



ETY-Soodakattilavaliokunta

SOODAKATTILAN POHJATUTKIMUS
Keskustelupäivä

Teollisuusvakuutus
23.1.1992 Helsinki

ETY-Soodakattilavaliokunta
"SOODAKATTILAN POHJATUTKIMUS"-KESKUSTELUPÄIVÄ

- 9.00 Ilmoittautuminen ja aamukahvi
- 9.30 Tervetuliaissanat
apul.joht. Yngve Nygårdas, Teollisuusvakuutus
- 9.40 Alustus päivän aiheeseen ja pohjakyselyn 1990
yhteenveto
DI Asmo Rantanen, ETY-Soodakattilavaliokunta
c/o Energia-Ekono Oy
- 10.00 Yhteenveto pohjatutkimuksista Suomessa ja
Ruotsissa
prof. Hannu Hänninen, TKK
- 10.20 Tauko
- 10.30 Tehtaiden, kattilavalmistajien ja viranomaisten
puheenvuorot
Omat kokemukset sk.pohjista--
Milloin pohja on tarkastettu?
Mitä havaittiin?
Mitä toimenpiteitä tarkastusta
seurasi?
tekn.toht. Anja Klarin, A. Ahlstrom Oy
tehd.palv.pääl. Jukka Henriksson, Sunila
konem. Reijo Hukkanen, Veitsiluoto Oy Oulu
laitosten edustajat
- 12.30 Lounas
- 13.30 Soodakattilan pohjatutkimus
Tutkimussuunnitelman valmistelu
- tutkimusaiheet
- rahoitus
- organisaatio
prof. Hannu Hänninen, Teknillinen korkeakoulu
DI Pekka Pohjanne, VTT-Metallilaboratorio
DI Tuomas Timonen, ETY-Soodakattilavaliokunta
c/o Energia-Ekono Oy
- 15.00 Kahvi, keskustelu
- 16.00 Tilaisuuden lopetus

"Soodakattilan pohjatutkimus" keskustelupäivä

Aika 23.1.1992 klo 9.00 - 16.00

Paikka Teollisuusvakuutus, auditorio

Osanottajat

A. Ahlström Osakeyhtiö

Anja Klarin
Lasse Koivisto

Enso-Gutzeit Oy, Kaukopää

Taito Piispanen

ETY-Soodakattilavaliokunta

Asmo Rantanen
Tuomas Timonen

Kaukas Oy

Olavi Linnapuomi
Juha-Pekka Juuti

Keskeytysvakuutus Oy OTSO

Esa Ilves
Pekka Pitkämö
Bror-Erik Mattsson

Keskinäinen Yhtiö
Teollisuusvakuutus

Helena Saukkonen
Juhani Ingalsuo
Jaakko Tukia

Kymin Paperiteollisuus Oy

Markku Leppäkoski
Juha Kouki

Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskinen

Kari Auvinen

Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi

Pekka Kittilä

Metsä-Sellu Oy, Äänekoski

Reijo Kiuru
Osmo Niemitalo

Mexpert Oy ins.tsto

Lasse Suominen

Oulun Yliopisto

Pentti Karjalainen

ALUSTUS PÄIVÄN AIHEESEEN JA POHJAKYSELYN 1990 YHTEENVETO

Asmo Rantanen
ETY-Soodakattilavaliokunta

ETY-Soodakattilavalioikunta
Compound-pohjatutkimusJÄSENKYSELY 1990
YHTEENVETO

KATTILOITA KÄYTÖSSÄ

27

VASTAUKSIA

19

COMPOUND-POHJIA

13

POHJAN KÄYTTÖÖNOTTOVUOSI/SÄRÖJÄ PUTKESSA

1990

1/0

1989

1/1

1988

3/2

1987

3/3

1986

2/1

1980-1985

5/3

1971-1979

3/2

ENNEN 1971

1/0

KATTILATYYPPI/COMPOUNDPOHJA/SÄRÖJÄ PUTKESSA

AHLSTRÖM

9/7/7

GÖTAVERKEN

2/1/1

TAMPELLA

6/3/2*

COMBUSTION ENGINEERING

2/2/2

ETY-Soodakat...avaliokun...a
Compound-pohjatutkimusJÄSENKYSELY 1990
YHTEENVETO

SÄRÖJÄ:

