar grundhavssediment. Kvartsdioritmassivet och granitiska gångar, som förekommer både konformt och skärande i förhållande till suprakrustalbergarterna, är yngre än dessa.



EERO MÄKINEN-MITALI

Vuorimiesyhdistys jakoi vuosikokouksessaan 19. 3. 1976 Eero Mäkinen-mitalit Helsingin Teknillisen Korkeakoulun professoreille Risto Hukille (kesk.) ja Matti Tikka-selle (vas.). Mitalit myönnetään merkittävästä Suomen vuoriteollisuuden hyväksi tehdystä työstä. Mitalit luovutti Vuorimiesyhdistyksen puheenjohtaja Heikki Tanner (oik.).

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

Lehden painatuskustannusten pienentämiseksi ja ulkoasun yhtenäistämiseksi kirjoittajia pyydetään noudattamaan seuraavia ohjeita.

Käsitteelliset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkiä 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus** kuvineen, taulukoineen ja kirjallisuusviitteineen on 5 painosivua. Toimittajan mielestä lyhennettäväksi mahdolliset käsitteelliset palautetaan kirjoittajille korjausta varten.

Pääotskot ja alaotskot erotetaan toisistaan selkeästi.

Kuvat ja taulukot numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit sekä näiden englanninkieliset käännökset kirjoitetaan erilliselle arkille. Kuvien olisi mahdollista yhden palstan leveydelle (85 mm), mutta ne on piirrettävä vähintään kaksinkertaiseen kokoon ottaen viivapaksuuksia ja kirjainkojoja vaitessa huomioon pienennyksen vaikutus. Kuvia ei varusteta kehysviivoin.

Kaavat ja yhtälöt on kirjoitettava selvästi ja yksinkertaiseen muotoon, mahdollisuuksien mukaan välttämällä ala- ja yläindeksien, erikokoisten merkkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä IS-yksiköitä.

Kirjallisuusviitteet numeroidaan jatkuvasti / / sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

1. Järvinen, A., Vuoriteollisuus — Bergshanteringen. 34 (1976) 35—39.
2. Kirchberg, H., Aufbereitung bergbaulischer Rohstoffe, Ed 1. Verlag Gronau, Jena 1953.

Jokaiselle artikkelille on ilmoitettava **englanninkielinen nimi**, sekä laadittava kielillisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto — **summary** — pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivää.

Syksyllä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle syyskuun loppuun mennessä, kevätnumeroon tarkoitetut helmikuun loppuun mennessä.



ME OSAAMME

Lokomon tuotannon korkea laatu on heijastumaa ammattitaitoisten työntekijöiden osaamisesta, aktiivisesta suunnittelusta sekä tarkoista tutkimus- ja testausmenetelmistä.

Lokomo valmistaa koneita, jotka nykyään uurastavat kaikkialla maailmassa: autonostureita, kaivukoneita, metsätyökoneita, murskauskalustoa sekä teräsvaluja ja takeita.

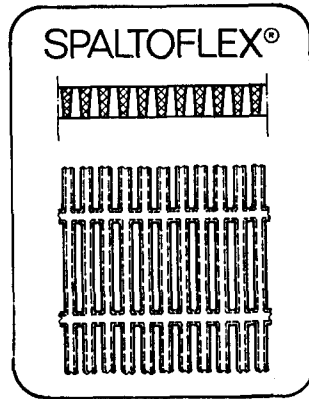
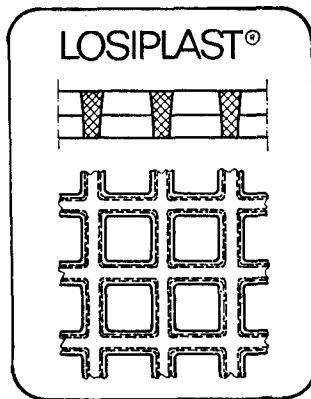
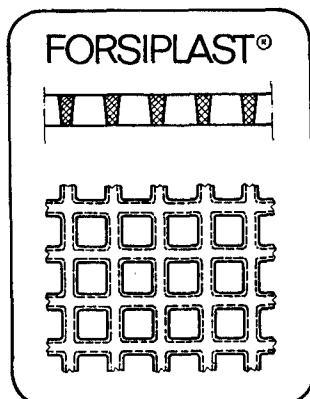
LOKOMO

Rauma-Repola Oy Lokomon tehtaat
PL 306—307 33101 Tampere 10
Puh. 931 - 33100, telex 22133 rrlok sf



STEINHAUS

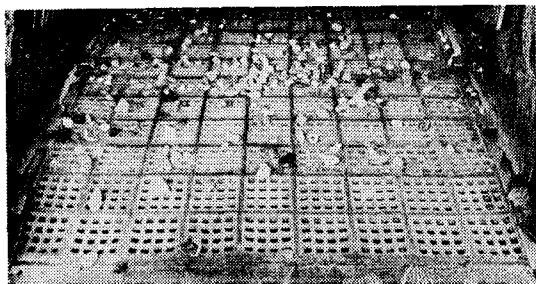
Polyuretaani-seulaverkkojen
suosio kasvaa



Erinomaiset käyttöominaisuudet

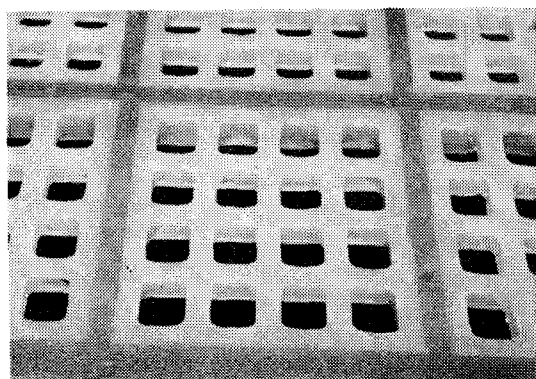
Kiristetään kuten jousiteräsverkot

Kiristysvoimat kohdistuvat sisäänrakennettuun jousiteräslangoista tehtyyn verkkoon. Ne eivät veny eivätkä väännä käytön aikana. Verkoja valmistetaan kaikkia pituus- ja poikittaiskiristeisiä seuloja varten. Kuva esittää seulaverkkoa jonka pituus on 2000 mm, leveys 1190 mm ja aukko 18 mm x 18 mm joka on käytössä eräässä hiekka- ja kiisuseulassa.



Rajarakeetkaan eivät tuki verkkoa

Verkon taipuisan rakenteen ja kartiomaisten aukkojen ansiosta pysyy seulaverkko aina puhtaana.



Pitkä käyttöikä

Murtumaton ja muotonsa säilyttävä — siksi taloudellinen. Viereinen kuva on otettu verkosta joka on ollut käytössä 14 kk. Kuvasta näkyy miten vähäistä kuluminen on ollut.

Steinhaus polyuretaaniseulaverkot ovat pitkäaikaisen tutkimuksen ja kehityksen tulos yhteistyössä käyttäjien kanssa.

