

ETY-Soodakattilavaliokunta

KONEMESTARIPÄIVÄ 1991
Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskinen
31.1.1991

VK-13801V-01

VK-13801V

ETY-Soodakattilavaliokunta

Konemestaripäivä 1991

Seuraavassa on esitetty ETY-Soodakattilavaliokunnan Konemestaripäivän 1991 ohjelma Oy Metsä-Botnia Ab:n Kaskisen tehtaalla 31.1.1991.

- | | |
|---------|---|
| 9.30 | Ilmoittautuminen ja aamukahvi |
| 10.00 | Tervehdyssanat
Pertti Simola, Oy Metsä-Botnia Ab |
| 10.15 | Vaurioraportit
Asmo Rantanen, ETY-Soodakattilavaliokunta |
| 10.45 | ETY-Soodakattilavaliokunnan compound-pohjatutkimus
Hannu Hänninen, VTT-MET |
| 11.30 | Oy Metsä-Botnia Ab:n Kaskisen soodakattilan pohjan syöpymät
Kari Auvinen, Oy Metsä-Botnia Ab |
| 12.15 | Lounas |
| 13.30 | Compound-pohjan säröily
Lasse Koivisto, A.Ahlström Osakeyhtiö |
| 14.15 | Kahvi |
| 14.30 | Oy Metsä-Botnia Ab:n Kaskisen tehtaiden esittely
Pertti Simola, Oy Metsä-Botnia Ab |
| n.15.00 | Tehdaskierros |
| 17.00 | Sauna |
| 19.00 - | Päivällinen |

ETY-Soodakattilavaliokunta
Konemestaripäivä 1991

YRITYS	OSALLISTUJA	KOKOUS	PÄIVÄLLINEN	MAJOITUS	
				31.1.-1.2.	30.-31.1.
A. Ahlström Oy, Varkaus	Lasse Koivisto (1)	x	x	x	x
	Marjo Kuusio	x	x		
	Petri Markkanen	x	x	x	x
	Antti Sistonen	x	x	x	x
	Taisto Turunen	x	x	x	x
Energia-EKONO Oy, Espoo	Tuomas Timonen	x	x	x	
Energiataloudellinen Yhdistys, Helsinki	Asmo Rantanen (1)	x	x	x	
Enso-Gutzeit Oy, Tainionkoski, Imatra	Seppo Peltola	x	x	x	x
Enso-Gutzeit Oy, Kaukopää, Imatra	Tapani Hirvonen	x	x	x	x
	Kosti Homanen	x	x	x	x
Enso-Gutzeit Oy, Uimaharju	Mauri Alakangas	x			x
Enso-Gutzeit Oy, Varkaus	Lassi Kankala	x	x	x	x
Kemi Oy, Kemi	Tapio Huuska	x	x		x
Kymin Paperiteolli- suus Oy, Kuusankoski	Göran Levander	x	x	x	
	Raine Rantanen	x	x	x	
	Martti Suokas	x	x	x	
Laminating Papers Oy, Kotka	Mika Iivarinen	x	x	x	x
	Matti Takala	x	x	x	x

OSANOTTAJALUETTELO
ETY-Soodakattilavaliokunta
Konemestaripäivä 1991

VK/TTT/sak

12.2.1991

2

YRITYS	OSALLISTUJA	KOKOUS	PÄIVÄLLINEN	MAJOITUS	
				31.1.-1.2.	30.-31.1.
Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskinen	P. Simola	(1) x	x		
	K. Auvinen	(1) x	x		
	P. Hartikainen	x	x		
	S. Järviharju	x	x		
	J. Kenttälä	x	x		
Metsä-Sellu Oy Äänekoski	O. Niemitalo	x	x	x	
	A. Leppänen	x	x	x	
OTSO Keskeytys- vakuutus Oy, Hki	Pekka Pitkämä	x	x	x	x
	M. Hakala	x			
Sunila Oy, Sunila	Kimmo Brunila	x	x	x	x
	Jouko Raintala	x	x	x	x
Tampella Power Oy, Tampere	Markku Laitinen	x	x		
	Kari Mäkelä	x	x		
	Kalle Salmi	x	x		
	Kalevi Sikanen	x	x	x	x
Tampella Forest Oy, Heinolan Flutingtehdas	Rainer Kokemäki	x	x	x	x
Teollisuusvakuutus, Helsinki	Juhani Ingalsuo	x	x	x	
	Helena Saukkonen	x			
TKK, Met.-lab. Helsinki	Hannu Hänninen	(1) x	x	x	
Veitsiluoto Oy, Kemi	Aulis Haapaniemi	x	x	x	x
	Kari Kerttula	x	x	x	x
Veitsiluoto Oy, Kemijärvi	Juhani Korkeakangas	x	x	x	x
Veitsiluoto Oy, Oulu	Reijo Hukkanen	x	x	x	x
	Tenho Parttimaa	x	x	x	x
Wisaforest Oy Ab, Pietarsaari	Lars-Martin Wikström	x	x	x	
	Heikki Kojola	x	x	x	
	Svante Lindvall	x	x		
Yht. Paperitehtaat Oy, Joutseno-Pulp	Jorma Viinikainen	x	x	x	x
Yht. Paperitehtaat	Kalle Koivu	x	x	x	

OSANOTTAJALUETTELO
ETY-Soodakattilavaliokunta
Konemestaripäivä 1991

VK/TTT/sak

12.2.1991

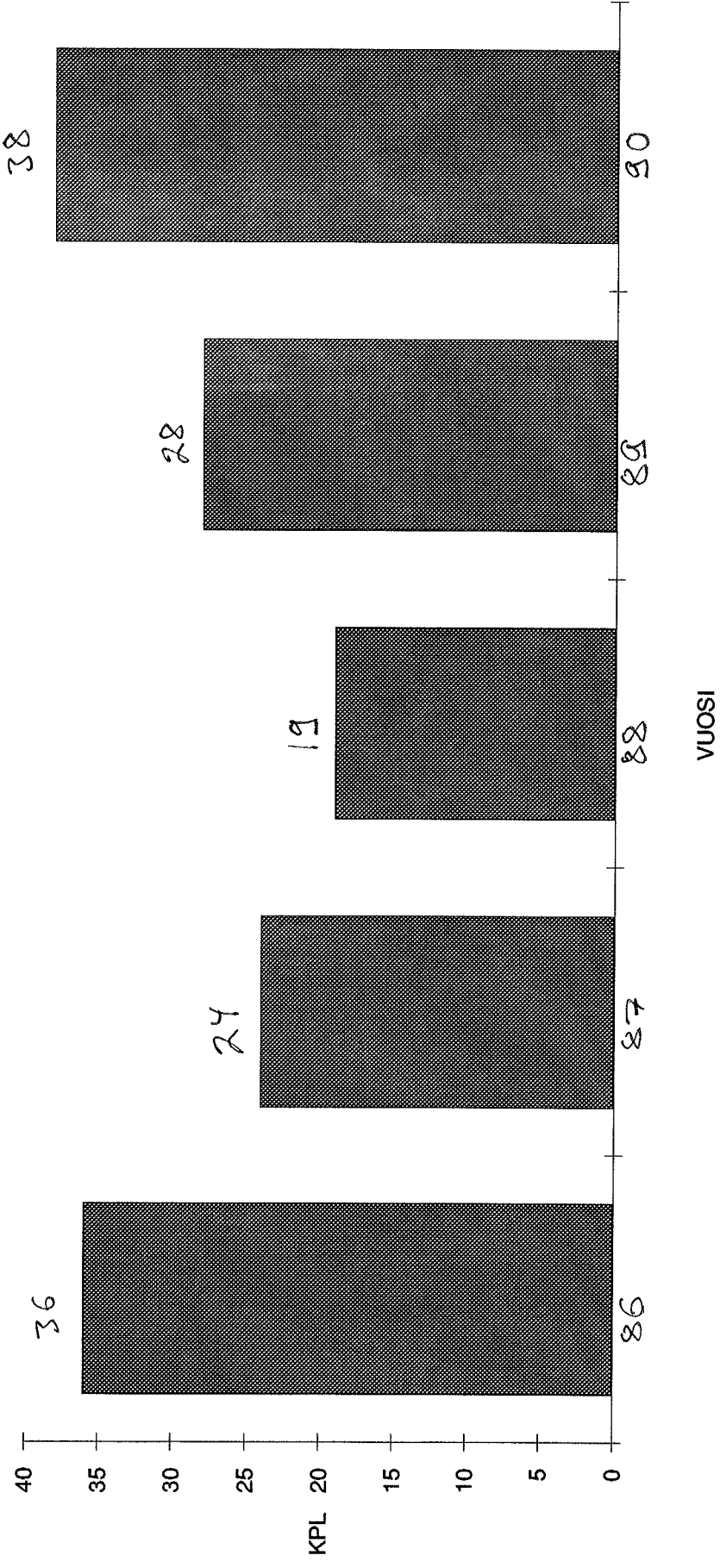
3

YRITYS	OSALLISTUJA	KOKOUS	PÄIVÄLLINEN	MAJOITUS	
				31.1.-1.2.	30.-31.1.
Oy, Porin Paperi	Reino Reunamo	x	x	x	
	Kauko Tattari	x			
Yht. Paperitehtaat Oy, Rauman Sellu	Seppo Kaltiainen	x	x	x	
	Pertti Valtonen	x	x	x	
Yht. Paperitehtaat Oy, Valkeakoski	Olli Kivioja	x	x	x	
	Erkki Pohja	x	x	x	