- PUTKI

12

- PUTKEN PÄITTÄISHITSI

2

- PUTKEN JA EVÄN HITSI

0

- EVÄ

3

- MUU PAIKKA

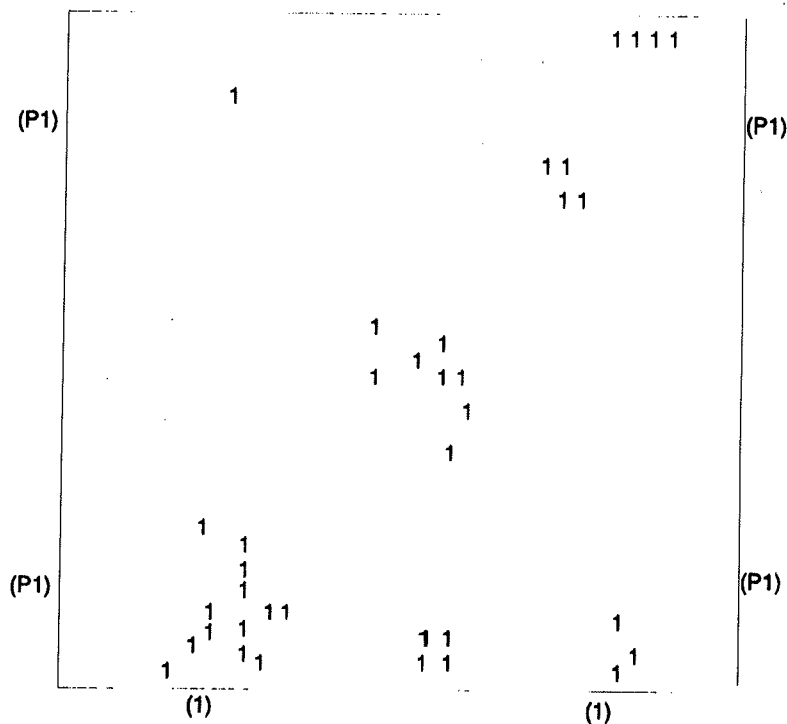
6

SYÖPYMIÄ:

1

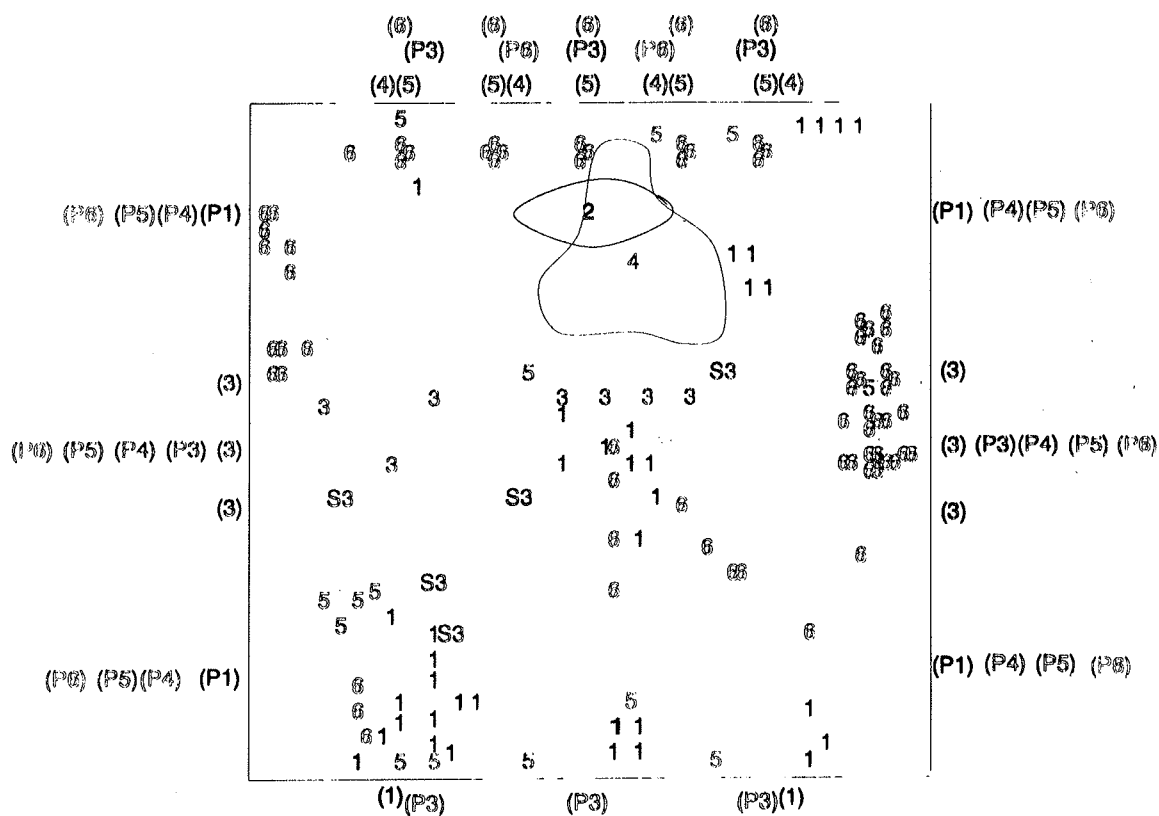
ETY-Soodakattilavaliokunta
Compound-pohjatutkimus