Steinhaus-seulaverkot tänään — käytössä myös huomenna



STEINHAUS

Maahantuonti ja myynti:

VUORIKONE OY

PL 370
00101 HELSINKI 10
Puh. 90-7554411

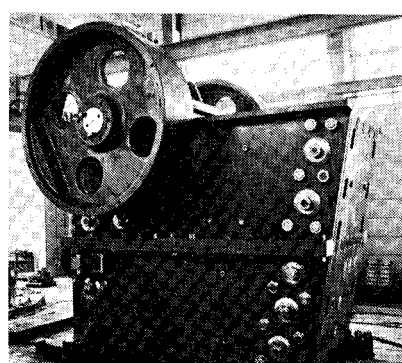
COMPLETE CRUSHING PLANTS ON A TURN-KEY BASIS. ROXON KNOWS HOW TO DO IT.



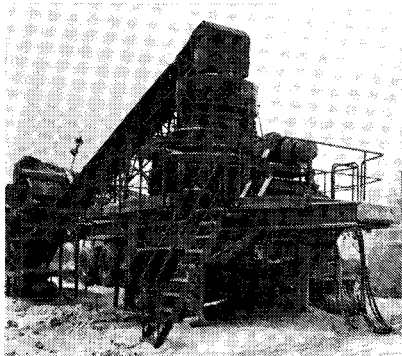
HYDRAULIC IMPACTOR



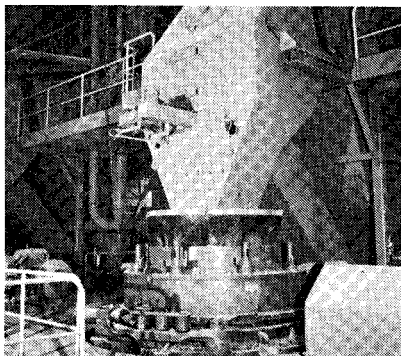
FEEDERS



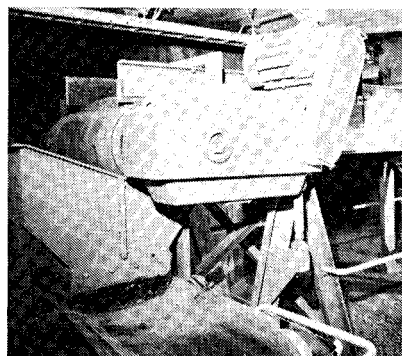
JAW CRUSHERS



CONE CRUSHERS



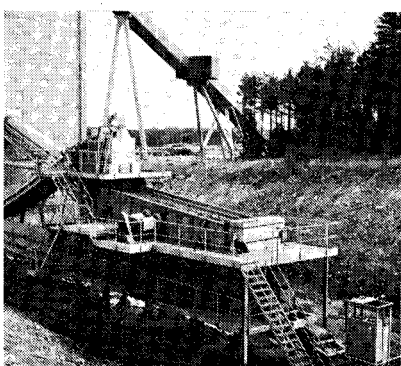
GYRATORY CRUSHERS



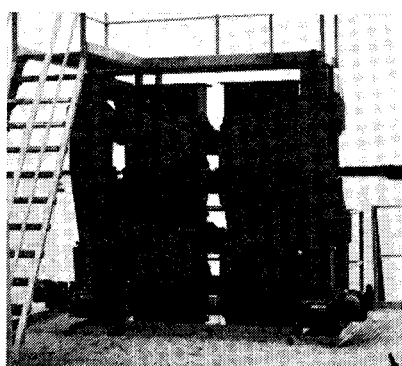
BELT FEEDERS



CONVEYORS



SCREENS



CLASSIFIERS

ROXON

Roxon Oy, SF-15860 Salpakangas, Finland,
tel. 358-18-801 311, telex 16-180 roxon sf.

RADEX

Qualität
aus
Tradition



ÖSTERREICHISCH-AMERIKANISCHE
MAGNESIT AKTIENGESELLSCHAFT

A-9545 RADENTHEIN
A U S T R I A

Oy TULENKESTÄVÄT TIILET Ab

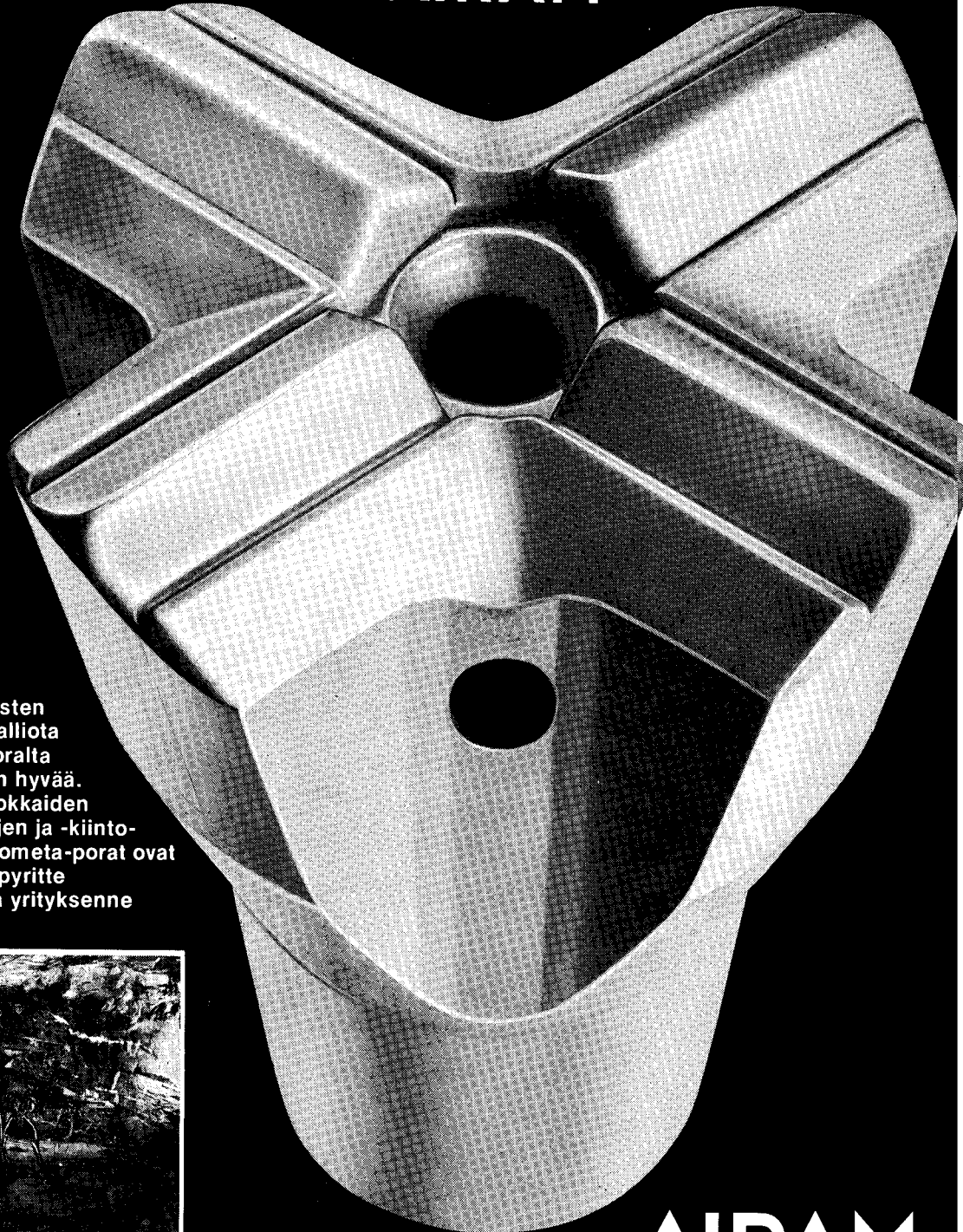
Bulevardi 17 C 14 00120 Helsinki 12 — Puh. 645341 — 645342 — 645249 — telex 12—1015
Bulevarden 17 C 00120 Helsingfors 12 — Tel. 645341 — 645342 — 645249 — telex 12—1015