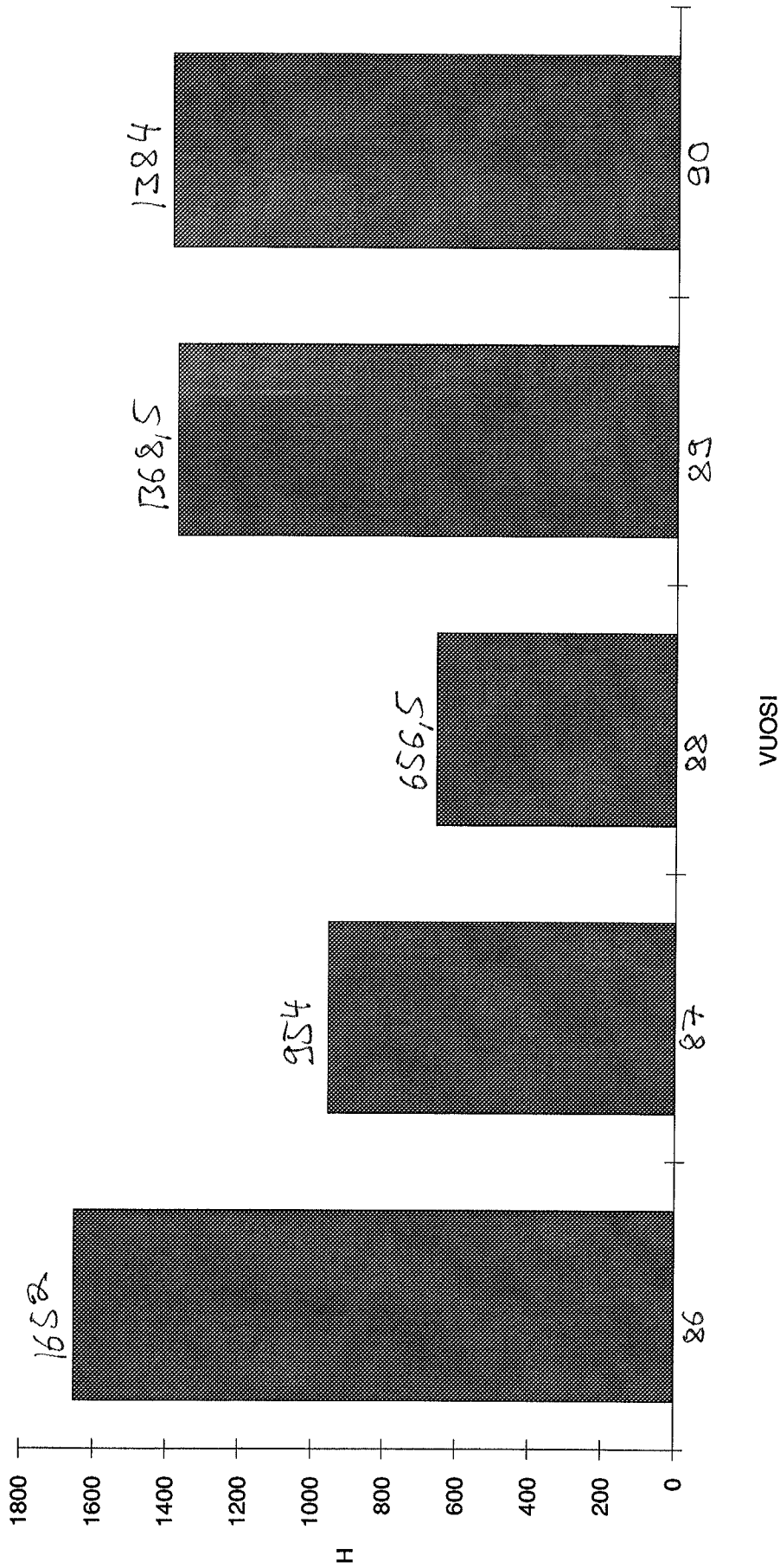
VAURIORAPORTIT

ASMO RANTANEN, ETY-SOODAKATTILAVALIOKUNTA

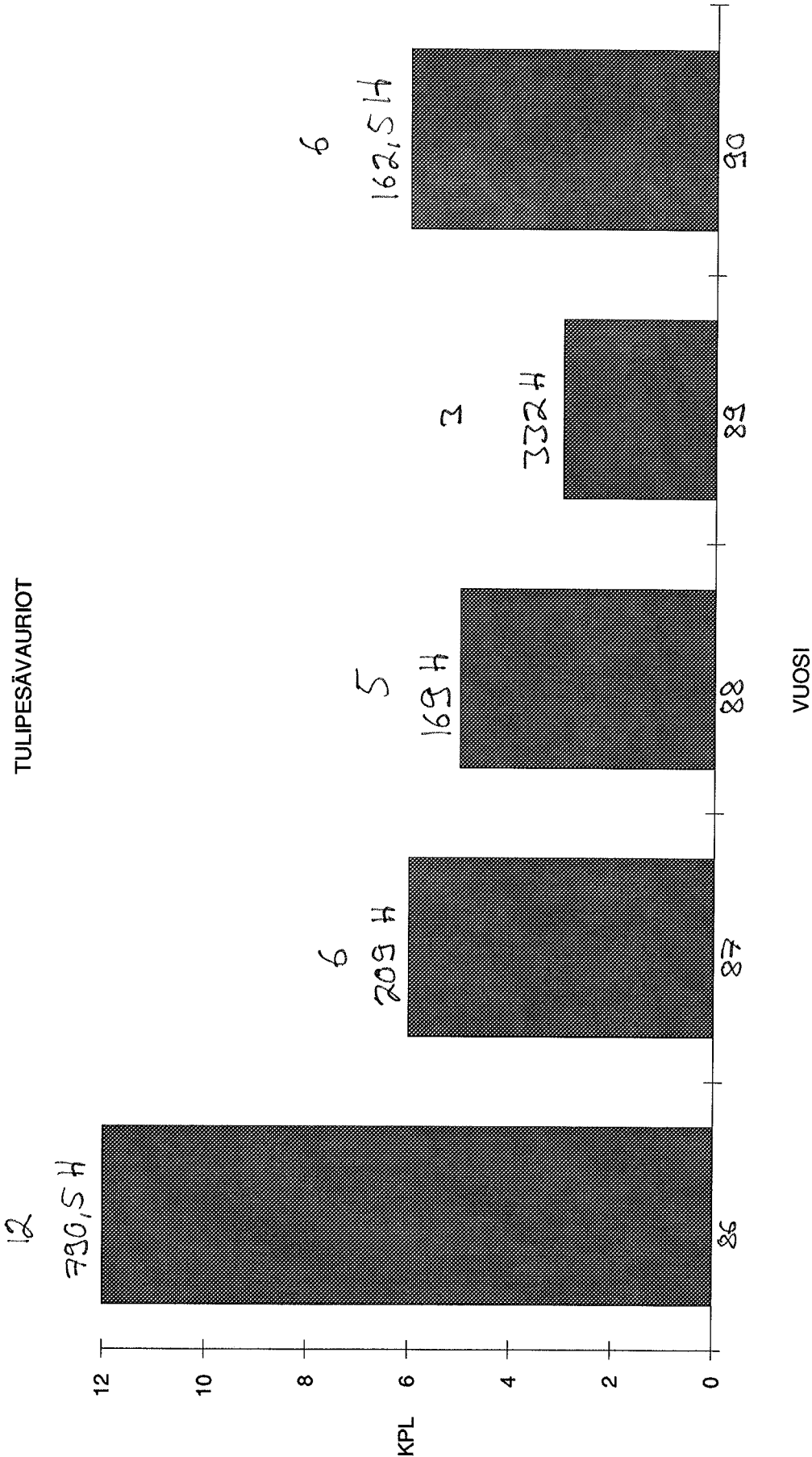
VAURIOIDEN KOKONAISLUKUMÄÄRÄ

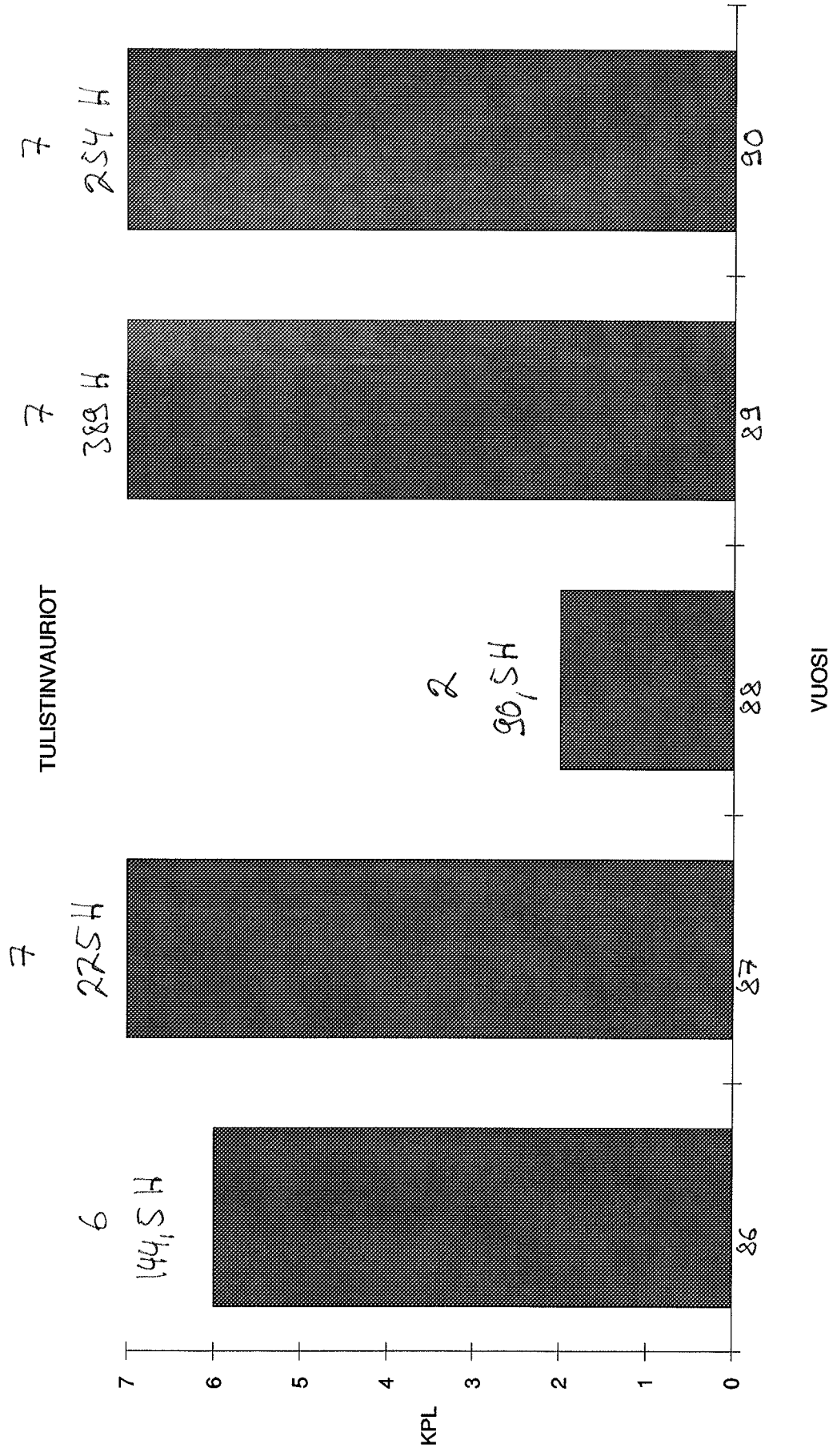


LIPEÄN POLTON KESKEYTYYS TUNTEINA

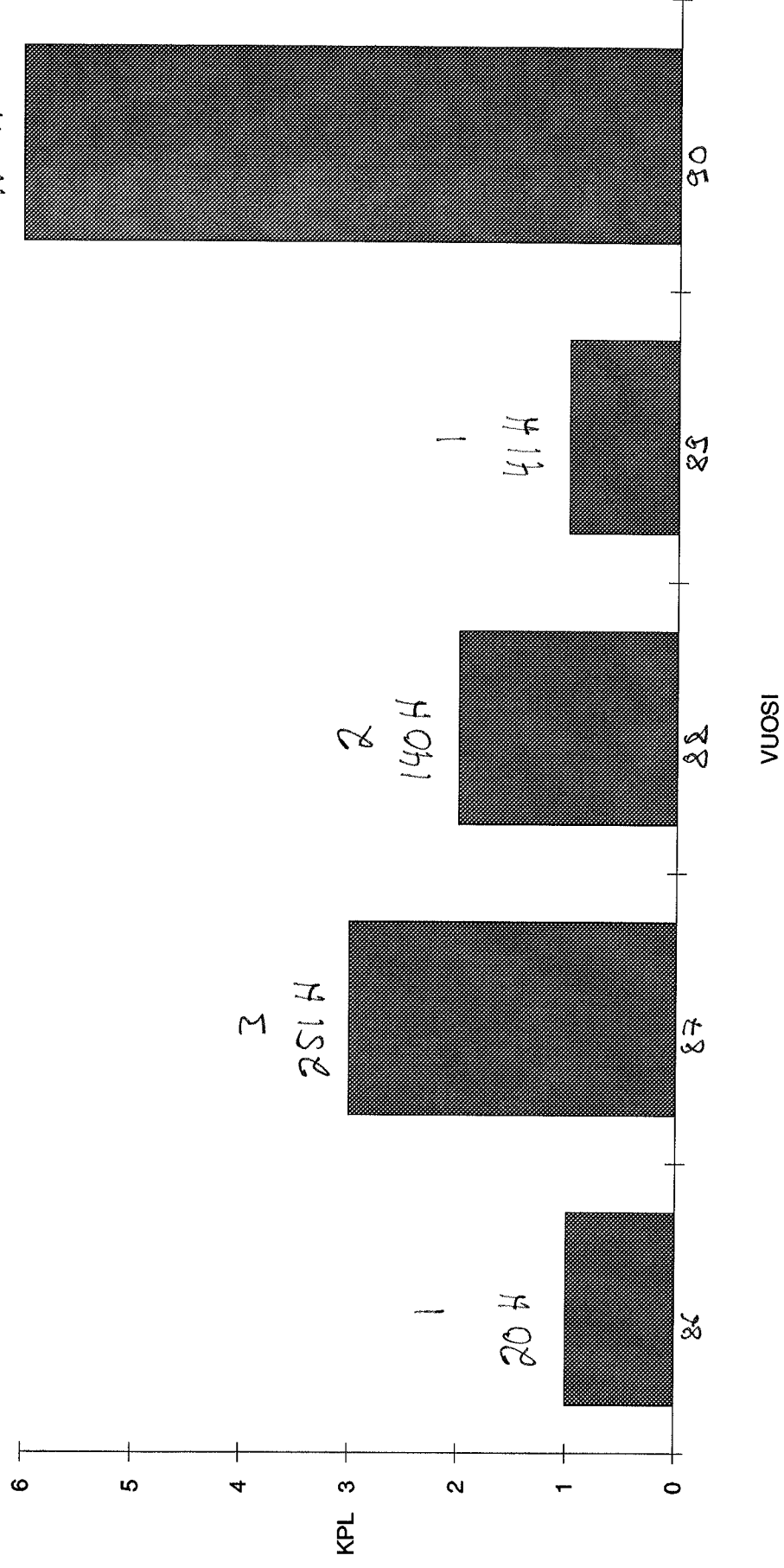


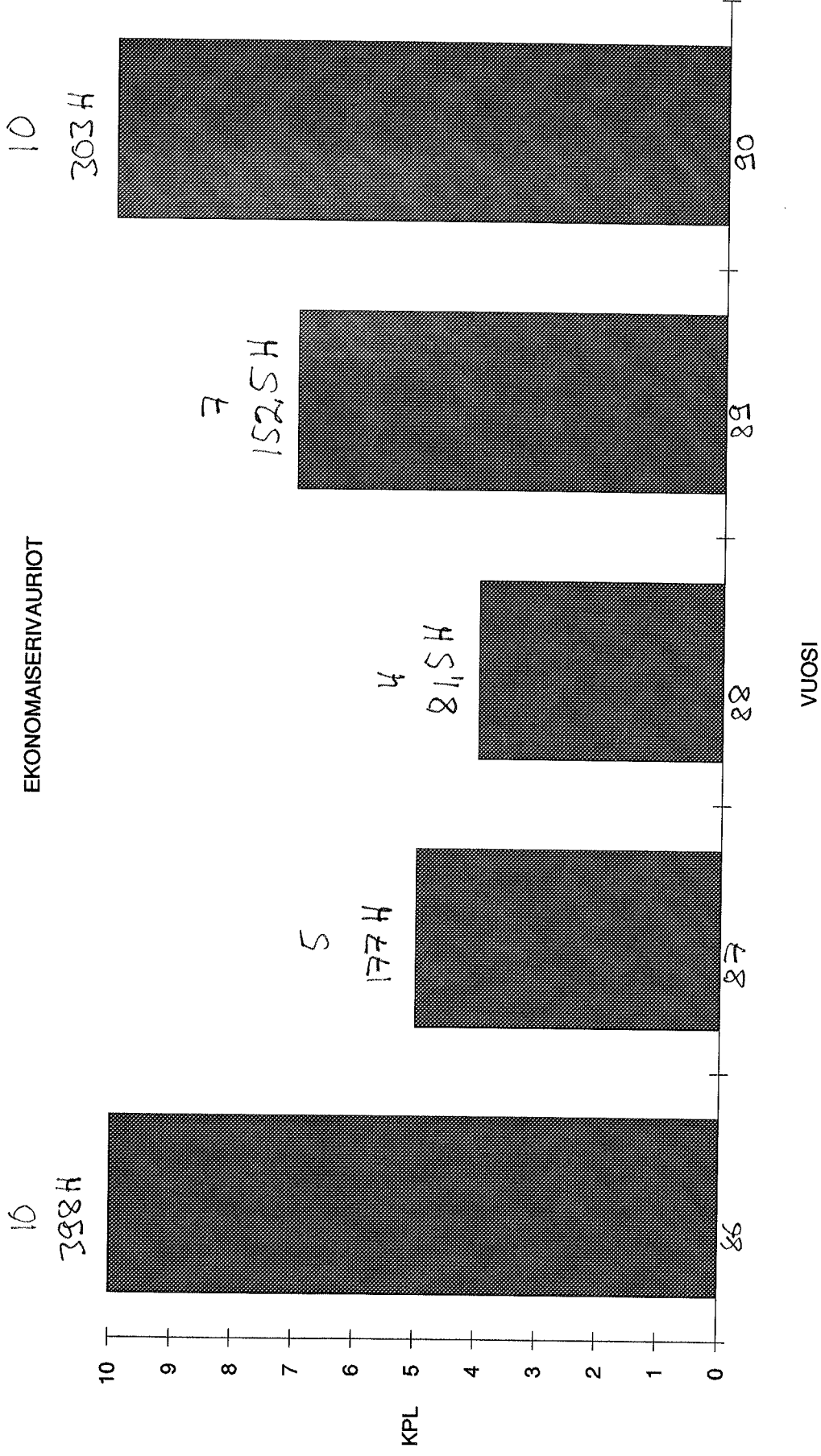
TULIPESÄVAURIOT



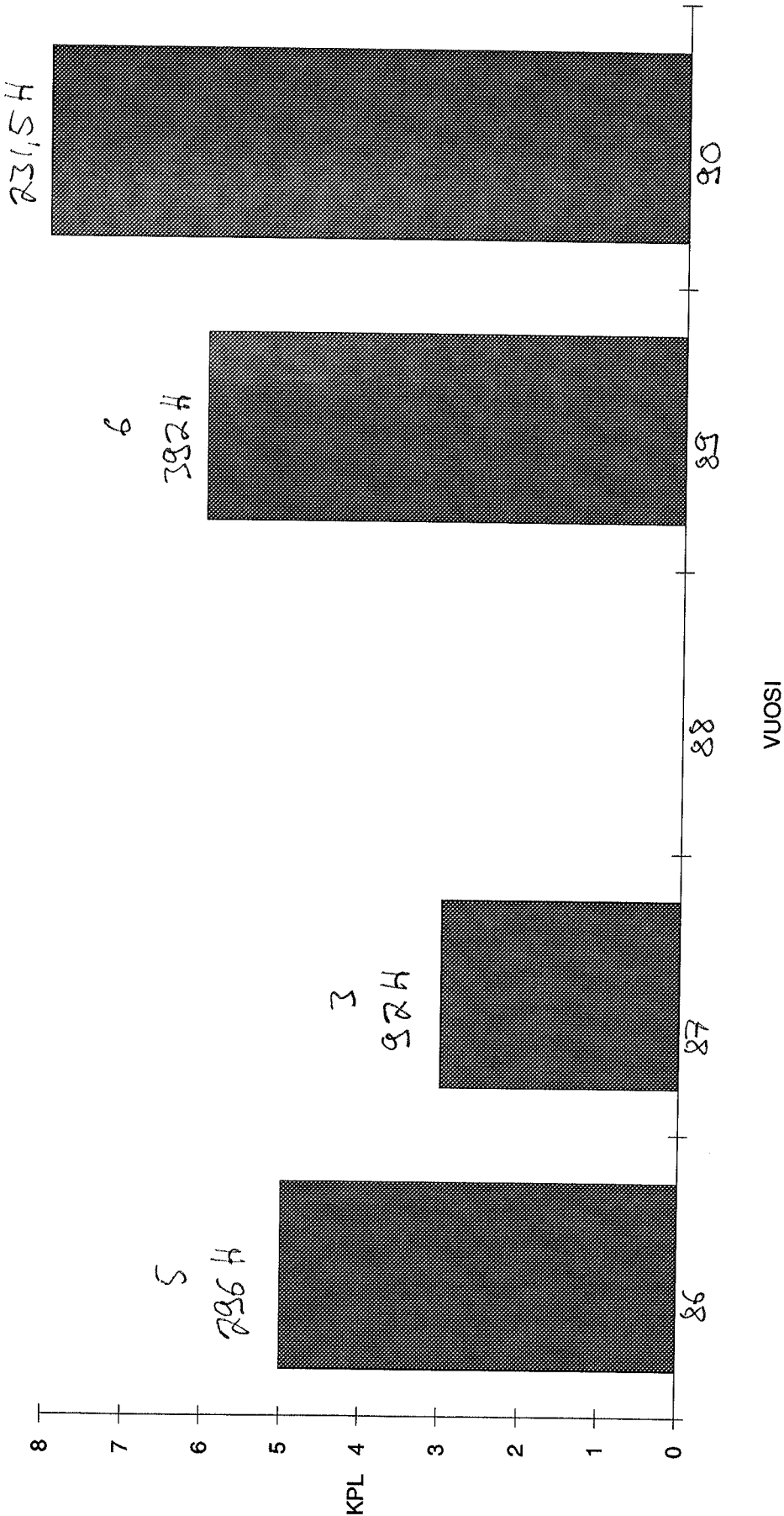


KONVEKTIOPINTAVAURIOT

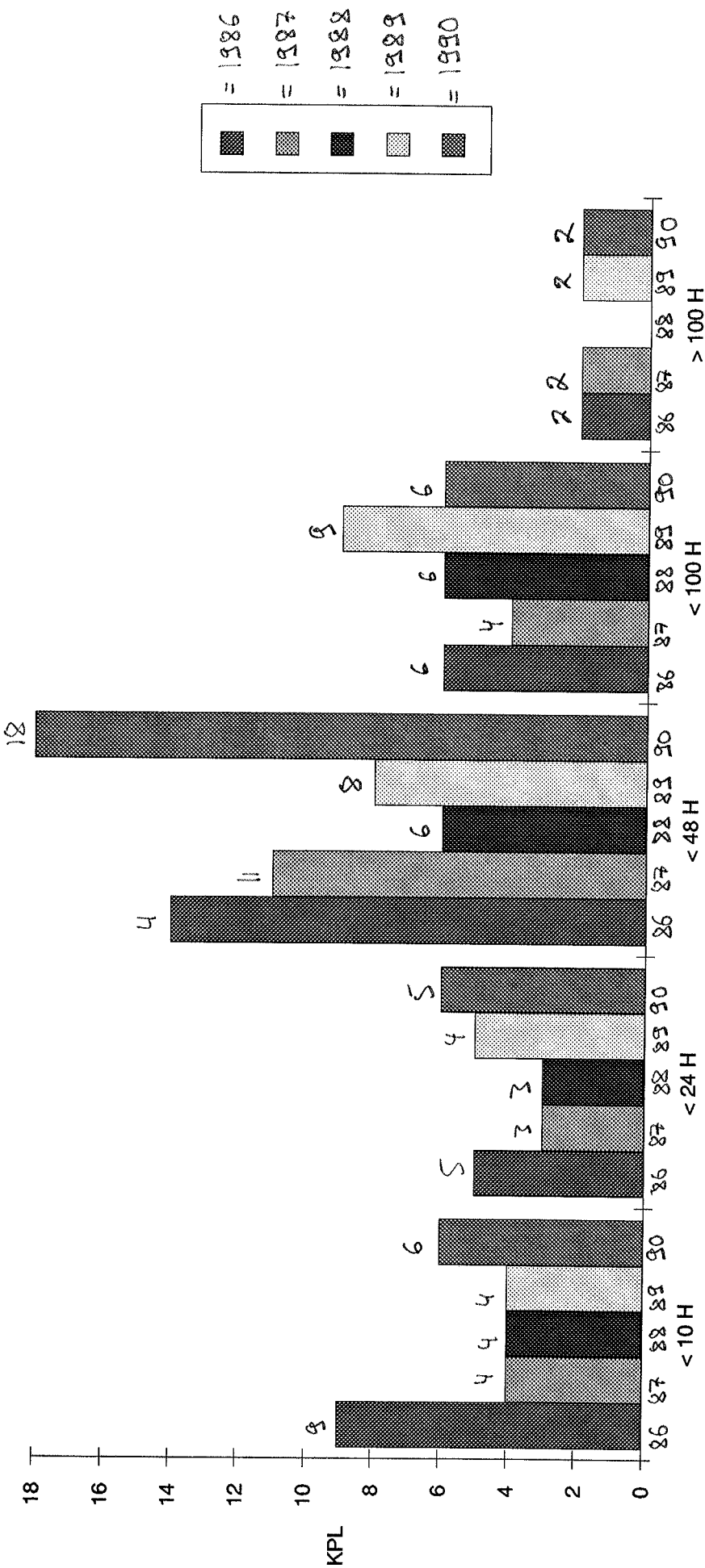




POHJAVAURIOT



VAURIOT JAOTELTUNA KÄYTTÖKESKEYTYKSEN PITUUDEN MUKAAN



ETY-Soodakattilavaliokunta
VARO-Projekti

1. Johdanto

VARO-Projektin tarkoituksena on kehittää soodakattiloiden vaurioraportointiin liittyviä rutiineja ja lisätä tiedon käytettävyyttä. Projektin toteutuksesta vastaa Energiataloudellisen Yhdistyksen (ETY) Soodakattilavaliokunta ja se tehdään yhteistyössä käyttäjien, valmistajien ja vakuutusyhtiöiden kanssa.

Vaurioraportointi on ollut käytössä Soodakattilavaliokunnan kestoisuustyöryhmässä jo useiden vuosien ajan, mutta viime aikoina on ilmennyt tarvetta järjestelmän laajentamiseen ja tiedon tehokkaanpaan käyttöön. VARO-Projektin päämääränä on tiedonkeruun, tiedon muokkauksen ja lopuksi informaation jakelun hierarkian uudistaminen. Tavoite on, että kaikki osapuolet hyötyisivät maanlaajuisesta, kaikki soodakattilat kattavasta "tietopankista" ja voisivat sen avulla ratkaista omia spesifisiä ongelmiaan.

Rekisterin ylläpidosta vastaisi Energiataloudellinen Yhdistys ja käytönvalvonnasta Soodakattilavaliokunta.

2. Projektin toteutus ja aikataulu

Ensimmäisessä vaiheessa VARO-Projektin työryhmä kartoittaa eri osapuolten järjestelmältä tarvitseman ja haluaman informaation. Tämän jälkeen asetetaan edellämainitun tarkastelun tulosten mukaan viitekehys ja reunaehdot varsinaiselle toteutusvaiheelle.

Työryhmä asettaa projektin toteutukselle kysymykset "Miksi ja Miten?", sekä etsii niille hyvin perustellut vastaukset.

3. ATK-ratkaisu

Järjestelmä on tarkoitus toteuttaa atk-ympäristössä, jonka tiedonhallintaohjelmistosta on käytössä pc-pohjainen versio. Järjestelmän kehityksessä tulee ottaa huomioon sen käytön mahdollisimman yksinkertainen toteutus, joka saavutetaan kuitenkin informaation käsittelyn kärsimättä.