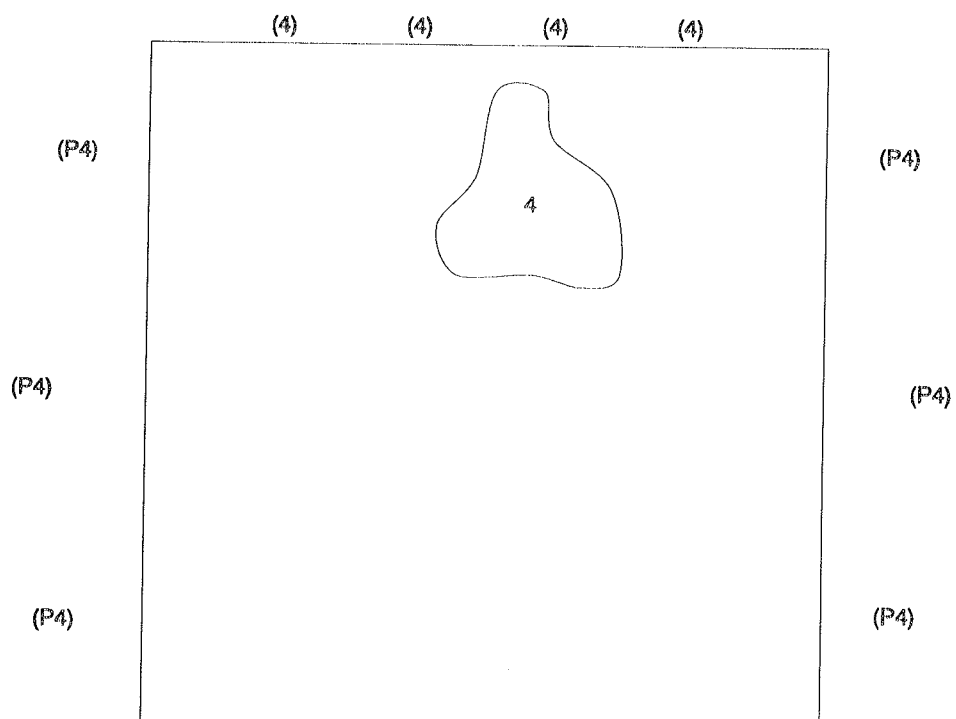
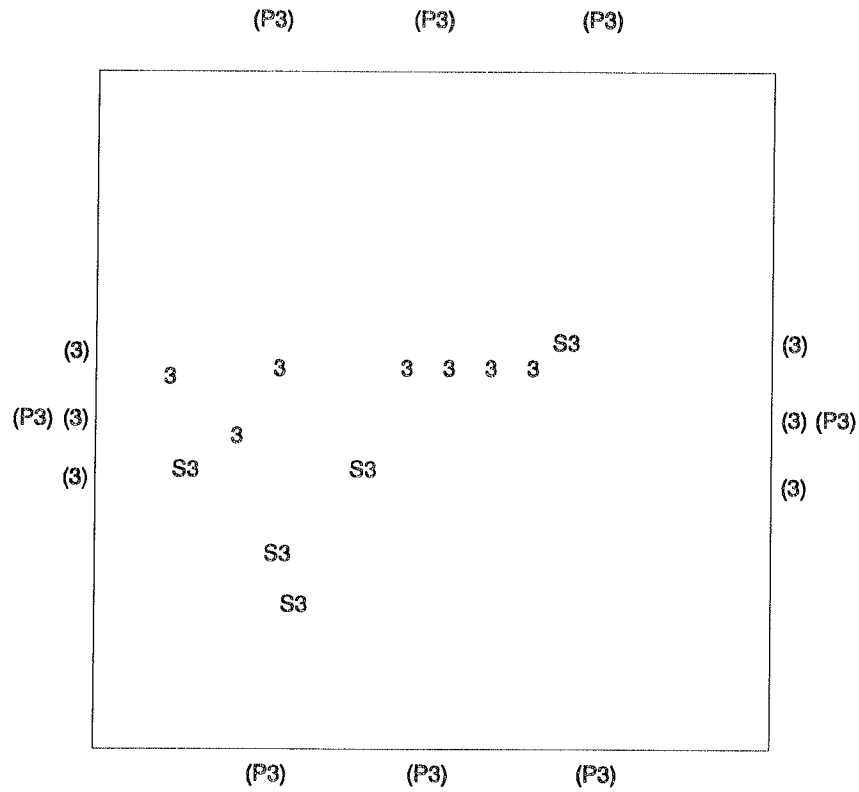
JÄSENKYSELY 1990
YHTEENVETO