Kovaan työhön Kometa

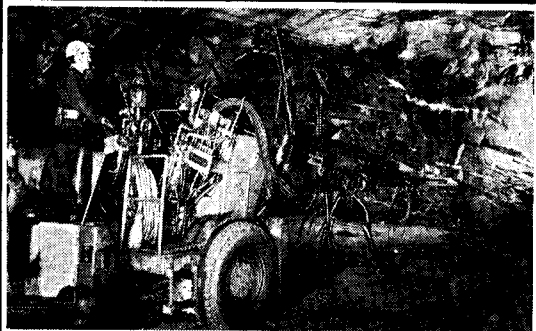


A stylized logo consisting of three interlocking, rounded shapes that resemble the letters 'A', 'I', and 'R' stacked vertically. Below the logo, the word 'AIRAM' is written in a bold, sans-serif font.

AIRAM



Poraaminen on kovien miesten kovaa työtä. Taistelussa kalliota vastaan vaaditaan myös poralta paljon. Vain paras on kyllin hyvää. Tämä on lähtökohtana tehokkaiden Kometa-jatkotankokaluvojen ja -kiintoporien valmistamisessa. Kometa-porat ovat oikea ratkaisu silloin, kun pyritte taloudelliseen tulokseen ja yrityksenne menestymiseen.



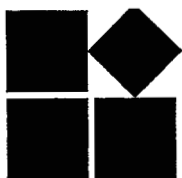
KOMETA

Kiintoporat,
jatkotankokalustot,
tarvikkeet.

AIRAM
on paljon muutakin

KUN TARVITSETTE

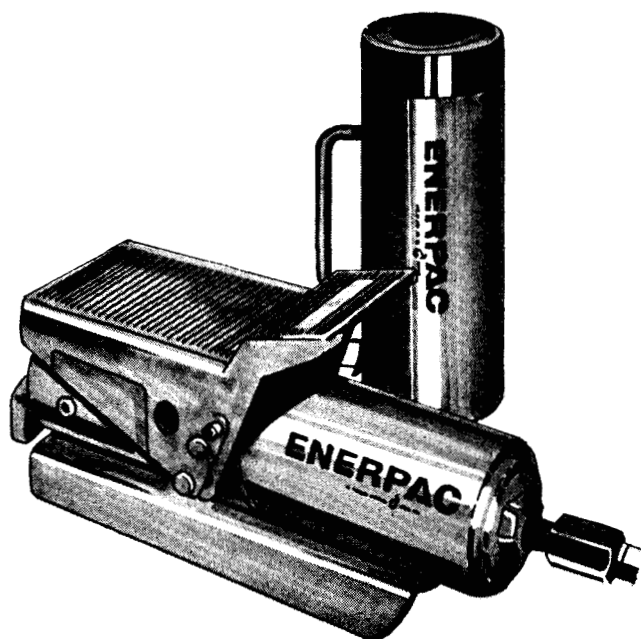
kvartsihiekkaa, luonnonhiekkaa
bentoniittiä, kalkkia,
kalkkikiveä, sementtiä



**OY LOHJA AB
SEMKA**

08700 Virkkala, puh. 912-41 511

ENERPAC® GOLDEN RING kestää 33 kertaa kauemmin!



Enerpacin hydrauliset GOLDEN RING -sylinterit kestävät yhtä hyvin sekä erittäin raskasta että erittäin nopeata nostamista, työntämistä tai puristamista. Eräässä sylintereiden vertailukokeessa GOLDEN RING-sylinterit kestivät 33 kertaa suuremman määrän iskuja kuin tavanomaisesti suunnitellut sylinterit!

ENERPAC GOLDEN RING-sylinteriä ei vahingoita lika, kosteus eikä kuluminen. Se kestää suuriakin epäkeskeisiä kuormituksia. Mäntä ei leviä päästään eikä pääse työntymään kokonaan ulos.

ENERPAC GOLDEN RING-sylintereitä on saatavissa nostokyvyltään alkaen 4 tonnista jopa 200 tonniin saakka. Korkeasta maksimityöpaineesta – 700 bar – johtuen on sylinterit voitu rakentaa pienikokoisiksi ja kevyiksi.

ENERPAC GOLDEN RING-sylinteri voidaan yhdistää käsi-, paineilma-, polttomoottori- tai sähköpumppuihin, jotka myös kuuluvat ENERPAC-ohjelmaan.



Henry Fordin katu 5 00151 Helsinki 15 PL 134
Puh. 90-13 655 Telex 12-1174



UUTTA TULOSSA NORMETILTA

NUC-150

KAIVOSTEN YLEISAJONEUVO



Kuvassa NUC-150
prototyyppi
testiajossa

Sarjavalmistus
alkaa vuoden
1977 aikana

Päähuomio on kiinnitetty käyttö- ja huoltomiesten työn helpottamiseen. Ajoneuvossa on selkeät, yksinkertaiset ja helppokäyttöiset hallintalaitteet sekä ergonomian vaatimuksia vastaavat kuljettajan ja apumiehen tilat. Kunnollinen hytti tulee myöskin olemaan optionaalinen lisävaruste.

Hydrostaattisen voimansiirron säätöjärjestelmä on sellainen, että pehmenetty "automainen" käyttäytyminen on saatu aikaan. Huoltokohteet ovat helposti luoksepäästäviä ja eri komponentit helposti vaihdettavia.

Pakokaasujen "puhtauden" takaa Deutzin pyörrekammimoottori, F6L 912 W.

Voimansiirron välityssuhteessa on vaihtoehtoja erilaisiin käyttötarkoituksiin.