Järjestelmän käyttö tapahtuu sopivassa atk-ympäristössä, joka perustuu standardoituun ohjelmistokieleen. Siihen on lisäksi voitava asentaa tarvittavat apuohjelmat ja sen tulee mahdollisuuksien mukaan tarjota laajenemisvaraa vaatimusten kasvaessa.

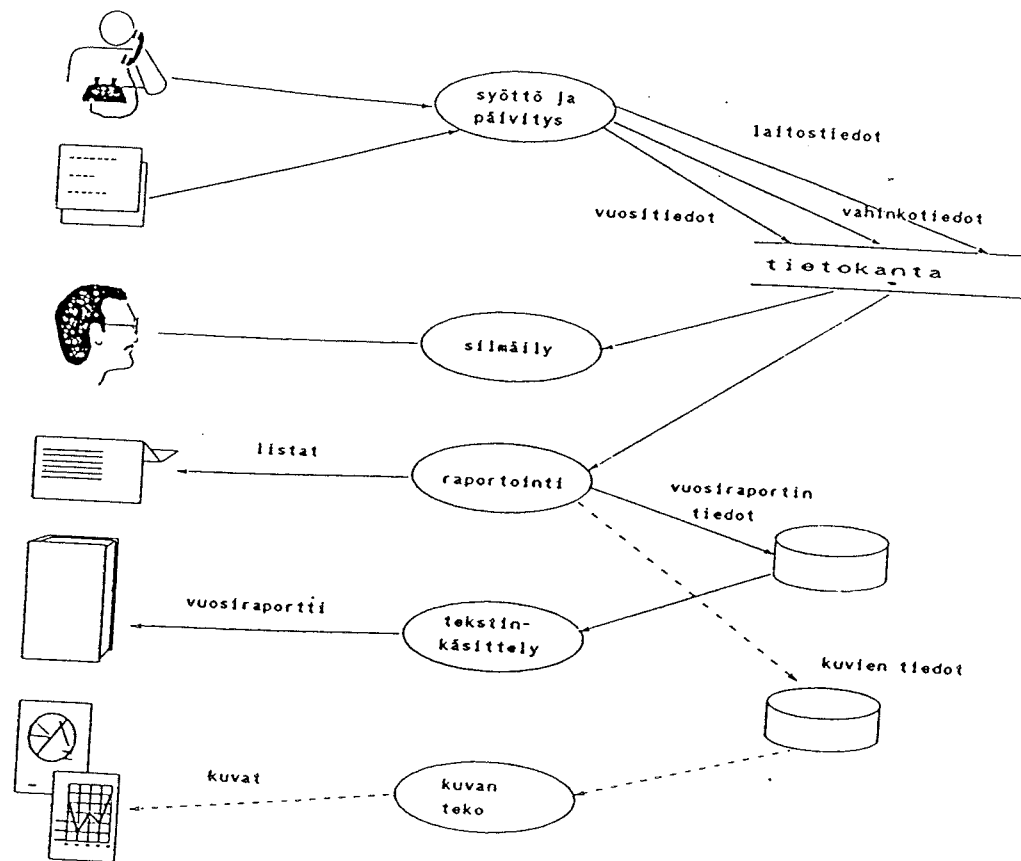
4. Järjestelmän käyttö

Vaurioraportit, sekä revisioissa ja korjauksissa tehdyt muutokset toimitetaan vanhan käytännön mukaan laitoksilta jatkuvasti, mutta raportointitapaa pyritään kehittämään. Myös kattilavalmistajat antavat tietopankin käyttöön suoritamiensa korjaus- ja muutostöiden tiedot. Vuosittain päivitetään soodakattiloiden kapasiteettia ja käyttöä koskevat tiedot.

Saadut tiedot varastoidaan tietokantaohjelmistoon, josta ne sitten generoidaan ja jalostetaan tarpeiden mukaan atk-järjestelmällä.

Järjestelmän informaatiota voidaan tarkastella visuaalisesti näyttöpäätteeltä, tai siitä voidaan tulostaa listauksia, raportteja tai kuvia (LIITE 1).

Järjestelmän ylläpidosta vastaa Energiataloudellinen Yhdistys. Järjestelmä on kaikkien soodakattilavaliokunnan jäsenten käytettävissä, mutta sitä valvoo ja lopullisessa vastuussa tiedon levittämisestä on valiokunnan määrittelemä toimikunta, jossa ovat edustettuina tarpeelliset instanssi-piirit. Tällainen voisi olla esimerkiksi soodakattilavaliokunnan päätoimikunta.



ETY-SOODAKATTILAVALIOKUNNAN COMPOUND-POHJATUTKIMUS

HANNU HÄNNINEN, VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS,
METALLILABORATORIO

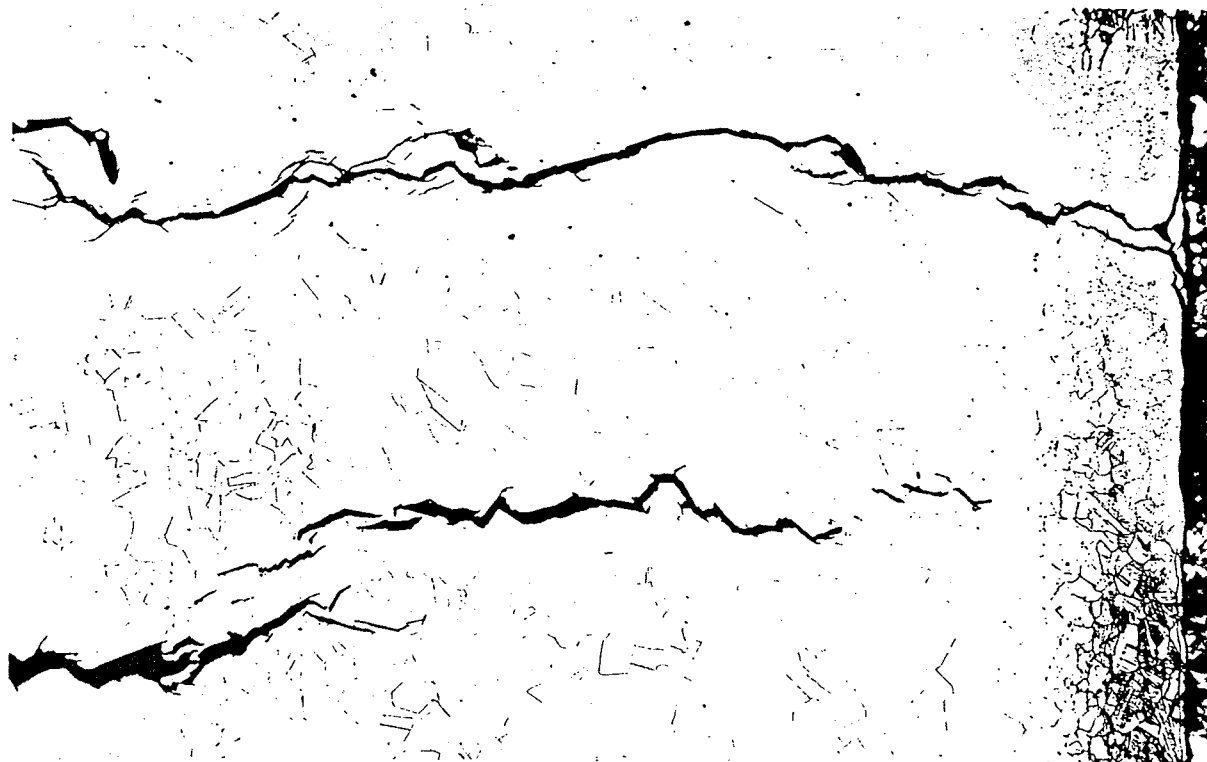
VTT

ETY-SOODAKATTILAVALIOKUNNAN COMPOUND-POHJATUTKIMUS

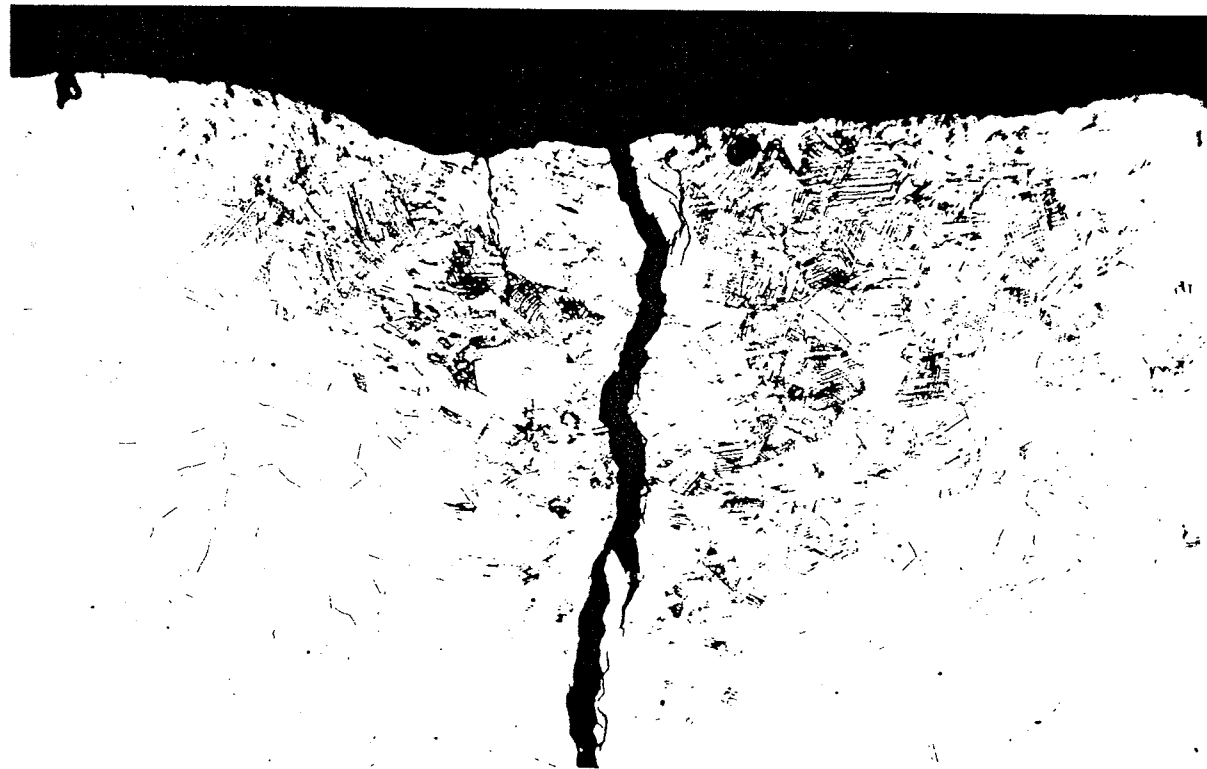
**HANNU HÄNNINEN
PEKKA POHJANNE**

**Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio
Espoo**

**ETY-Soodakattilavaliokunta
Konemestaripäivä 31.1.1991
Kaskinen**



Kuva 15. Kuvassa 14 oleva poikkileikkaus syövytettynä austeniitin rakenteen esille tuovalla syövytteellä. Ferriittiin rajoittuva, kuvassa harmaasävyisenä erottuva vyöhyke austeniitissa on hiilettynyt valmistuksessa. Hiilettynen vyöhykkeen raerajat ovat herkistyneet käytössä. Suurennus 200-kertainen. Syövyte fluorivetyhappo.