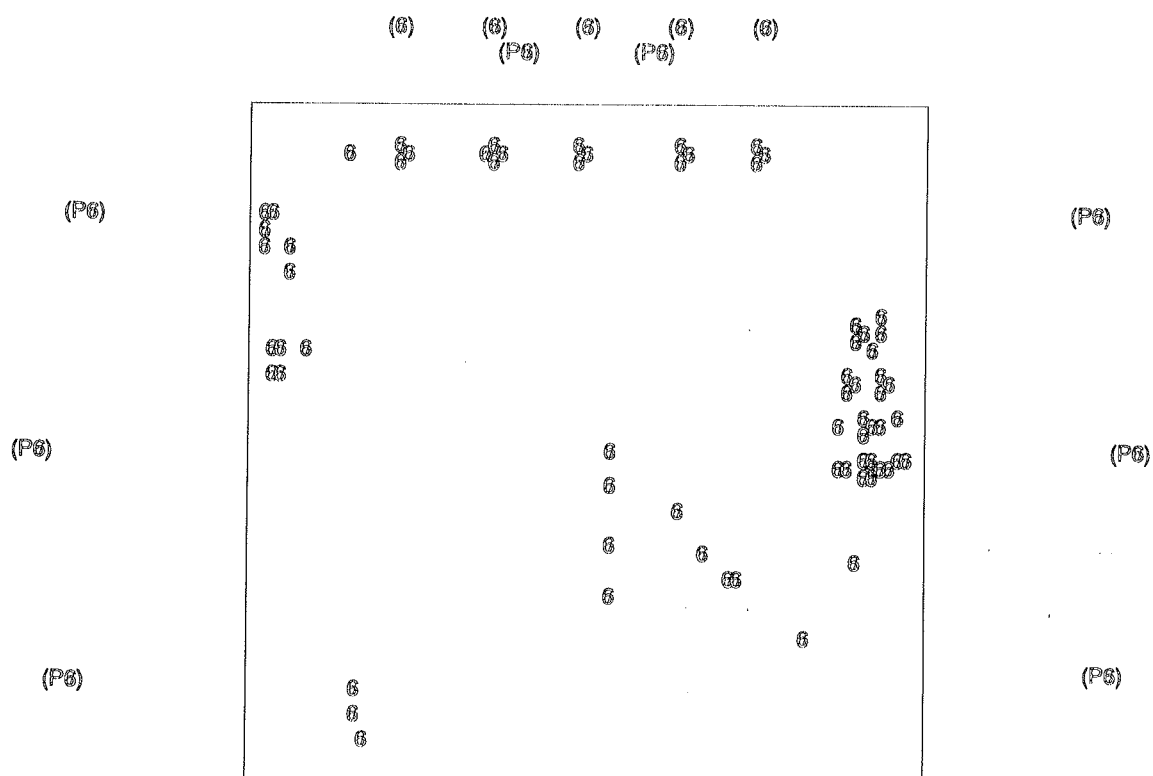
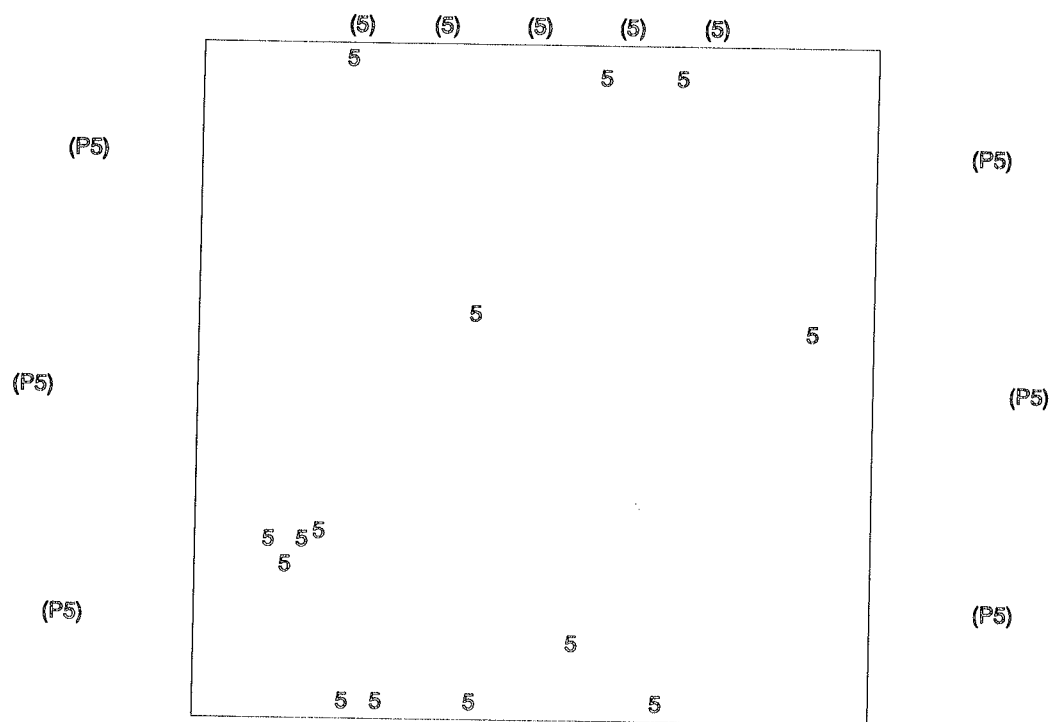