ORION-YHTYMÄ OY
normet

74510 Peltosalmi, Finland

☎ 977-22241

Telex 4418 farmi sf

VESI-HYDRO palvelee



Tutkimusta ja suunnittelua kohteena:

- VESIHUOLTO JA VESILAITOKSET
- VESI- JA VESISTÖTUTKIMUKSET
- LVI- JA SÄHKÖTEKNIikka
- LIIKENNE, TIET JA KADUT
- GEOTEKNIikka JA MAARAKENNUS

OY VESI-HYDRO AB

NEUVOTTELEVA INSINÖÖRITOIMISTO

KORNETINTIE 4 — 00380 HELSINKI 38

Kalevankatu 10 — 60100 Seinäjoki 10

Valtakatu 18 — 53600 Lappeenranta 60

SKOL:n jäsen

Kova kovaa vasten

SM H90 L erikoisteräs

SM H90 L on kulutusta kestävä teräslevy, jolle on ominaista suuri vetolujuus, hyvä työstettävyyttä sekä hitsattavuus. Lisäksi se on lujuuteensa nähden kevyttä. Ja ennenkaikkea se kestää kovaa kulutusta vuosikausia ja säästää siten myös huoltokustan-

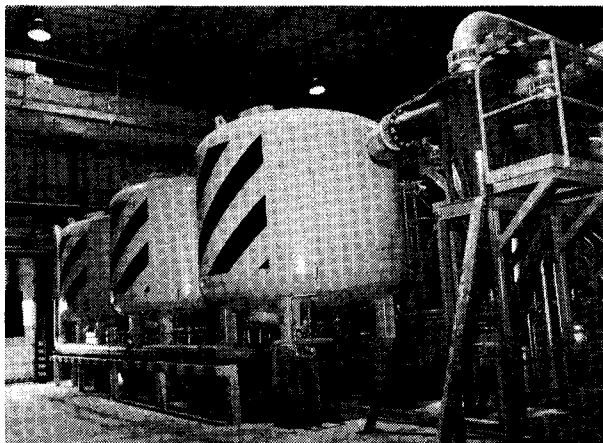
nuksia. SM H90 L teräksen kulutuskestävyyttä voidaan lisäksi parantaa hiilestyskarkaisun avulla. Lujuutensa vuoksi SM H90 L tekee mahdolliseksi kevyiden rakenteiden toteuttamisen. Pyytää lisätietoja teräsosastoltamme.

Seos-Metalli Oy

Lönnrotinkatu 21, 00120 Helsinki 12. Puh. 90-648 411
Telex 12-828

● TAMPERE, puh. 931-27 240 ● OULU,
puh. 981-13 258 ● KUOPIO, vaihde 971-83 655
● TURKU, puh. 921-12 021 ● KOTKA, puh.
952-15 855 ● VAASA, vaihde 961-243 933





Outokumpu Oy:n Tornion jaloterästehtaiden kiertovesilaitoksen 400 m³/h suodattimet ja hydrosyklonit, valmistunut v. 1975. Suunnittelu VESIKEMIA OY, toteutus VESTO OY.

VESTO

TOTEUTTAA TALOUDELLISESTI TEOLLISUUDEN VESIHUOLTOA

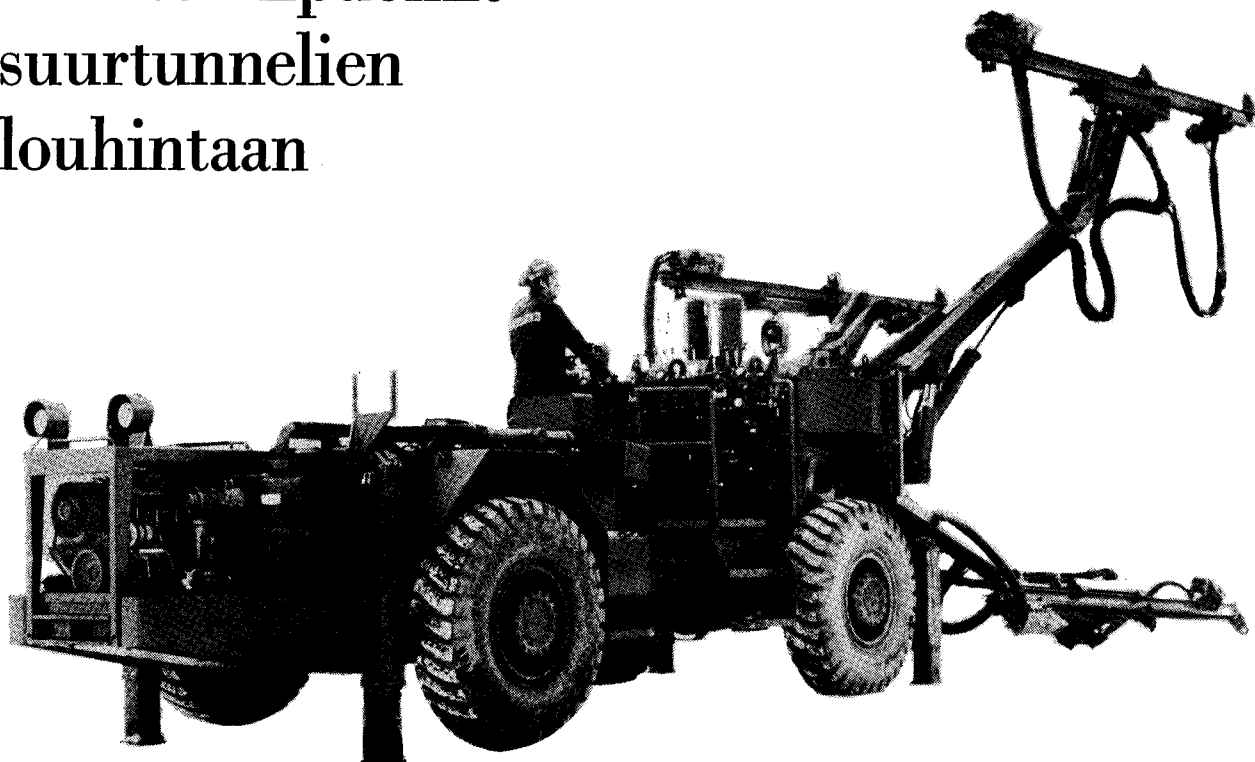
- VOIMALAITOKSIA
- TEHDASPROSESSEJA JA
- SANITEETTIKÄYTTÖÄ VARTEN

Kerromme mielellämme lisää.

VESTO OY

Henry Fordin katu 5
00150 Helsinki 15
puh. 90 - 171 556

**Monitoimipuomit
suurtunnelien
louhintaan**



TAMROCK

Tampella — Tamrock 33310 Tampere 31.
Puh. 931 - 431 411, telex 22193 rock sf



GEOFINN^{oy}



Panostus-, ruskaus- ja kalliopulhtrastrukki PT-40 on 2-pyörävetoinen. Malli PT-60 on 4-pyörävetoinen.



Sekoitus- ja panostusajoneuvo "Hällekis-trukki". Laitteisto on asennettu vanhan kuorma-auton alustaan, jolloin se voidaan ajaa avolouhoksen panostuspaikalle.

Uudet kätevät PT-40 ja PT-60 mekanisoidut trukit avo- ja slurryporaukseen.

Tekniset tiedot:

Moottori: Deutz F3L 912 W DIN 43 hv 2300 kierr./min.
vaihtoehtoisesti 57 hv 2300 kierr./min.

Voimansiirto: Hydraulinen voimansiirto suljettuine öljynsiirtoineen. Sauer hydraulipumppu käyttää Hägglundin korkeamomentti-moottoreja, jollainen on sijoitettu kuhunkin vetävään pyörään. Ohjaus eteenpäin, peruutus, pysäytys ja jarrutus – kaikki yhdellä polkimella.

Paikoitusjarru: Jokaiseen hydraulimoottoriin on asennettu hydraulisesti käänteisellä ohjattava rumpujarru. Jarru laukeaa automaattisesti, kun trukki käynnistetään ja lukkiutuu, kun trukki pysäytetään tai hydraulinen paine häviää. Jarruja voidaan käyttää myös ohjauspyörästä.