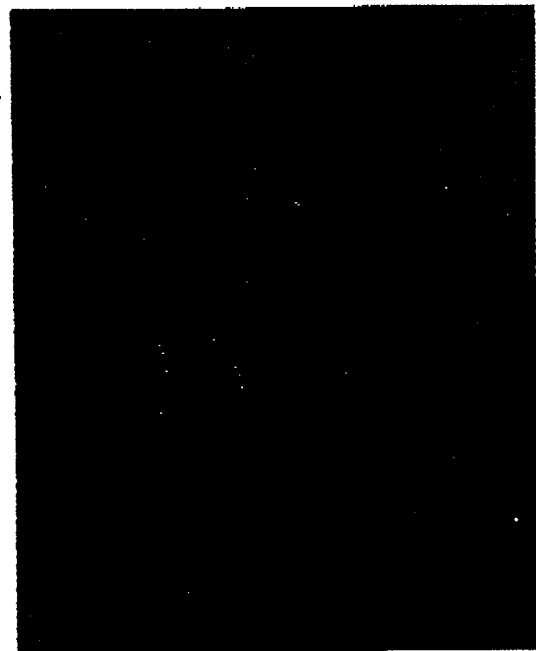


Kuva 16. Kuvass 13 olevan särön alkukohta, jonka alueella austeniittirakeissa on runsaasti liukunauhoja. Niiden esiintyminen saattaa liittyä materiaalin paikalliseen muokkautumiseen tai laboratorioreaktioihin. Suurennus 200-kertainen. Syövyte fluorivetyhappo.

Cr

S

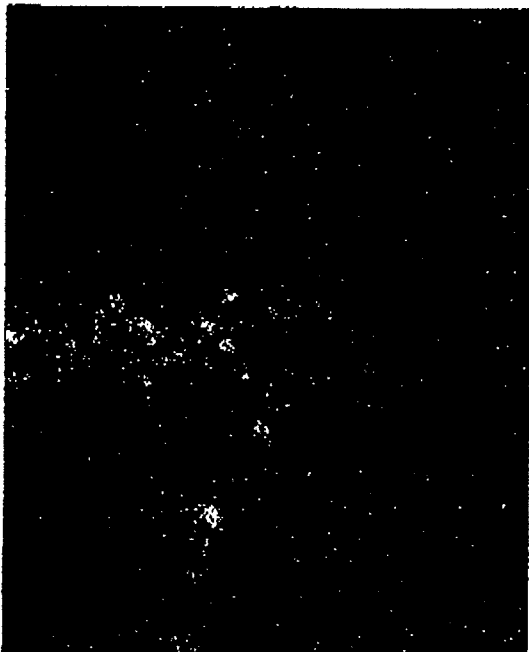
O



Na



Cl

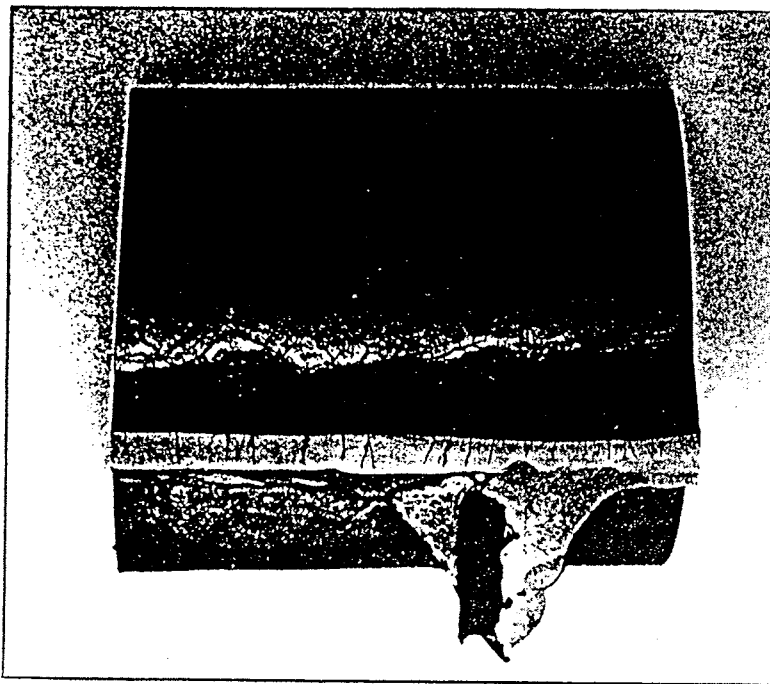
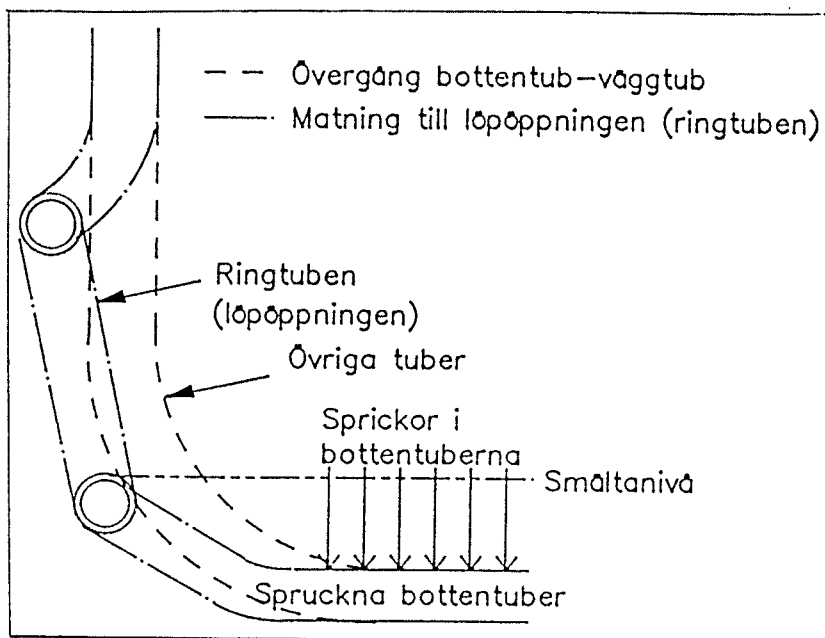


Al



K

Photo 6 EDS analysis
(Location : ③ in Photo 3)



Figur 14. Korsnäs SP 4. Sprickor i bottentub och membran.



Figur 15. Korsnäs SP 4. Sprickornas utseende.



Figure 5 The bonding zone of the composite tube according to Figure 4. At the top the stainless steel, then the bond and a decarburized carbon steel zone. At the bottom the carbon steel. The condition similar to the installation condition. No disbonding has occurred.

100x

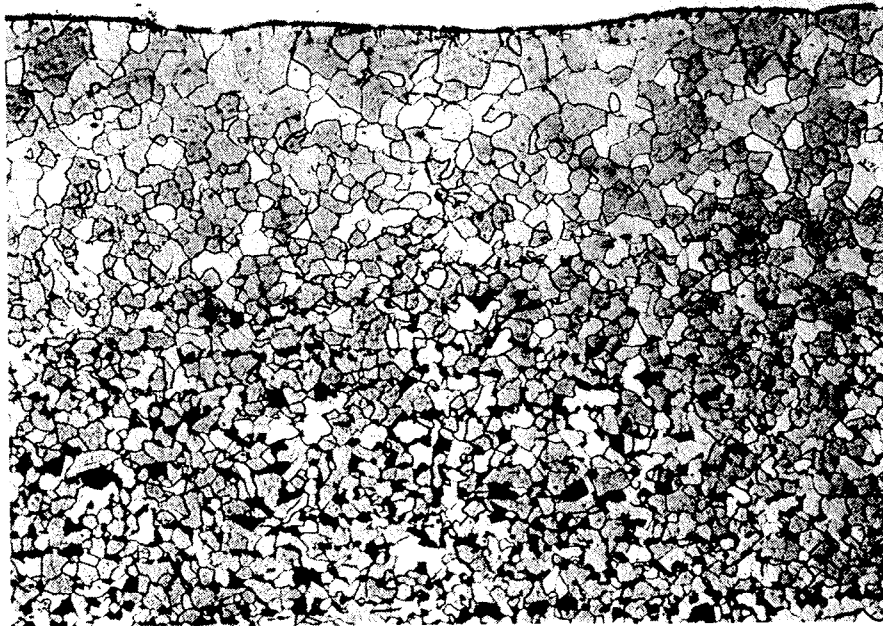


Figure 13 Decarburized zone in the carbon steel, about 300 μ m (12 mils) thick

No 82605 100x

SÄRÖJEN OMINAISET PIIRTEET

- * Kasvavat rakeiden läpi
- * Säröt hyvin sulkeutuneita
- * Säröt yleensä vähän haarautuneita
- * Eivät etene perusaineeseen, vaan kasvavat rajapintaa pitkin
- * Säröt täynnä rikkiyhdisteitä – vähän klooria
- * Syntyvät molempiin pääjännityksiin nähden yhtä suurella todennäköisyydellä (termiset jännitykset, jotka syntyvät alasajossa)

VTT

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio

* Terminen väsyminen

Puolesta:

- säröjä joskus eniten sulalasku-
aukkojen edessä
- verkkomainen rakenne ja säröt
avoimia (yksi tapaus)
- säröt eivät ole aina haarautuneita
- vetokuormitus mahdollinen

Vastaan:

- säröjä ei ole seinillä alaosassa
- suuri osa säröistä hyvin sulketuneita
- eivät etene C-teräkseen (?)
- ei ole voitu toistaa laboratoriossa
- ei ylikuumenemista tai kierto-
häiriöitä
- koko pohjan alue säröilee
- murtopinta hauras

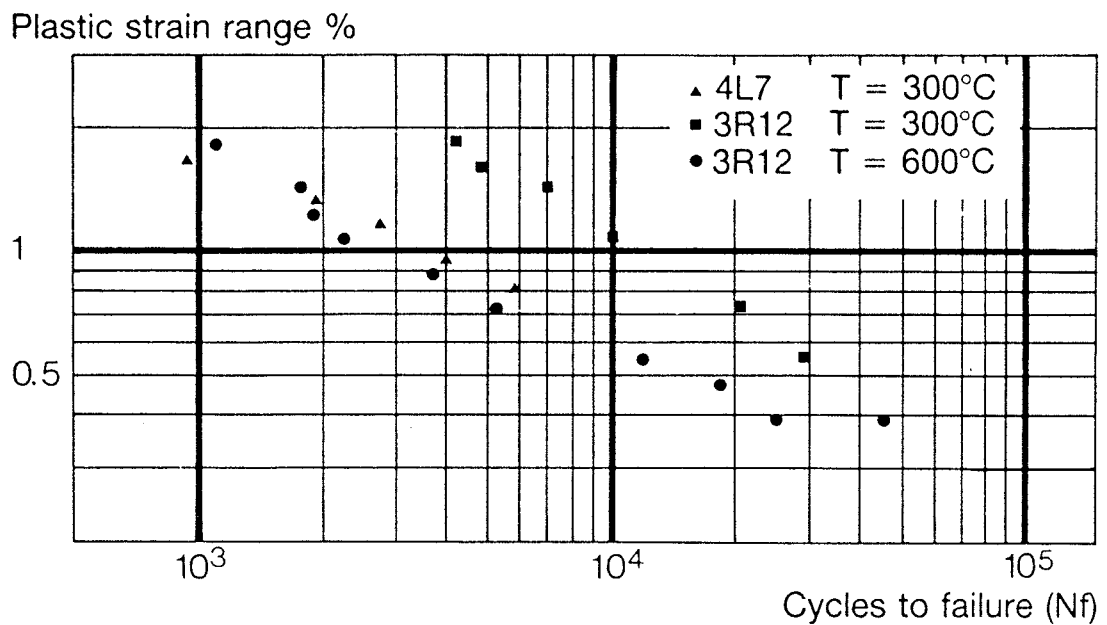


Figure 14 Low-cycle fatigue testing of carbon steel (ASTM A210 Grade A1, Sandvik 4L7) and AISI 304L (Sandvik 3R12) at 300°C (572°F) and 600°C (1112°F)

LASKENNALLINEN TARKASTELU

Kahden kiinteästi toisiinsa liitettyjen materiaalien, joiden lämpölaajenemiskertoimet poikkeavat toisistaan, jännitystila muuttuu, kun niiden lämpötilassa tapahtuu muutoksia. Muodostuvat jännitykset voidaan laskea kaavasta

$$\sigma = \Delta\alpha \Delta T E$$

missä $\Delta\alpha$ = materiaalien lämpölaajenemiskertoimien erotus

ΔT = lämpötilan muutos

E = kimmomoduuli

Compound - putken austeniittisen pintakerroksen jännityksiksi saadaan huoneenlämpötilassa (20°C), kun ruostumattoman ja hiiliteräksen keskimääräiset lämpölaajenemiskertoimet välillä 20°C - t, 10⁻⁶/K ovat

t	300°C	400°C
α_{304}	17.6	18.0
$\alpha_{\text{hiiliteräs}}$	12.9	13.5
σ_{304} (MPa)	+271	+352

Jännityksiä laskettaessa on oletettu, että materiaalit ovat jännityksettömiä alkulämpötiloissa (t) ja $E = 206\,000$ MPa.