ETY-Soodakattilavaliokunta
Compound-pohjatutkimus

JÄSENKYSELY 1990
YHTEENVETO







YHTEENVETO POHJATUTKIMUKSISTA SUOMESSA JA RUOTSISSA

Hannu Hänninen
Teknillinen korkeakoulu

YHTEENVETO SOODAKATTILAN POHJATUTKIMUKSISTA SUOMESSA JA RUOTSISSA

**Hannu Hänninen
Pekka Pohjanne**

**TKK, materiaali­teknikan laboratorio
VTT, metallilaboratorio**

**ETY-Soodakattilavaliokunta
"Soodakattilan pohjatutkimus" keskustelupäivä
Teollisuus­vakautus 23.1.1992**



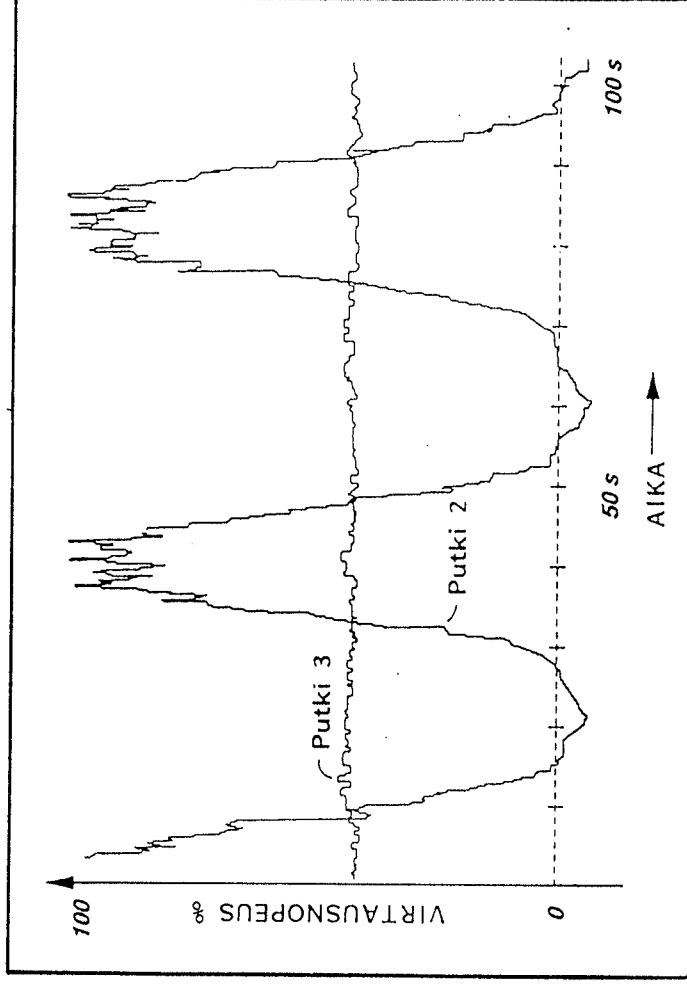
METALLILABORATORIO

YHTEENVETO SOODAKATTILAN POHJAPUTKIEKSEN SÄRÖISTÄ RUOTSIS- SÄ

- * Sisäpuolinen terminen väsyminen
 - sijainti putken yläosassa
 - kiertohäiriöt reunaputkissa
 - lämpötila- ja virtausmittaukset
 - materiaalitutkimukset ylikuumenemisten rakenteiden löytämiseksi
 - maks. lämpötila 600...800 °C
- * Ulkopuolinen terminen väsyminen
 - sijainti putkessa, hitseissä ja evässä sula-aukkojen ja seinien läheisyydessä
 - säröt vain austeniittisessa pinnoitteessa
 - ei havaittavaa ylikuumenemistä materiaaleissa
 - säröt ovat pyrkineet avautumaan (pinnoite irtaantuu)
 - säröillä mosaiikkimainen muoto (snake skin)
 - oletetaan, että pohjan muuraus estää säröt