Ohjaus: Kahden sylinterin hydraulinen ohjaus, jota voidaan hoitaa myös panostuskorista. Nivelohjaus $\pm 45^\circ$. Kaikki muut hydrauliset toiminnot kuten korin asento ja tukijalat on kytketty ohjaukseen.

Panostuskori: Maksimi korkeus peruspohjasta 5,5 m.
Tarkempia tietoja ja esitteitä saat meiltä!

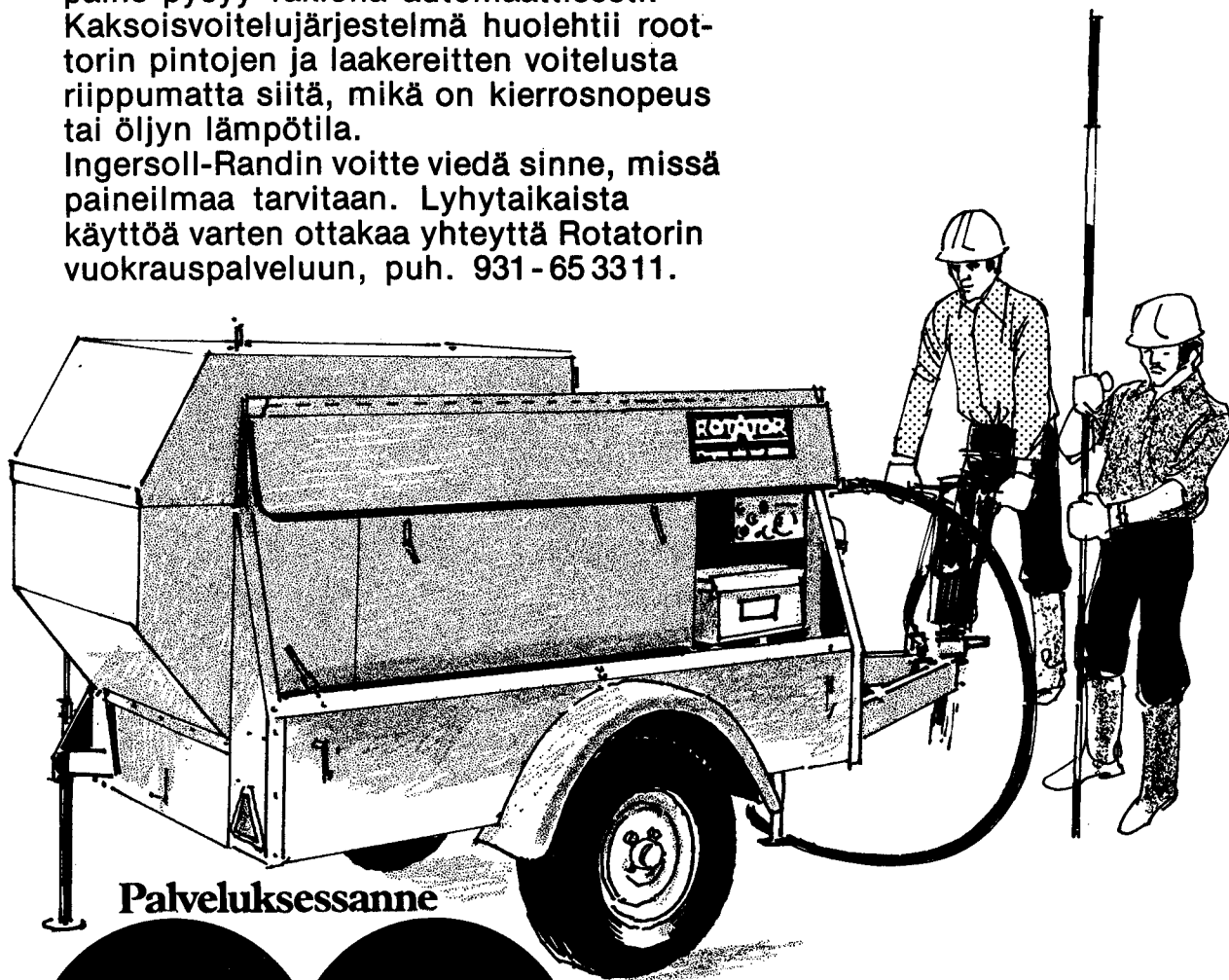
OSAKEYHTIÖ *Ekströmin* KONELIIKE

00101 Helsinki 10 · PL 310 · Puh. 90 - 171 421

Ingersoll-Rand tekee paineilman taloudelliseksi. Lisäksi vähin äänin.

Ingersoll-Rand kompressoreihin kuuluu kaksikymmentä mallia. Niiden ilman-
tuottokyky kattaa alueen 2,4 m³/min —
57 m³/min. Kompressoreista pienimmät
ovat lamelli- ja isommat ruvikompres-
soreita. Molemmat toimivat diesel-öljyllä.
Ingersoll-Rand kompressoreissa ilman-
paine pysyy vakiona automaattisesti.
Kaksoisvoitelujärjestelmä huolehtii root-
torin pintojen ja laakereitten voitelusta
riippumatta siitä, mikä on kierrosnopeus
tai öljyn lämpötila.

Ingersoll-Randin voitte viedä sinne, missä
paineilmaa tarvitaan. Lyhytaikaista
käyttöä varten ottakaa yhteyttä Rotatorin
vuokrauspalveluun, puh. 931-653311.



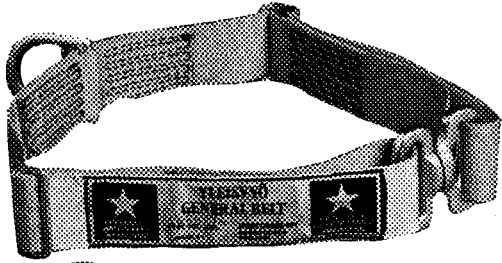
Palveluksessanne

ROTATOR

Varikonkatu 2, Tampere Puh. 931-653311

FRIKERA TURVAVYÖT JA -KÖYDET

turvaa työskentelyn rakennuksilla,
kaivoksissa, siloissa, mastoissa...



FRIKERA turvavyöt on valmistettu kirkkaasta oranssin värisestä teryleeninauhasta. Hämärässä työskentelyä varten vöihin on ommeltu valoa heijastavat varoitussauhat.

Vöitä on kahta levyyttä

85 mm kaksoispiikkisolkjella ja
45 mm bajonettilukolla

Bajonettilukot ovat uutta mallia, joista TSH on antanut hyväksymislausunnon N:o 2222/34/75.

Uusia tuotteita ovat

Kaivosvyö, mallit K (kapea) ja L (leveä)
Palovyö

Purjehtijan vyö

Lisäksi toimitamme edelleen

Yleisvyö, mallit K ja L

Pylväsvyö, mallit K ja L

Nostovyö, malli H (haarakannatus)
malli V (vyötärökannatus)

Työskentelyvyö

Nosturivyö

FRIKERA turvaköydet — polyetyleeniköydet kahdella karbiinihaalla — toimitetaan 1,5 m, 2,5 m, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m ja 40 m pituisina.