SYVYYSPROFIILIN MITTAUS

Mittausmenetelmä

Röntgendiffraktioon perustuva kameramenetelmä

Mittausparametrit ja tulokset

röntgensäteily		CrK β
heijastava taso		311
Braggin kulma	2 θ	149.6°
röntgensäteen/ mittauspisteen halkaisija		5 mm
valotusaika/ ψ - kallistus		25 s
kimmomoduuli	E	206 000 MPa
Poissonin vakio	ν	0.3

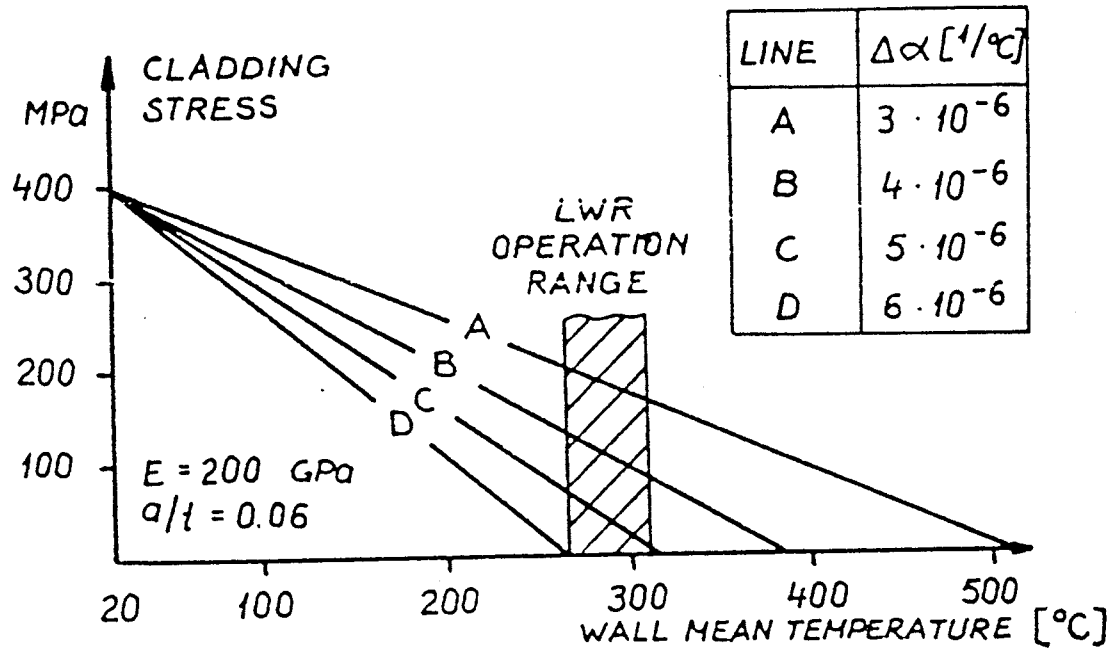
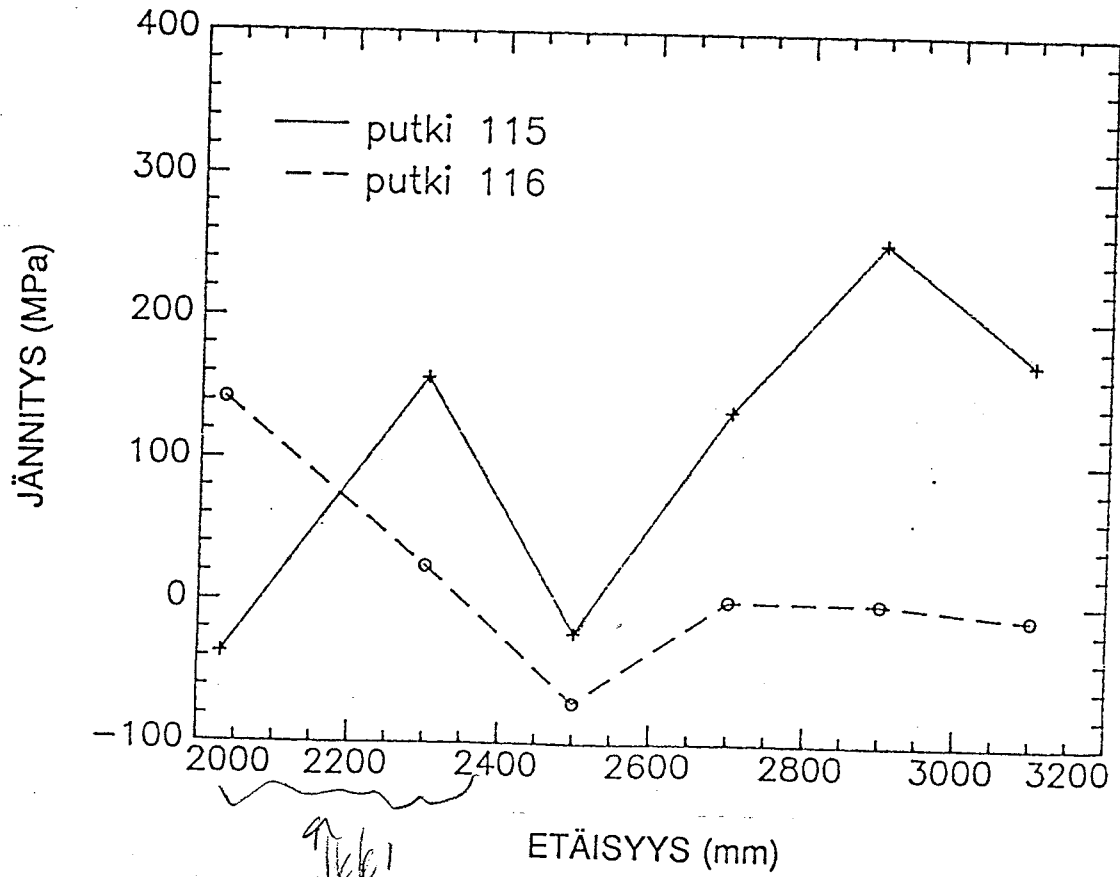


Fig 3.5: The influence of temperature and difference in thermal expansion coefficient upon the magnitude of cladding induced stresses (25).

PITKITTÄISET JÄNNITYKSET PINNALLA



politi palkki

ALUE B	6700	6900	8440
putki 99	+270 — — —	+100 — +310 +250	
evä		+280 — — —	+370 — — —
putki 98	+110 — — —	-300 — +280 +150	
evä		+290 — — —	+300 — — —
putki 97	-220 — — —	-190 — +160 +250	

ALUE C	2800
putki 26	-290 — +120 +280
putki 25	+360* — +270 +150
putki 24	-80 — +280 +160

UUSI PUTKI	kohta 1	kohta 2
pitkittäin	-240	-30
poikittain	-40	+50

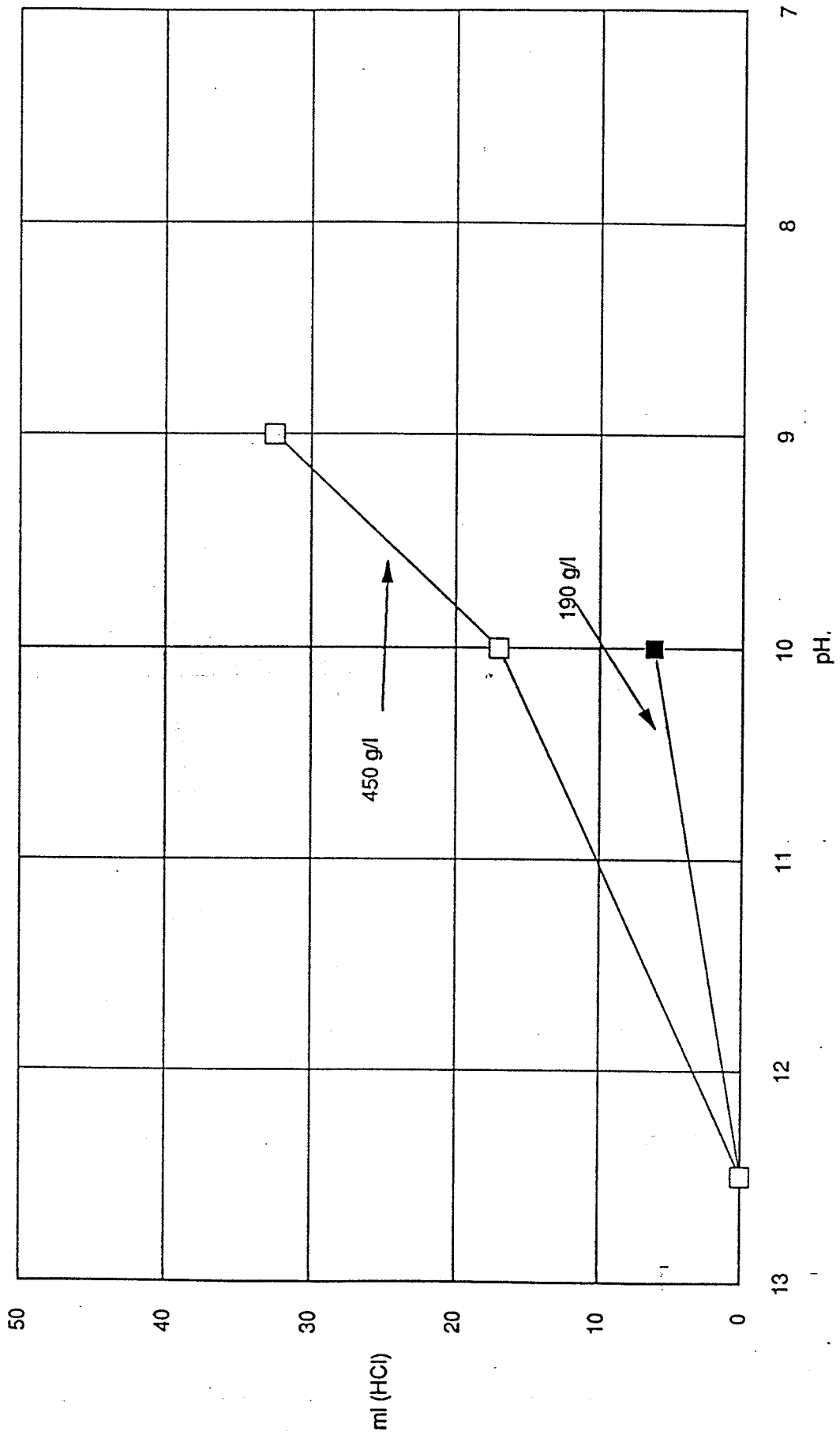
*hiottu laikalla

POHJAN COMPOUND-PUTKIEN KUORIUTUMINEN

- * Johtuu käytön aikaisesta puristus-
jännityksestä ruostumattomassa
pinnoitteessa, tai
- * delaminaatiosta aiheutuvasta yli-
kuumenemisesta
- * Paljastunut C-teräs syöpyy nopeasti;
mahdollinen galvaaninen vaikutus
ympäröivällä jalommalla ruostumattomalla
teräksellä
- * Merkittävä uusi vaaratekijä

The stress corrosion cracking of the stainless steel in the composite tubes was believed to have occurred during shut-down time. Thus, stress corrosion cracking (SCC) tests of stressed AISI 304 steel samples were performed in rinsing water from smelt openings during shut-down. The rinsing water had a pH of 12 and the maximum sodium chloride content was 23 g/l. Neither stressed AISI 304 samples installed in one smelt opening during a shut-down rinsing period nor laboratory stressed specimens showed any cracks after the testing time. The laboratory SCC tests were carried out at 104°C (219°F) and at 85 % of the yield strength of the AISI 304 specimens. The total testing time was 233 hours. The high pH had evidently inhibited the possibilities of SCC.

Chart1



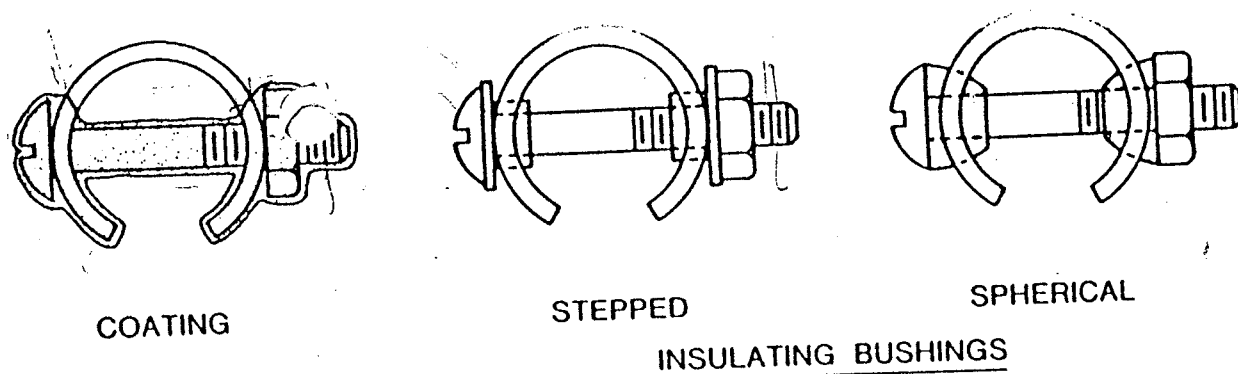


FIG. 5 Protection Against Galvanic Effects

ANNEX

(Mandatory Information)

A1. EQUATION FOR STRESSING C-RING SPECIMENS

A1.1 Calculate the final diameter (OD_f) required to give the desired stress using the following equations:

$$OD_f = OD - \Delta, \text{ and} \\ \Delta = f\pi D^2 / 4EtZ$$

where:

- OD = outside diameter of C-ring before stressing, in. (or mm),
- OD_f = outside diameter of stressed C-ring, in. (or mm),
- f = desired stress, MPa (or psi) (within the proportional limit),
- Δ = change of OD giving desired stress, mm (or in.),
- D = mean diameter ($OD - t$), mm (or in.),
- t = wall thickness, mm (or in.),
- E = modulus of elasticity, MPa (or psi), and
- Z = a correction factor for curved beams (see Fig. A1.1).

NOTE A1.1—Tables such as Table A1.1 can be developed to avoid repetitive calculations for investigations involving many tests of a given nominal size C-ring.

NOTE A1.2—The main source of error in this procedure lies in the measurements of the C-ring dimensions. If in a typical example of a 19.05 mm (0.750 in.) OD by 1.52 mm (0.060 in.) wall thickness C-ring the measurements are made to the nearest 0.03 mm (0.001 in.), the random error in the calculated value of Δ should not exceed about 3%; and the error would be less for larger and thicker rings. An error of 0.001 in. in measuring OD and OD_f , however, will have a variable effect upon the stress actually developed, depending upon the magnitudes of the desired stress and the OD of the ring. For the size of ring mentioned the percent error in applying Δ would be $\pm 3\%$ for $f = 345$ MPa (50 ksi) ranging to $\pm 30\%$ for $f = 34$ MPa (5 ksi).



METALS LABORATORY

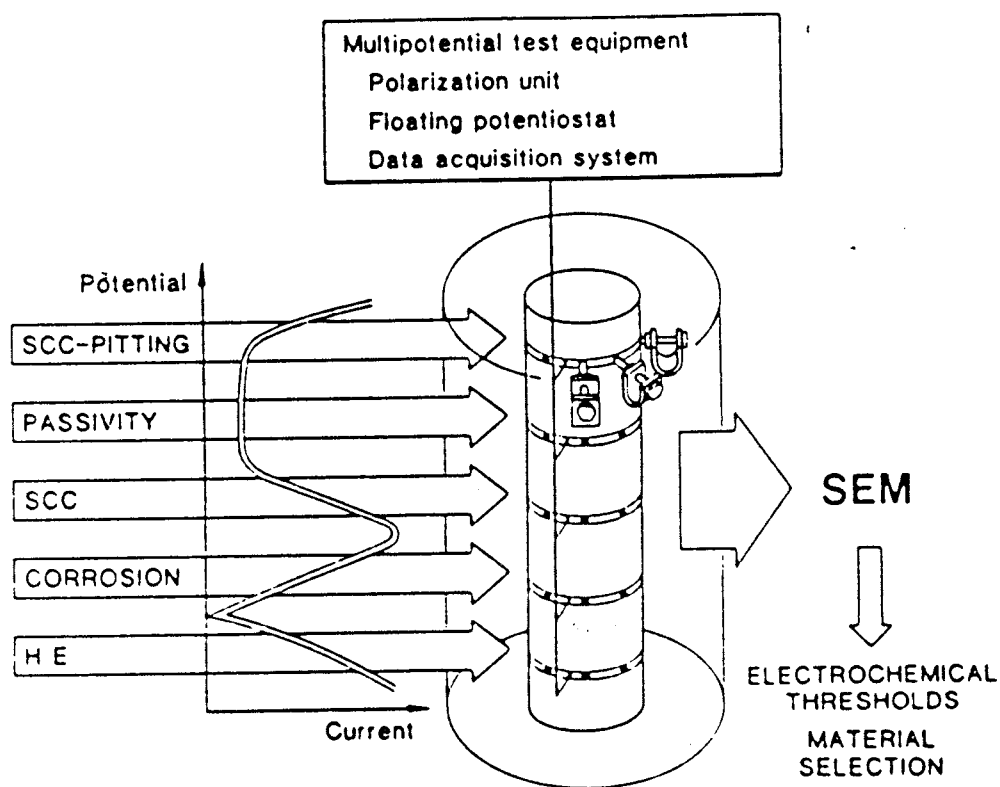


Fig. 40. Multipotential test rig.