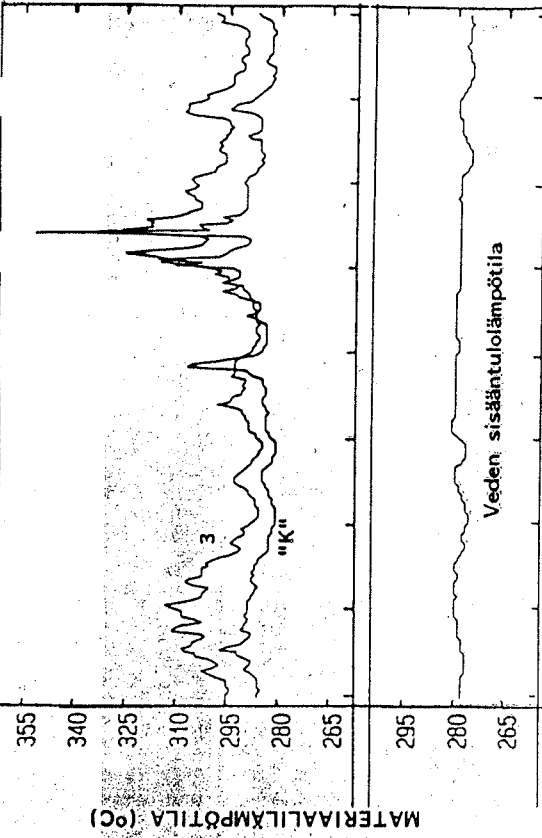
METALLILABORATORIO



Veden virtausvaihtelu hiiliteräspankissa, jossa todettu putken sisäpinnalta ydintyneitä termisiä väsymissäröjä



METALLILABORATORIO



Veden virtausvaihtelun vaikutus pohjaputken ja evän pintalämpötiloihin kompondputkessa, jossa on todettu "termistä väsymistä"



METALLILABORATORIO

HAH92003

YHTEENVETO SOODAKATTILAN POHJAPUTKIEK SÄRÖISTÄ RUOTSISSA

* Viruminen

- ylikuumentaminen paikallisten virtaushäiriöiden vuoksi
- vaurio ydintyi austeniitti/ferriitti rajapinnasta
- vaurio tapahtui austeniittisessa pinnotteessa

* Jännityskorroosio

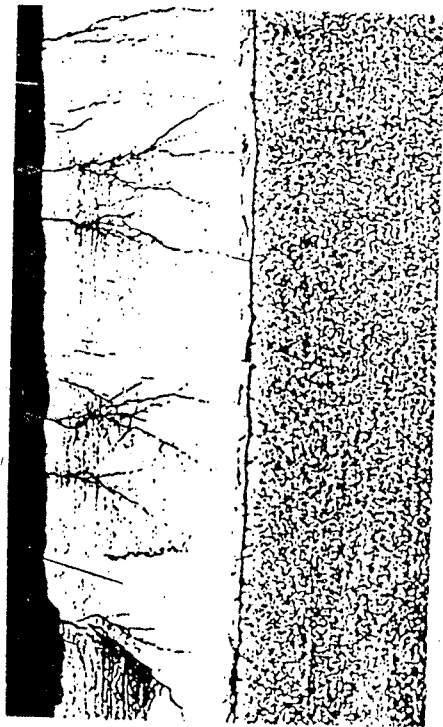
- vain yksi tapaus, jossa syynä oli putken sisäpuolinen vuoto
- säröt syntyvät alasajaon aikana veden reagoiessa keon kanssa ja kiehuessa
- ei oleteta tapahtuvan normaaleissa käyttöolosuhteissa

* Paikallinen korroosio

- syynä suuri ylikuumentaminen, paikallinen sulan muodostus ja suuri primaari-ilman määrä



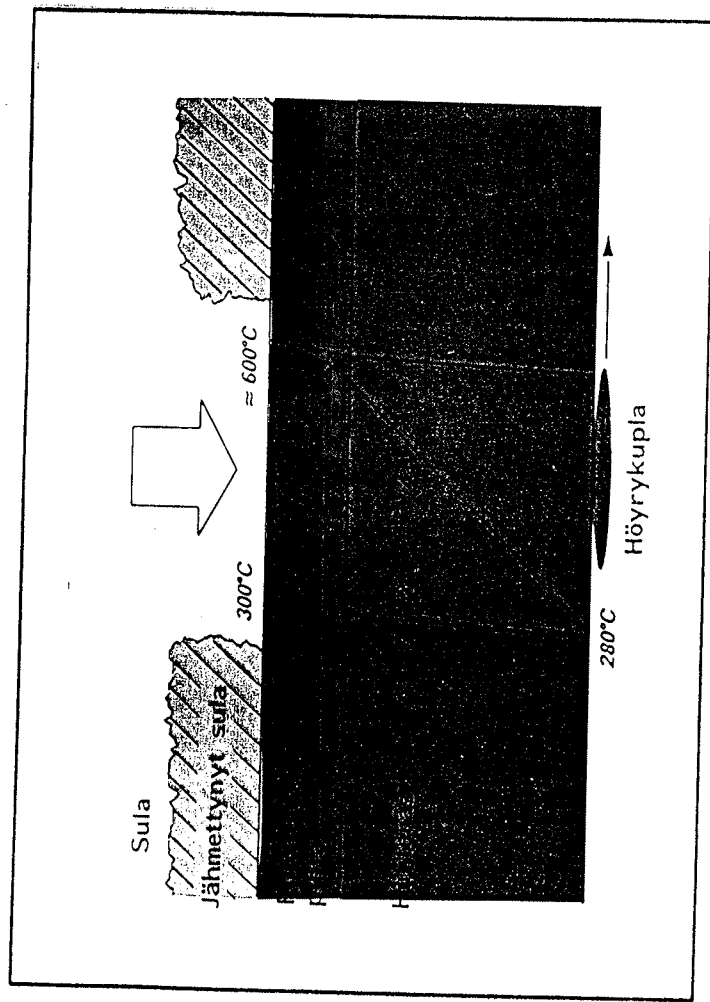
METALLILABORATORIO



Kattilan alasajossa vuotaneen pohjaputken läheisyydestä löytyneitä jännityskorroosiosäröjä ruostumattomassa pinnoitteessa