Valmistaja: **FRIITALA**



**VUORIMIESYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n**

Vuosikokous

pidetään Helsingissä 25.—26. 3. 1977
Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s**

Årsmöte

hålles i Helsingfors den 25.—26. 3. 1977
Närmare uppgifter meddelas i inbjudan som postas vid en senare tidpunkt.

XIITH INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS 29. 8.—3. 9. 1977 SAO PAOLO, BRASILIA

Järjestämme kongressiin osallistuville matkan Sao Paoloon seuraavasti:

Matkasuunnitelma

26. 8.—27. 8. Lento Helsinki—Sao Paolo
29. 8.— 3. 9. Kongressi Sao Paolossa
3. 9. Lento Sao Paolo—Brasilian
4. 9.— 6. 9. Brasiliassa
6. 9. Lento Brasilia—Rio de Janeiro
6. 9.— 9. 9. Rio de Janeirossa
9. 9.—10. 9. Lento Rio de Janeiro—Helsinki

Matkan hinta: mk 6.200,— hengeltä ja edellyttää 10 osanottajaa.

Hintaan sisältyy:

Reittilennot turistiluokassa, lentokenttäkuljetukset, majoitus I-luokan hotelleissa, jaetussa kahden hengen huoneessa, päivittäinen kahviaamiainen, kiertoajelut Brasiliassa ja Rio de Janeirossa, palvelurahat ja verot.

Lisämaksu yhden hengen huoneesta mk 900,— koko ajalta.

Hinnat ovat sitoumukselta.

Matkasuunnitelmaan voivat halukkaat vaihtaa kongressitoimiston järjestämiä ns. post-congress retkiä. Lopullinen hinta määräytyy retken hinnan mukaan.

Pyydämme Teitä palauttamaan oheisen lomakkeen, jos olette kiinnostunut matkasta ja odotatte yhteydenottoamme lisätietojen saavuttua kongressin järjestäjältä.

SUOMEN MATKATOIMISTO OY, Ryhmämatkat

Kaivokatu 10 A 00100 HELSINKI 10 puh. 170 515/Elisa Sassi

Nimi

Toim nimi

Osoite

Puhelin

ALGOL

**TOIMITTAA KAIVOS-, METALLURGISELLE
JA PROSESSITEOLLISUUDELLE:**

- KAIVOSHISSEJÄ
- HIHNAKULJETINLAITTEITA
- MOBILINOSTUREITA
- PASUTUKSEEN, MALMIEN SINTRAUKSEEN JA
SINTTERIN JÄÄHDYTTÄMISEEN TARVITTAVIA
KONEISTOJA
- TYHJIÖKUIVAUSRUMPUJA
- URAANIMALMIN KÄSITTELYKONEISTOJA
- UUNIEN VUORAUKSEEN TARVITTAVIA
TULENKESTÄVIÄ KERAAMISIA AINEITA
- SÄHKÖSUODATTIMIA
- YM.

**LURGI, DEMAG, DIDIER YM. TOIMINIMET
NEUVOTTELEVAT MIELELLÄN KANSSANNE**

ALGOL

Eteläranta 8 00130 H:ki 13
Puh. 90/12 631
Telex 12-1430 algol sf



Suomalainen teräsmies. Tunnettu ulkomailla. Entä Suomessa?

Suomessa on monta kansainvälisesti ottaen huippuluokan teräksen asiantuntijaa. Kaikkialla maailmassa he ovat yhtä kova sana kuin OVAKO-erikoisteräs. Siihen luottavat suuret autotehtaat.

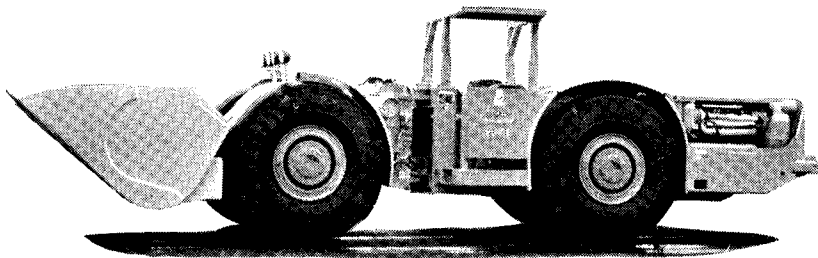
Miksi et sitten Sinä, joka saat laadun lisäksi monia muitakin etuja?



OVAKO

Imatra — Äminnefors — Turku — Koverhar
Helsinki — puh. 90-670 091/myynti

WAGNER ST-5 sarjan koneilla on lastattu enemmän maan alla kuin millään muulla pyöräkone-mallilla..Kehitysvaihe tänään on työjuhta mallia ST-5E. Sen suunnittelussa on käytetty hyväksi kaikki saatu kokemus. Siinä on 44 parannusta verrattuna edeltäjänsä ST-5A:han. Siinä on nekin parannukset, joita juuri Suomen kaivokset ovat halunneet.



WAGNER ST-5E

- Pituus 914 cm
- Leveys 244 cm
- Korkeus 163 cm
- Työpaino 22 t
- Kantokyky 7 t
- Kääntösäde sis. 3,1/ul. 6,3 m

WAGNER ST-5E:ssä on järeyttä, sopivuutta ja mukavuutta. Se on tehokas, mutta käyttökustan-
nuksiltaan silti entistä edullisempi.

KYSY LISÄÄ!

Maahantuoja:



OY HANS PALSBO AB

Pulttitie 20 Helsinki 81 puh. 782 100
Telex 12-434

SÄÄSTÖ

**PUUTTAVA
PALA?**

Teollisuuden ja yhdyskuntien ympäristönsuojelu on monien tekijöiden yhteensovittamista.

Tarjoamme Teille taitoa ja kokemusta tutkimus- ja suunnittelutehtävissä myös tällä ajankohtaisella alalla.

... vesistöt ... ilma ... melu ... maaperä ... pohjavesi ... jäte-
huolto ... maisema ... liikenne ... luonnonvarat ... ympäristön-
suojeluteknikka ... inventointi ... ennusteet ... suunnittelu
... tarkkailu ... hakemusasiat ... vahingon ja hyödyn arviointi ...
ohjelmointi ... laboratorio- ja maastotutkimukset ... kokonais- ja
yleissuunnittelu

INSINÖÖRITOIMISTO MAA JA VESI OY
ITÄLAHDENKATU 2, 00210 HELSINKI 21, PUH. 670 121

JYVÄSKYLÄ - KUOPIO - LAPPEENRANTA - LAPUA - OULU - PORI - TURKU

Ilmoittajat - Annonsörer

Airam/Kometa
Algol
Ekströmin Koneliike
Enso
Geofinn
Grönblom
Kemira
Knorrning
Kockums
Lohja Oy
Lokomo
Maa ja Vesi
Normet/Orion
Outokumpu
Ovako

Hans Palsbo
Rautaruukki
Rotator
Roxon
Seos-Metalli
Suomen Matkatoimisto
Suomen Puhallinteidas
Tampella/Tamrock
Tecalemit
Tallberg/Vuorikoneosasto
Tallberg/Atlas Copco
Tulenkestävät Tiilet
Vesi-Hydro
Vesto
Witraktor
Vuorikone

Rouva Karin Stigzelius hoitaa Vuorimiesyhdistys r.y:n jäsenkortistoa, joten pyydämme Teitä ilmoittamaan mahdollisista paikan- tai osoitteenmuutoksista suoraan hänelle.