METALS LABORATORY

TABLE 16 Multipotential test results.

Test potential	Distance from the fusion line (mm)				
	1.0	3.5	6.0	8.5	20.0
0	NP	NP	C	N	N
-100	NP	C	C	N	N
-150	N	N	N	N	N
-200	N	N	N	N	N
-250	N	N	N	N	N

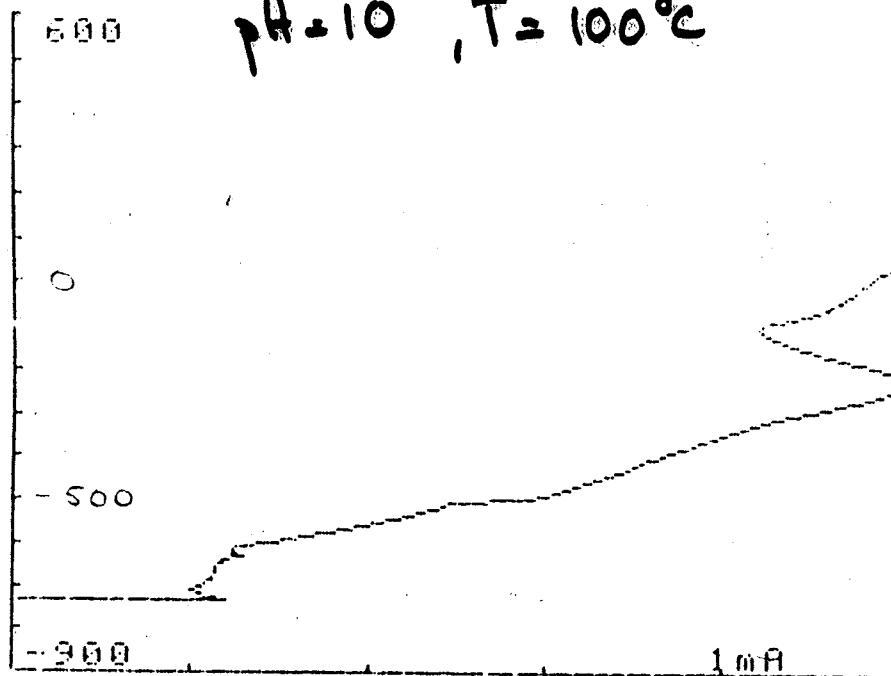
C - cracking

N - no cracking

P - pitting

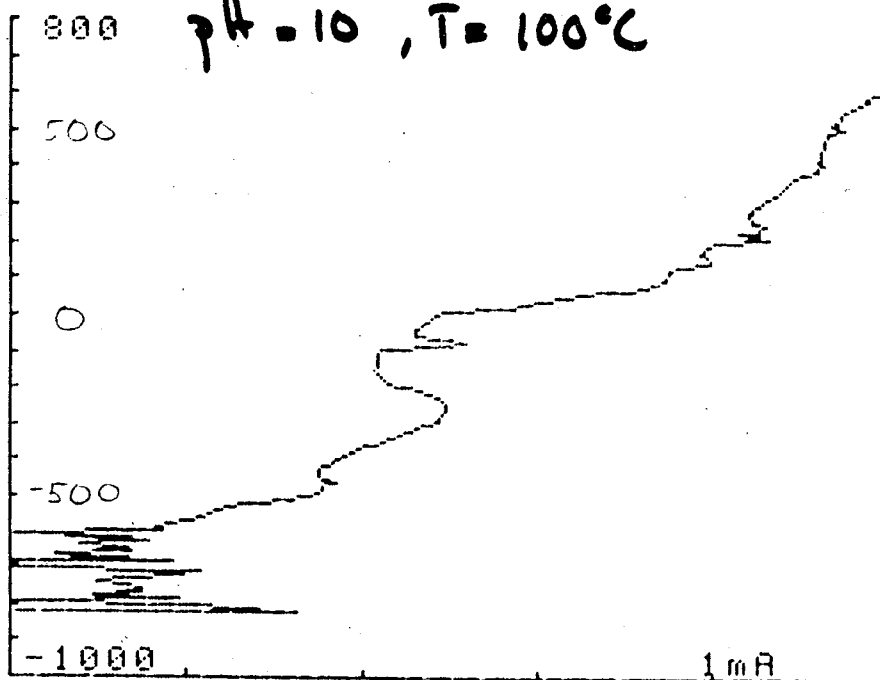
1. Koe

pH = 10, T = 100°C



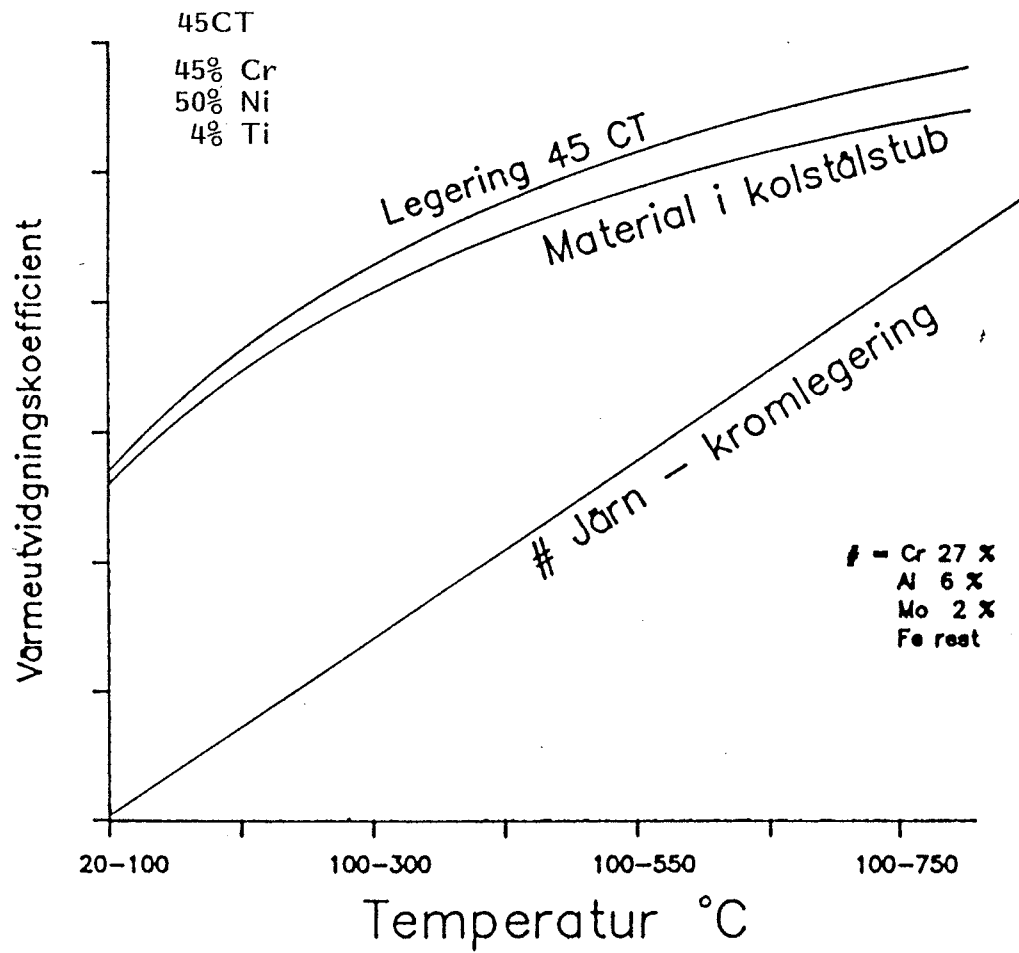
2. Koe

pH = 10, T = 100°C

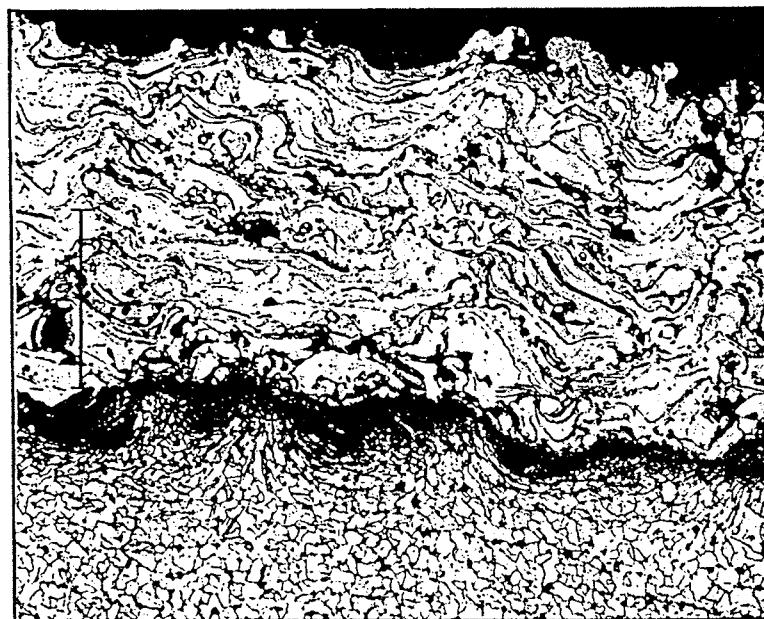


METALLIRUISKUTUSPINNOITTEELLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

- * Hyvä kiinnipysyvyys ($> 50 \text{ N/mm}^2$)
- * Riittävä paksuus ($> 350 \text{ }\mu\text{m}$)
- * Pieni huokoisuus
- * Vähäinen hapettuminen ruiskutuksen aikana
- * Riittävä elastisuus ja plastisuus
- * Perusaineen lämpölaajenemiskerrointa vastaava kerroin pinnoitteella
- * Pieni rikin diffuusiokerroin pinnoitteessa (suuri Cr_2O_3 pitoisuus pinnassa)
- * Kohtuullinen hinta ($4\ldots 7 \text{ kmk/m}^2$)



Skiss av värmeutvidgningskoefficienten som funktion av temperaturen för olika aktuella material.



Påsprutat skikt med legering 45CT på kolstålstub, 100 X.

VTT

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio

COMPOUND-POHJAKYSELYN TULOKSET

- * Vastauksia 18 kattilasta
- * Pesujen määrä suuri (...90)
- * Säröjä esiintyi, jos oli tarkastettu tiheästi
- * Yleensä säröjä oli koko Compound-pohjan alueella; joskus pääasiassa reunoilla
- * Säröjä oli yleensä putken päällä, sivussa, hitseissä ja joskus evissä
- * Yleisin tarkastusmenetelmä oli tunkeumanestetarkastus
- * Massaus ei estänyt säröjä
- * Eräässä tapauksessa ruostumaton pinta oli paikoitellen kuoriutunut pois ja johtanut paljastuneen C-teräksen voimakkaaseen syöpymiseen

VTT

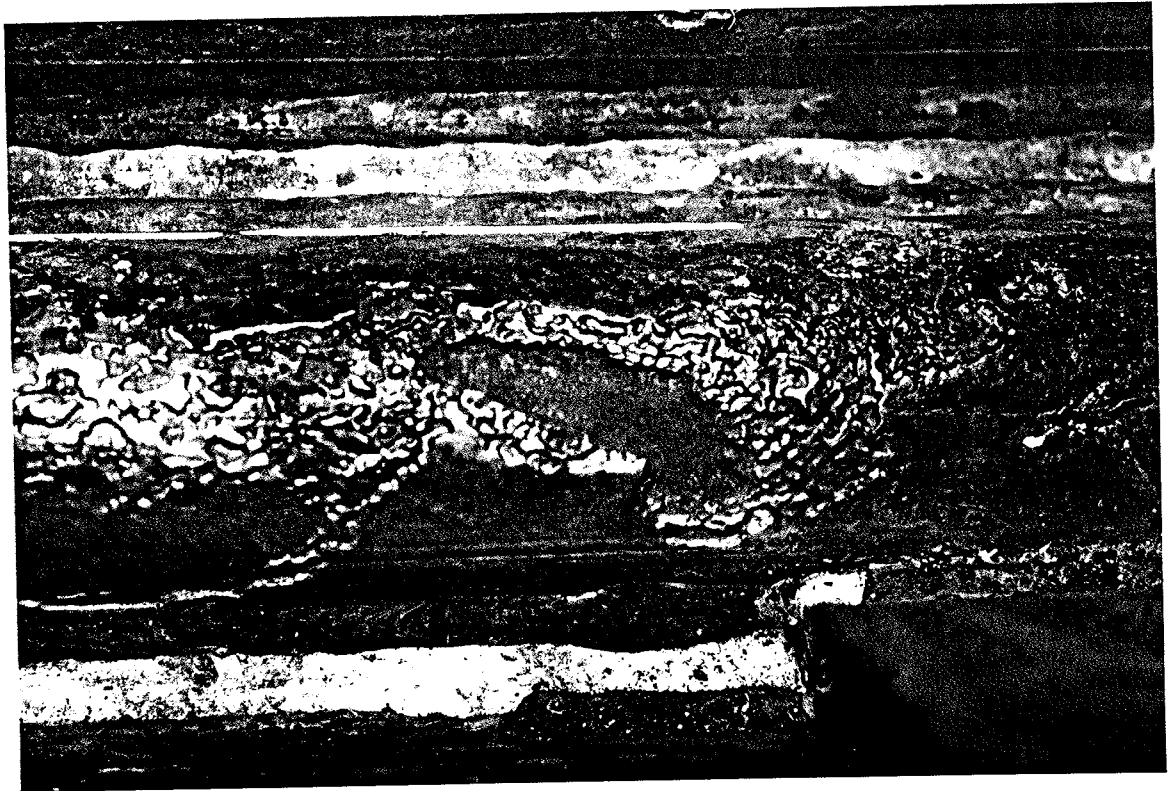
**Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio**