METALLILABORATORIO



Termisten shokkien syntyminen pohjaputkiin pohjan paljastuessa suojaavan jähmettyneen sulakerroksen alta



METALLILABORATORIO

TOIMENPITEET VAURIoidEN ESTÄMISEKSI RUOTSISSA

Vaurioiden syyt:

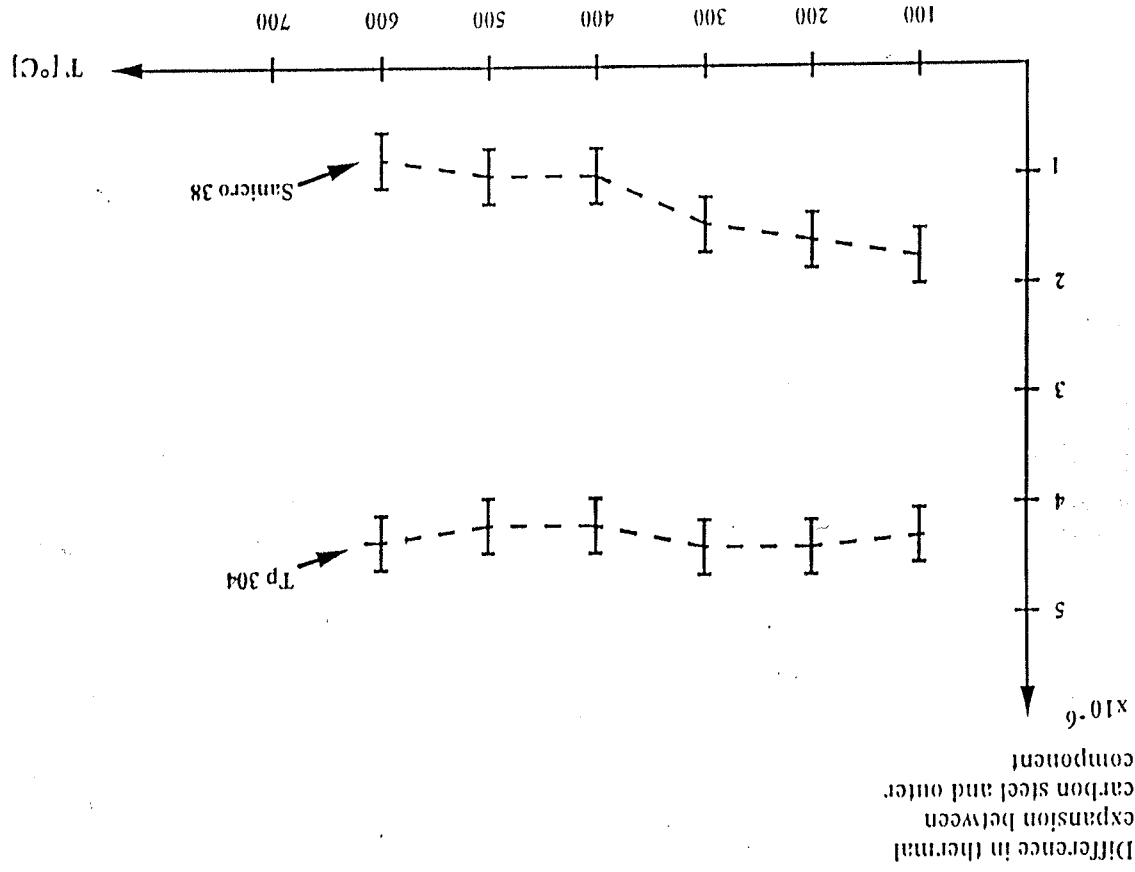
- Korkeat lämpötilat ja/tai lämpötilavaihtelut
- Erittäin suuri ylikuumentuminen (vuodot)
- Lievä ylikuumentuminen (pinnoitteen säröt ja mustien pohjien nopeutunut korroosio)

* Pohjan lämpötilaolosuhteiden selvittäminen eri ajovaiheissa ja lämpötekniset laskut; ylikuumentumisen mittaaminen sähkökemiallisella EPR-menetelmällä (pinnoitteen herkistymisasteen mittaust)