**Puh. 90-427 260, osoite: Niittykummuntie 5
C 20 02200 Espoo 20.**

Fru Karin Stigzelius sköter om Bergsmanaföreningens medlemsregister, varför vi be Er meddela henne eventuella tjänste- eller adressförändringar.

**Tel. 90-427 260, adress: Ängskullavägen 5
C 20, 02200 Esbo 20.**

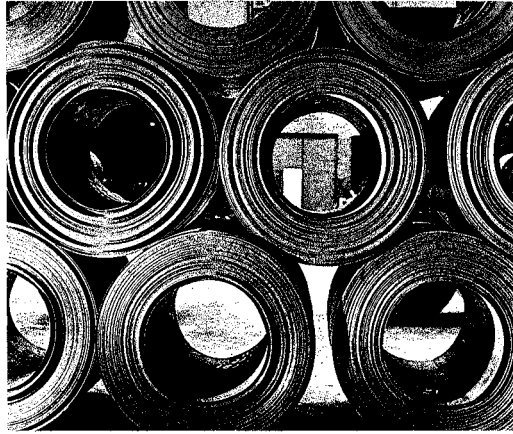
Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen ry:n tutkimusselosteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimus- seloste n:o		hinta	
1	"Kulutusta kestävä materiaali"	loppunut	
2	"Malmitekniillinen näytteenotto"	"	
3	"Jatkotankoporaus"	"	
4	"Öljypolttimet"	11,50	
5	"Maakairaus ja pliktaus"	11,50	
6	"Putket ja rännit"	11,50	
7	"Jatkotankoporaussovellutus louhintaan"	11,50	
8	"Jäänmösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malmineisinnässä"	11,50	
9	"Rikastamoiden jätealuiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	11,50	
10	"Kuulurakenteet"	11,50	
Liite n:o 10:een	"Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	5,60	
Tutkimus- seloste n:o	11 "Raakkulaimennus"	11,50	
	12 "Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinärakenteet"	56,—	
Piirustusliite n:o 12:een		loppunut	
Tutkimus- seloste n:o	13 "Vedenpoisto kaivoksesta"	loppunut	
	14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa"	17,—	
	15 "Näytteenotto geokemiallisessa malmineisinnässä"	20,—	
Kuvaliite n:o 15:een		loppunut	
Tutkimus- seloste n:o	16 "Jauheiden kuivatus"	15,—	
	17 "Pölyn talteenotto"	11,50	
	18 "Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—	
	19 "Kulutusta kestävä materiaali" -- n:o 1:n täydennys	11,50	
	20 "Rikastamoiden instrumentointi"	20,—	
	21 "Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet"	27,—	
	22 "Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—	
	24 "Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—	
	25 "Geofysikaaliset kenttätyöt I -- Painovoimamittaukset"	20,—	
	27 "Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—	
	28 "Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	15,—	
	29 "Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa"	50,—	
	31 "Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa: Selvitys normi- ja toimenpide-ehdotuksineen"	20,—	
	32 "Seulonta"	40,—	
	33 "Louhintaurakkasopimuksen laatimisohteet"	15,—	
	Louhintaurakkasopimuskaavake	2,—	
	34 "Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—	
	36 "Pakokaasukomitea -- selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä"	15,—	
	Täydennysosa		
	"Pakokaasukomitea -- uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—	
	39 "ATK-menetelmien käyttö kalliooperaatioissa"	25,—	
	40 "Kaivosten jätealueet ja ympäristönsuojelu"	45,—	
	42 "Kaivosten työympäristö"	50,—	
	44 "Geologinen näytteenotto"	50,—	
	47 "Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—	
	"Kaivosten turvallisuusopas" (myös ruotsinkielisenä)	loppunut	
	"Räjätysopas" (2 painos)	4,—	
	"Kaivosmiehen käsikirja"	5,—	
	"Kaivossanasto"	8,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1967"	35,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1968"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1970"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1971"	40,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1972"	45,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1973"	50,—	
	"Kalliomekaniikan päivät 1974"	50,—	
	"Kalliomekaniikan sanastoa"	10,—	
	Koulutusmonistheet:		
	INSKO		
	106—73	"Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
	49—74	"Sänkkametallurgi-Senkkametallurgia"	45,—
	90—74	"Investoinnit ja käyttölaskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
	45—75	"Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
	VMY	"Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
		"Vuoriteollisuus-Bergshanteringen"-lehden aikaisempia irtonumeroita	10,—
		"Vuoriteollisuus-Bergshanteringen"-lehden vuosikerrat 1943—1975 sidottuna	500,—

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta TkL Heikki Aulangolta osoitteella:

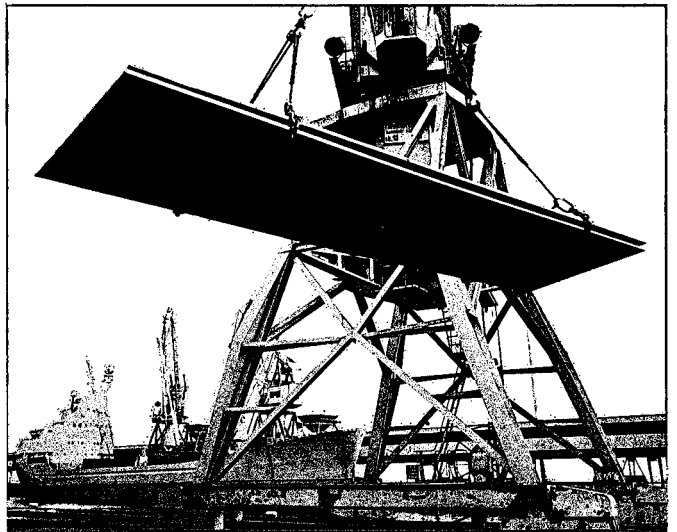
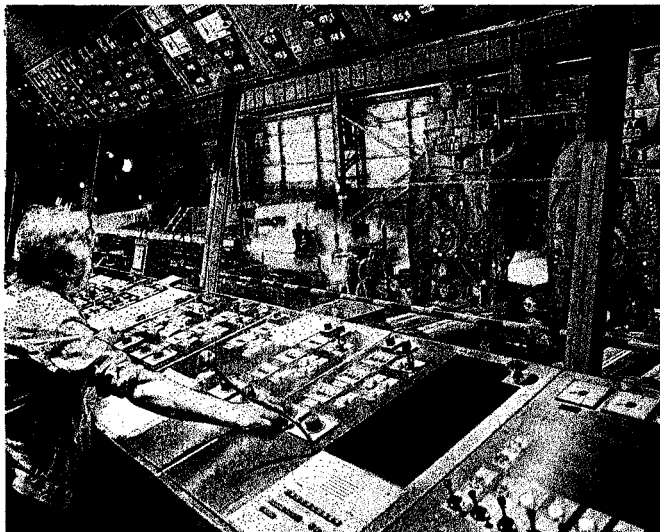
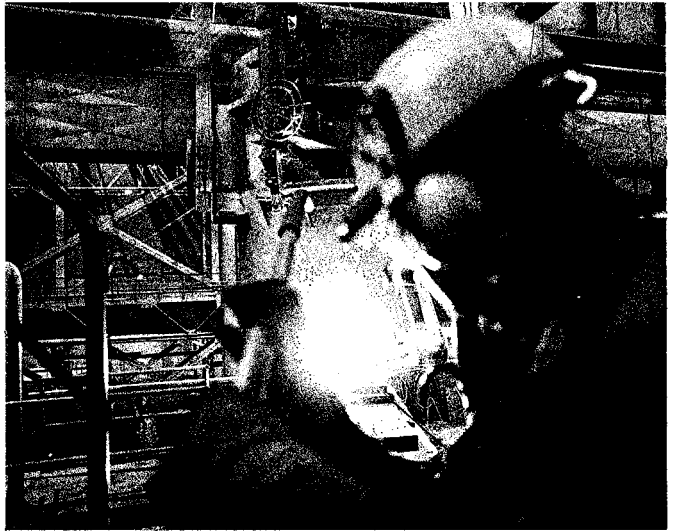
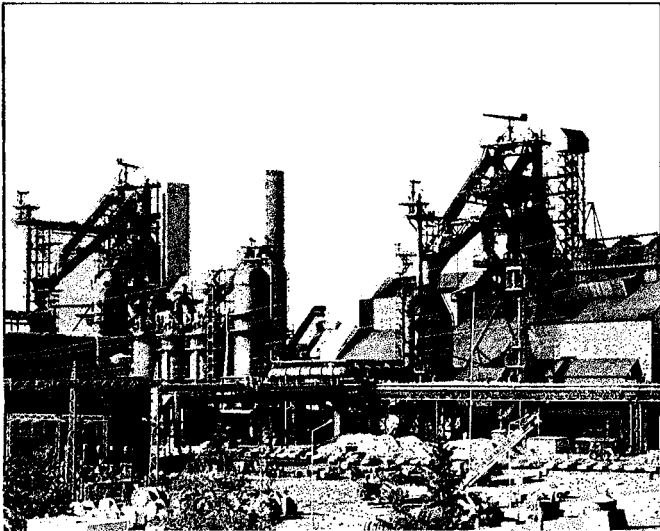
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
PL 27, 02101 ESPOO 10
tai puh. 90 - 421 3502.