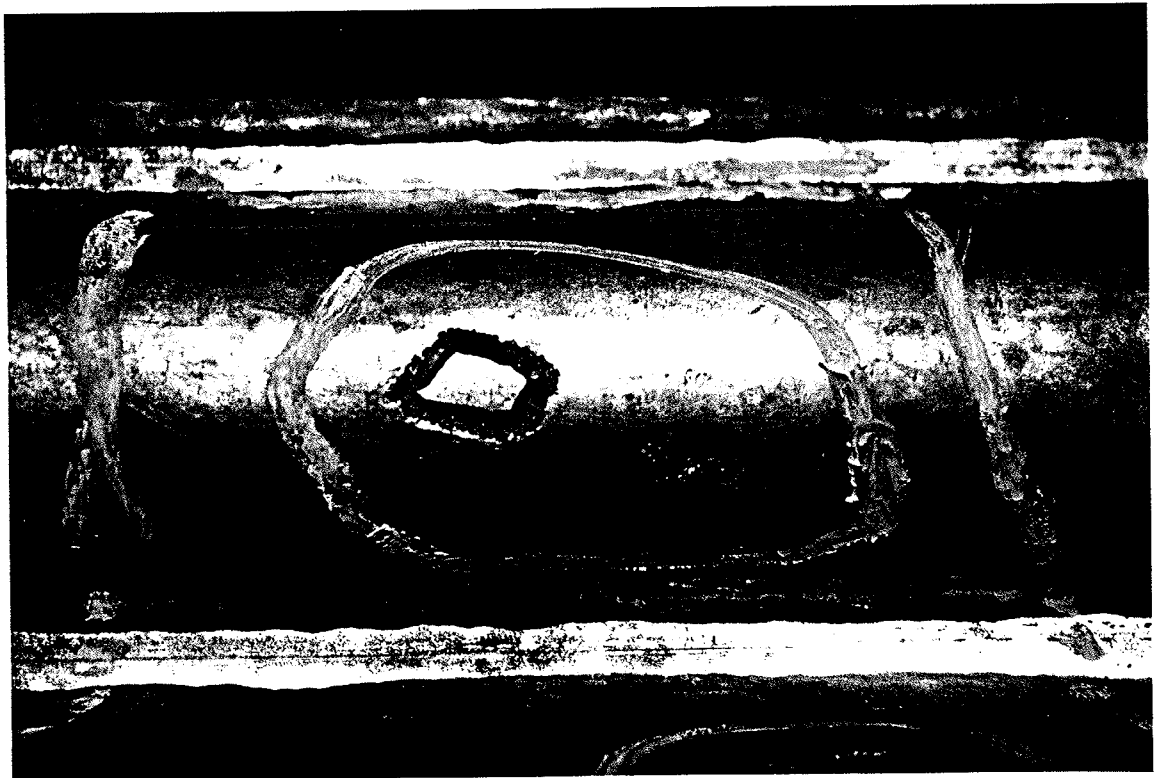
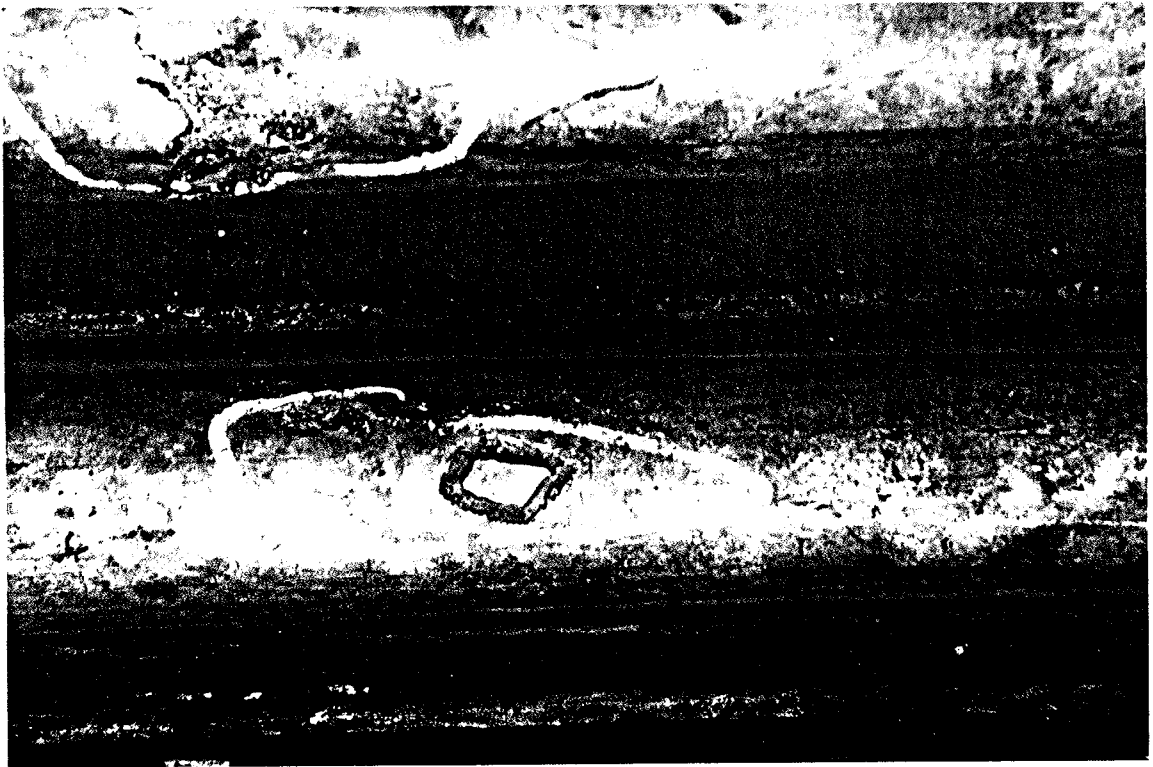
YHTEENVETO

- * Laboratoriokokeessa on todettu jännityskorroosio pesuvedessä**
- * Putkien vetojännitys on lähtöisin alasajosta**
- * Jännityskorroosio ja väsyminen voidaan erottaa toisistaan murtopintojen avulla; myös särön avautumisessa on ero**
- * Tuore keko on erittäin aggressiivinen ympäristö; keko-materiaalin ominaisuudet vanhenevat**
- * Tutkittu amiini-inhibiitti (Ivamin 803) hajoaa alkaalisissa olosuhteissa ja menettää tehonsa – löydettävä uusi aine**
- * Mikäli säröjä ei korjata ajoissa, on seurauksena pinnoitteen kuoriutuminen ja C-teräksen voimakas korroosio (galvaaninen)**

OY METSÄ-BOTNIA AB:N KASKISEN SOODAKATTILAN POHJAN SYÖPYMÄT

KARI AUVINEN, OY METSÄ-BOTNIA AB





SOODAKATTILAN POHJAOSAN SÄRÖT

LASSE KOIVISTO, A.AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ

Soodakattilan pohjaosan säröt

Satunnaisia aikaisempia vauriotapauksia lukuunottamatta on lähinnä vuoden 1990 aikana havaittu soodakattilan pohjaosan olevan altis säröilylle. Suorittamissamme tarkastuksissa on löydetty säröjä useista kattiloista ja muista lähteistä saatujen tietojen mukaan myös muiden valmistajien kattiloissa on esiintynyt sama ongelma. Myöskään säröily ei liity pelkästään Suomen soodakattiloihin, vaan sitä esiintyy maailmanlaajuisesti.

Säröalueiden sijainti

Säröalueet, jotka yleensä eivät ole kovin suuria (useimmiten max. n. 500 mm:n osuuksia putkessa ja/tai evässä), ovat sijainneet tarkastamissamme kattiloissa jotakuinkin satunnaisesti eri puolilla pohjaa. Eräänä suotuisana esiintymispaikkana voidaan kuitenkin mainita pohjaputkissa käytetyt supistukset, joista Ahlström on luopunut jo n. 10 v. sitten. Muista tutkimuksista (esim. Ruotsista) saatujen tietojen mukaan eräissä tapauksissa on tietynlaista keskittymistä sula-aukkojen tai starttipoltinten lähelle havaittu. Yksittäisissä putkissa säröt voivat sijaita missä tahansa kattilan sisäpuolisella putken osalla. Säröjen suunta on tietyissä tapauksissa ollut putkeen nähden poikittainen joissain taas pitkittäinen. Kolmantena tyyppinä on esiintynyt satunnaisesti suuntautunutta säröä so. säröily on muodostanut eri suuntiin ulottuvan verkoston. Evässä säröt ovat yleensä putkeen nähden poikittain. Compound-evässä särö jälleen pysähtyy saavuttaessaan hiiliteräksen, kun taas tapauksissa, joissa on käytetty umpiruostumatonta evää särö menee läpi asti.

Säröilymekanismi ja siihen vaikuttavat tekijät

Säröilymekanismiksi olemme omissa tutkimuksissamme todenneet jännityskorroosion. Säröt alkavat ulkopinnalta ja pysähtyvät lopulta saavuttaessaan hiiliteräksen ja eteneminen jatkuu sitten pinnoitteen ja hiiliteräksen rajapinnassa, josta usein seuraa pinnoitteen kuoriutuminen irti. Säröt ovat yleensä voimakkaasti haaroittuneita, mikä on ominainen piirre jännityskorroosiolle etenkin kun aiheuttajan on sisäinen jännitys. Ne etenevät tyypillisesti rakeiden läpi, mutta raerajoja pitkin etenevää murtumatyyppiäkin on tavattu. Säröjä esittävät kuvat 1..4/.

Kuten tiedetään on kyseisellä särötyypillä tiettyjä perusedellytyksiä, joita ilman se ei voi esiintyä. Nämä tekijät ovat:

- 1.) Jännityskorroosiolle kyseisessä ympäristössä altis materiaali. Ruostumattomat austeniittiset teräkset ovat monissa ympäristöissä alttiita säröilylle eli compoundputkissa lähes poikkeuksetta käytetty laatu (SS 2352 = AISI 304 L) on ikävä kyllä herkkä ilmiölle. On kuitenkin muistettava, että muidenkin edellytysten, ennen kaikkea kemiallisten, tulee olla sopivat ennen kuin säröjä syntyy. Materiaalia onkin valmistajan toimesta ainakin erään säröilyta-

pauksen yhteydessä testattu simuloituissa soodakattilan pesuolosuhteissa (23 g/l NaCl), mutta säröjä ei saatu aikaan. Ilmeisesti materiaalin kehitystyön aikana on aiemmin olemassa olevien tietojen perusteella lähdetty siitä, että pintakerros olisi kattilaoolosuhteissa immuuni jännityskorroosiolle.

2.) Vetojännitys materiaalissa

Riippumatta komponenttimateriaalin jännitysten lähtötilasta, pyrkii pintakerrokseen syntymään materiaalin lämmitessä puristusjännitys johtuen erilaisista lämpölaajenemiskertoimista. Kun puristuspuolen "myötöraja" ylitetään, tyssääntyy aine ja seuraavassa jäähtymisvaiheessa syntyykin pintakerrokseen vetojännitys.

Muitakin jännityksiä materiaalissa luonnollisesti on. Lähinnä merkityksellisiä säröilyn kannalta ovat hitsauksen jäännösjännitykset. Muita, vähämerkityksisempiä jännityksiä, ovat mm. käyttöpainesta keon painosta yms. seikoista johtuvat rasitukset.

3.) Kemiallinen ympäristö

Edellisten tekijöiden lisäksi vaatii jännityskorroosio tapahtuakseen vielä tietynlaisen kemiallisen ympäristön. Tähän kuuluu varsinaisen aiheuttajakemikaalin lisäksi aina myös lämpötila. Mikäli pintakerroksen kanssa kosketuksissa on pelkästään kiinteä suolakkerros ei ilmiölle ole edellytyksiä tapahtua eli tarvitaan joko vesiliuos tai suolasula.

Tällä hetkellä ei ole tarkkaa tietoa siitä, mikä on se kemikaali, joka säröilyn saa aikaan. Erilaisina mahdollisuuksina on esitetty mm. kloridien ja hydroksidien vesiliuokset, rikkihapoke, polytionihapot, sulfidin+kloridin vesiliuokset, happamat rikkiä sisältävät liuokset, rikkivedyn vesiliuos sekä hydroksideja tai klorideja sisältävät sulatteen.

Kuten edellä mainittiin on jännityskorroosiolle ominaista myös, että se tapahtuu vain tietyn rajalämpötilan yläpuolella, joka on siis kullekin kemikaalille ominainen lämpötila. Koska kuitenkin kemikaalia ei tunneta ei tähänkään puoleen voi helposti puuttua ja korkeiden lämpötilojen välttäminen ylösajotilanteessa (kun pohjalla vielä on vettä pesun jäljiltä) on hankalaa.

Prosessi

Paljon on pohdittu sitä asiaa onko prosessissa tapahtunut aikojen kuluessa sellaisia muutoksia, jotka saavat säröilylle otolliset olosuhteet aikaan. Tässä suhteessa ollaan myös suurissa vaikeuksissa, koska ei tiedetä milloin säröily on alkanut (järjestelmällisempi tarkastus alkoi vasta v. -90) ts. onko sitä tapahtunut koko kattilan käyttöaikana vai onko se alkanut vasta jonkun muutoksen seurauksena. Tutkituissa tapauksissa nimittäin on ollut esillä varsin vanhojen kattiloiden säröjä, jotka kuitenkin näyttävät "uusilta" so. ne eivät ole kuorineet pinnoitetta irti. Mahdollisina haitallisina muutoksina on yleensä pidetty sulfiditeetin nousua ja käyttötapoja, joissa pohja saattaa olla ilman keon antamaa suojaa.

Mahdolliset korjaavat toimenpiteet

Olemassaolevien säröjen korjaamiseksi on yleensä tehty niiden poistaminen hiomalla ja päällehitsaus, mikäli särö on ulottunut hiiliteräkseen asti.

Niiden syntymisen estämiseksi pitäisi luonnollisesti pystyä eliminomaan joku edellä mainituista 3 tekijästä. Tällöin lähinnä kyseeseen tulisivat seuraavat toimenpiteet:

-vaihdetaan materiaali sellaiseksi, joka ei soodakattilaolosuhteissa ole herkkä jännityskorroosiolle.

-pyritään välttämään kaikkia jäännösjännityksiä aiheuttavia valmistustapoja. On kuitenkin huomattava, että kysessä on hitsattu konstruktio, joten tässä suhteessa mahdollisuudet ovat varsin rajoitetut ja toisaalta em. lämpölaajenemisten ero aiheuttaa aina jo sinänsä omat jännityksensä. Puristusjännitys pinta kerroksessa estäisi säröilyä. Se voidaan saada aikaan esim. kuulapuhalluksella, mutta sen vaikutus ei lämpölaajenemiseron takia liene kovin pitkäaikainen.

-estetään kemikaalin pääsy kosketuksiin materiaalin kanssa ts. pinnoitetaan pohja.

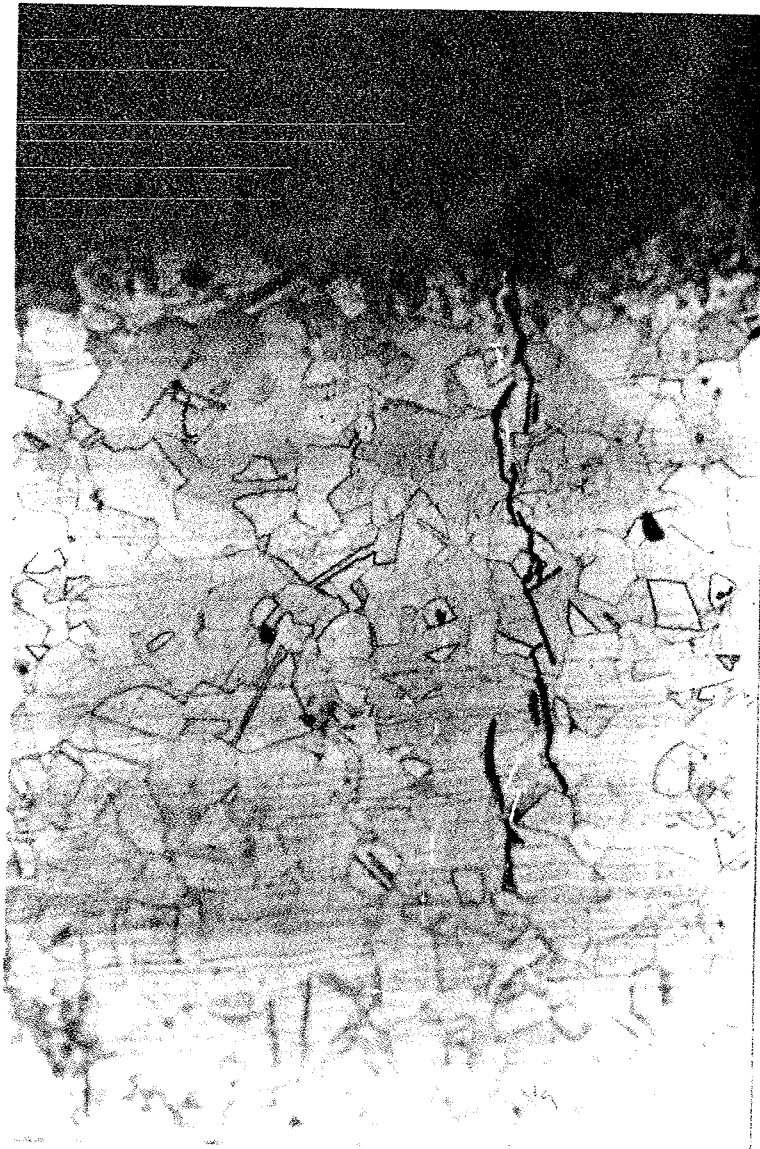
-muutetaan kemiallista ympäristöä pesun aikana inhibiitin avulla.

-varmistetaan, että pohja ei ole missään vaiheessa ajon aikana paljaana.