Teräksenluja perusta monelle hyvälle asialle



Teräksen valmistus saa alkunsa malminetsinnästä ja kaivosten malmista, josta Raahen rautatehdas valmistaa rautaa, terästä ja edelleen teräslevyjä. Osa tuotannosta jatkaa kulkuaan

Rautaruukin omassa jatkojalostuksessa ja osa kulkeutuu Suomen telakoille ja konepajoille, joille näin turvataan kotimainen raaka-ainepohja.



Rautaruukki perustaa toimintansa ammattitaitoiselle henkilökunnalle, jonka käytössä ovat alan uusimmat ja ajanmukaisimmat automaattilaitteet. Käynnissä olevien laajennusten valmistuttua tarvitsemme yhä useampia ammattimiehiä, joiden koulutuksesta Rautaruukki huolehtii huomattavalta osin itse.

Jo lähes 6500 ammattimiestä on mukana rautaruukkilaisen, kansainvälisestikin korkealuokkaisen teräksen valmistuksessa. Raahen rautatehdas on keskeisin lenkki Rautaruukin terästeollisuudessa. Siellä työskentelee noin 4000 ihmistä. Terästeollisuuden palveluksessa vaikuttavat yhteiskuntamme kehitykseen ja yhteisen hyvinvointimme kasvuun.

Työn takana

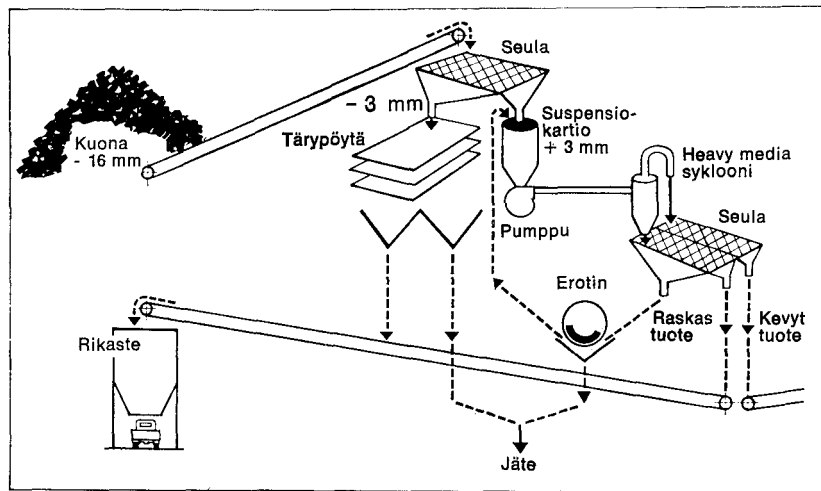


RAUTARUUKKI OY
Raahen rautatehdas



TUHKAA VAI TIMANTTEJA

Kuonakin voi olla arvokasta



Erialaisten metallurgisten prosessien kuonaa pidetään useimmiten jätteenä vaikka se itseasiassa sisältääkin arvokkaita metalleja.

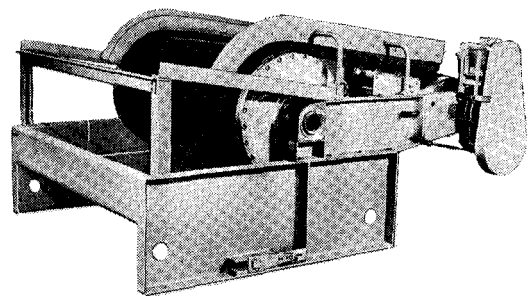
Rikastustekniikan murskaus- ja erottelumenetelmän avulla voidaan kuonassa oleva metalli ottaa kannattavaan käyttöön. Hyvänä esimerkkinä on ferrokromikuonan käsittelyyn valmistettu laitos, jonka SALA on suunnitellut ja yhdessä AB Ferrolegeringar'in ja AB Krossprodukterin kanssa toteuttanut Trollhättanissa.

SALA suoritti laboratoriotyöt, suunnitteli, rakensi ja toimitti laitoksen koko varustuksen.

SALA on työskennellyt erittäin tiiviisti niiden teknisten menetelmien parissa, joiden avulla sulatto- ja terästehdaskuonassa olevat arvometallit saadaan kannattavaan käyttöön. SALAn valmistusohjelmaan kuuluvilla magneettierottimilla voidaan suuresti vaikuttaa tuotteen pitoisuuden ja saannin optimointiin.

Uudenaikainen prosessilaboratoriomme on käytettävissä tutkimuksianne varten. Myös silloin, kun muiden yksikköprosessien kuonasta on tarkoitus ottaa talteen arvometallit.

Antakaa SALAn tutkia ovatko jätteet pelkkää "tuhkaa vai onko niissä timanteja."



SALAn hihnaerotin on erittäin vankkarakenteinen. Se on varustettu voimakkailla kestopagneeteilla. Se on erittäin sopiva mm. kuonarikastukseen.

TALLBERG VUORIKONEET

ALEKSANTERINKATU 21. 00100 HELSINKI 10. PUH. 13 611