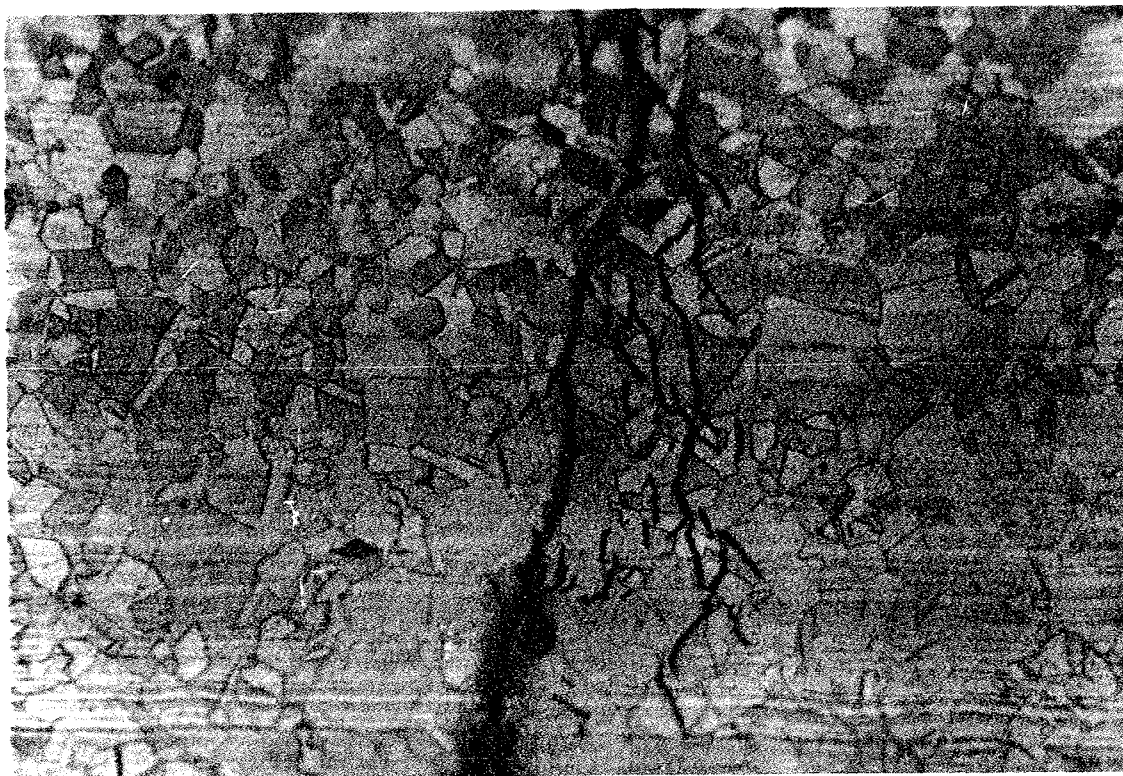
- pohjan kuivaus pitkissä seisokeissa.

Yhteenveto

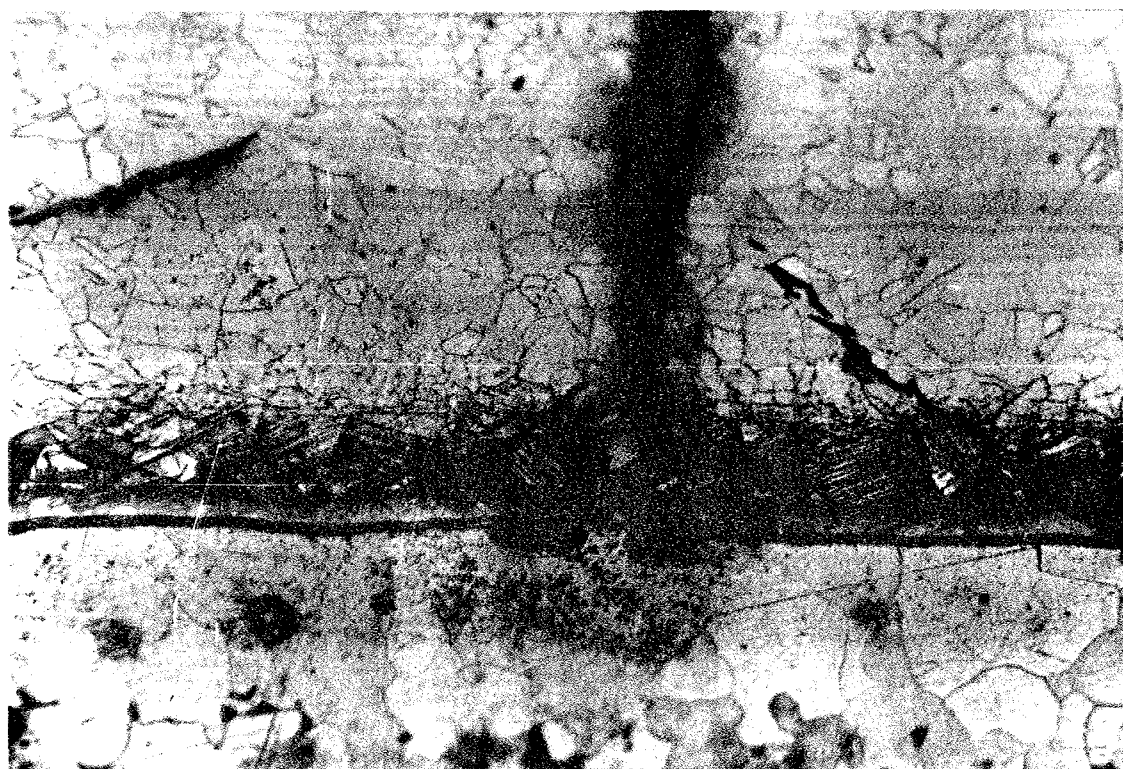
Yhteenvetona voidaan todeta, että tutkimissamme tapauksissa säröilyä on aiheutunut compoundputken pintakerroksen jännityskorroosiosta. Ilmiön perussyötä eli sen aiheuttavaa kemikaalia ei kuitenkaan toistaiseksi tunneta, mikä vaikeuttaa parannuskeinojen löytämistä.



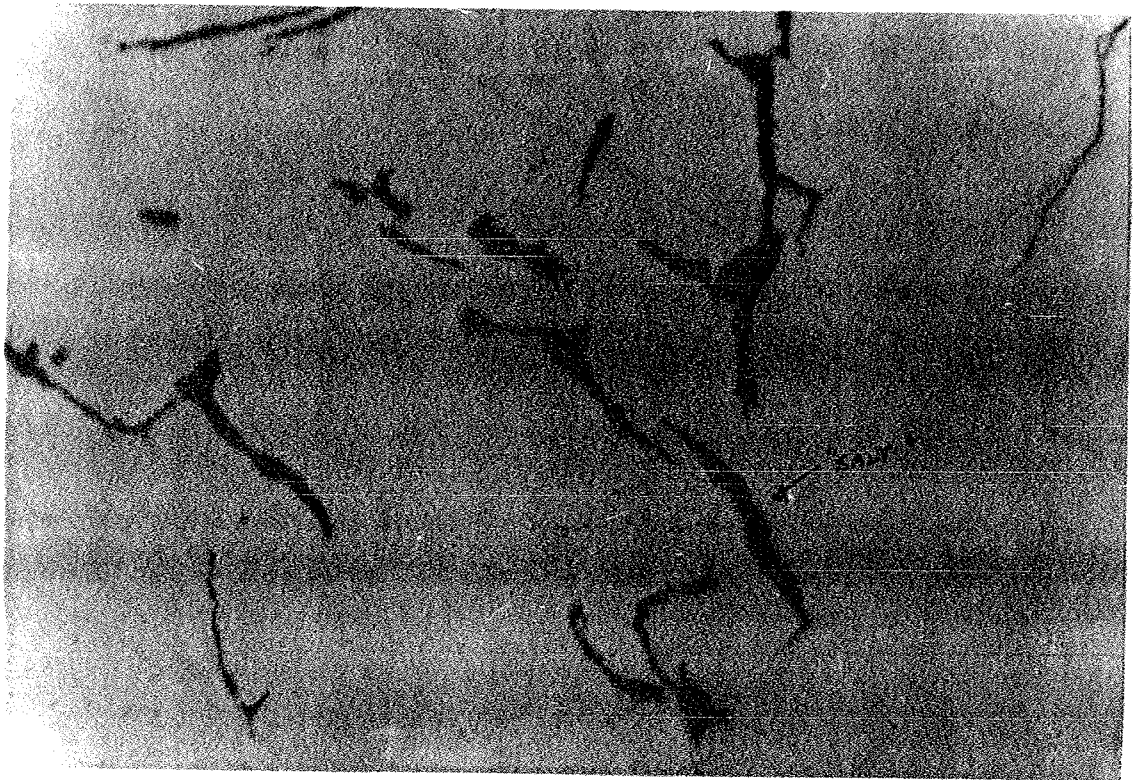
54-67 a) ruostunattomassa pinnoitteessa. 200 x.



Yksityiskohta säröstä n. puolivälissä pinnoitetta. 200 x.



Särön eteneminen pysähtynyt tiilitehokseen. 200 x.



"Gudian" täyttämällä saron kärkiosia. 900 x.

OY METSÄ-BOTNIA AB:N KASKISEN TEHTAIDEN ESITTELY

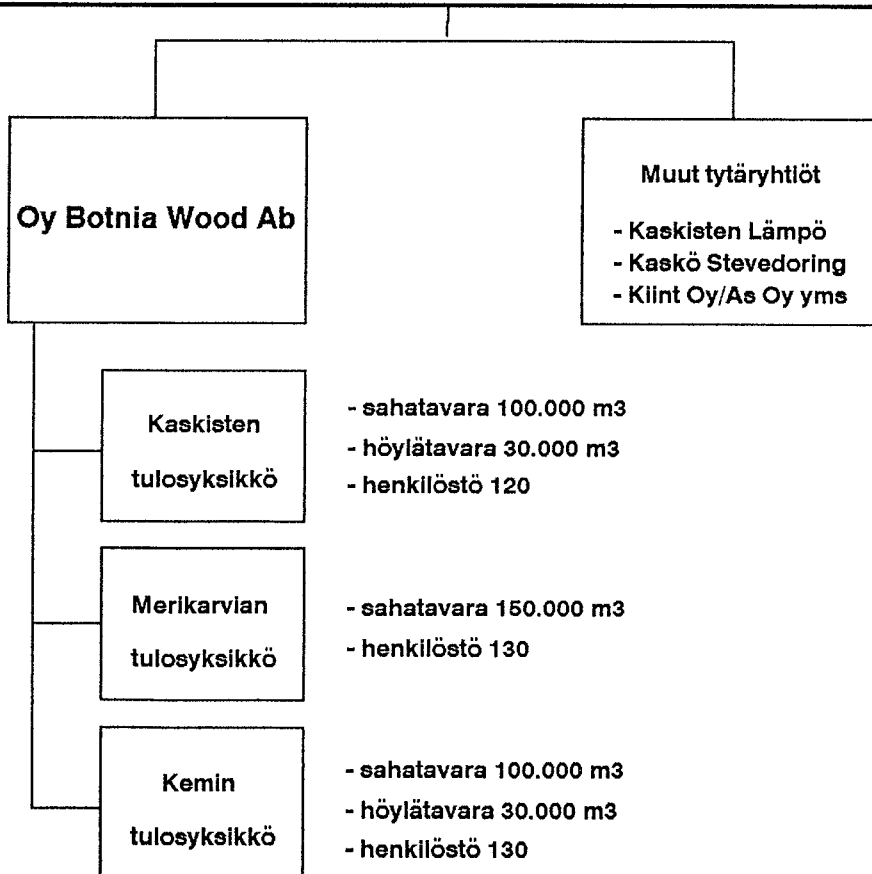
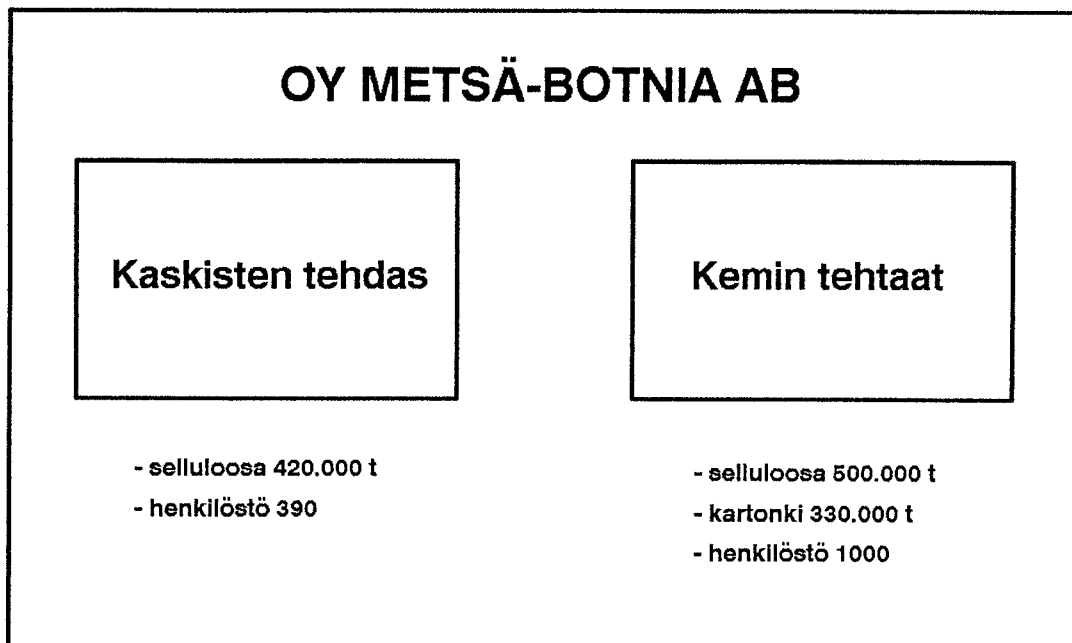
PERTTI SIMOLA, OY METSÄ-BOTNIA AB



OY METSÄ-BOTNIA AB

METSÄ-BOTNIA KONSERNI 1.4.1991 ALKAEN

- LIIKEVAIHTO 2,1 Mrd
- KESKIM.VAHVUUS 1900



TURBOGENERAATTORI

* VALMISTAJA AEG-KANIS (ABB)

* PÄÄMITOITUSARVOT

- VASTAPAINETURBIINI, G63

45 MW
80/12,5/3,5 BAR
475°C
83,3 KG/S

- LAUHDETURBIINI, V63

9 MW
3,5 BAR
150°C
19,4 KG/S

* GENERAATTORI

67,5 MVA
10,5 kV
COS PHI 0,80

HAIHDUTTAMO

* VALMISTAJA ENSO-GUTZEIT (AHLSTRÖM)

* VAIHELUKU 5

* KAPASITEETTI

360 TH₂O/H
65 % LIPEÄÄ

MÄNTYÖLJYKEITTÄMÖ

* VALMISTAJA ALFA-LAVAL

* KAPASITEETTI 3,5 T/H

SOODAKATTILA

- * VALMISTAJA AHLSTRÖM
- * PÄÄMITOITUSARVOT
 - 1500 TKA/24 H
 - 80 BAR, 480°C, 62 KG/S
- * TULIPESÄN MITAT
 - 10,042 m x 10,378 m
- * POLTTOAINEET: POR, MUSTALIFEÄ

APUKATTILA

- * VALMISTAJA AHLSTRÖM
- * PÄÄMITOITUSARVOT
 - 80 BAR, 480°C, 22/28 KG/S
- * POLTTOAINEET: POR, KUORI

LÄMMITYSKATTILA

- * VALMISTAJA AHLSTRÖM
- * PÄÄMITOITUSARVOT
 - 15,0 BAR, KYLL, 5,56 KG/S
- * POLTTOAINEET: POR

SYÖTTÖVESIPUMPUT

- * VALMISTAJA KSB
- * LUKUMÄÄRÄ 4
- * KAPASITEETTI
 - 38,3 KG/S
 - 1196 MVP