* Konstruktioiden parantaminen ylikuumentumisen ja virtaushäiriöiden estämiseksi



METALLILABORATORIO

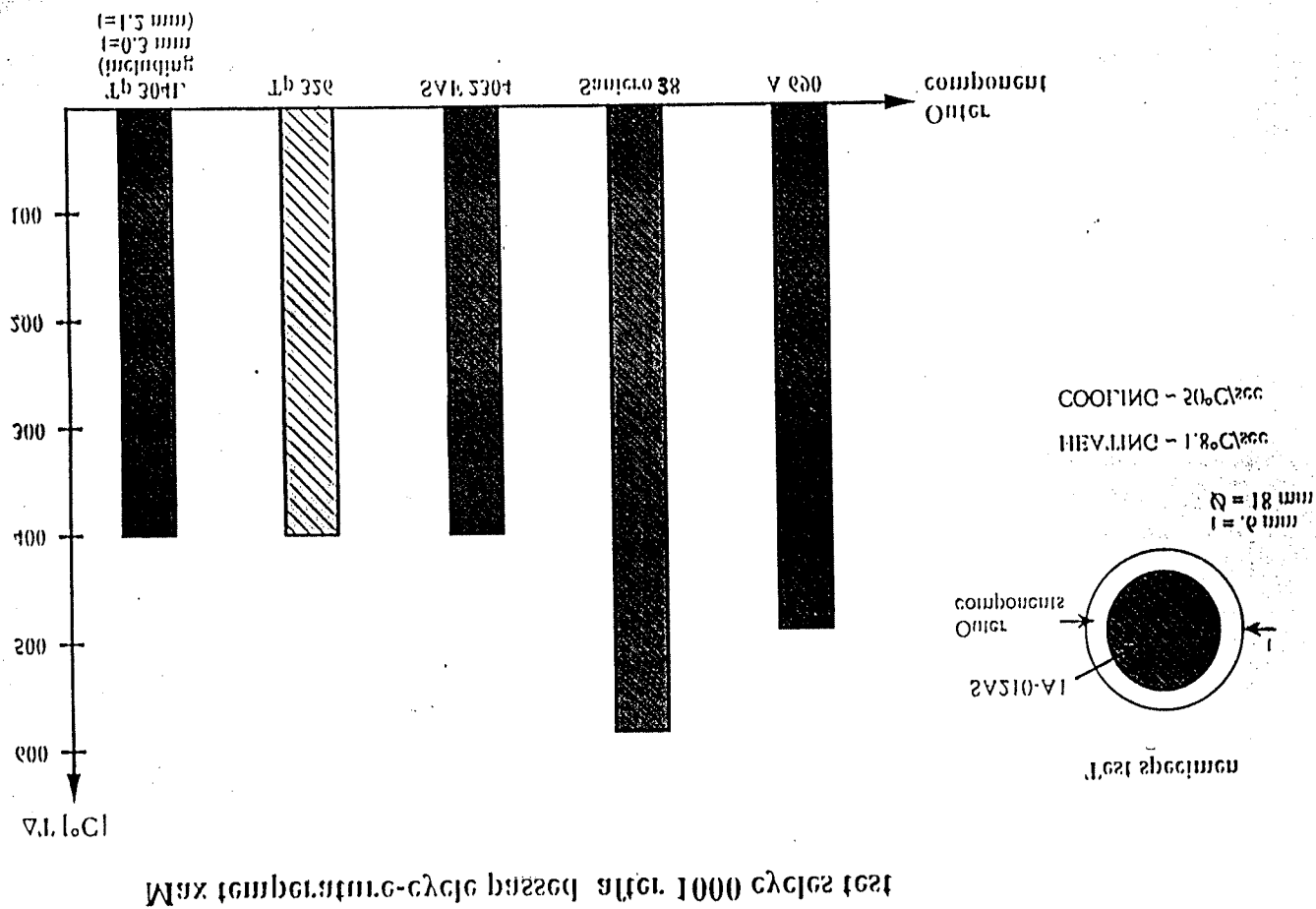


TOIMENPITEET VAURIoidEN ESTÄMISEKSI RUOTSISSA

- * Materiaalin valinta jäännösjännitysten pienentämiseksi; uudet materiaalit: Sanicro 28, AISI 309 hitsiaine, ruisku-pinnoitteet, tillet jne
- * Korroosiotutkimukset eri materiaaleilla sulissa
- * NDT- menetelmien arviointi ja kehittäminen



METALLILABORATORIO



KOKEMUKSET RUISKUPINNOITTEIDEN KÄYTÖSTÄ RUOTSISSA

- * Säröjä pinnoitteen alla sula-aukkojen yhteydessä - tarkastusongelma
- * Vanhojen kattiloiden pinnoitus:
 - kiinnipysyvyysongelma
 - rikki poistettava ennen metalliruisikutusta ($< 1 \text{ mm}$) - raepuhallus ei riittävä
- * Nikkelipitoisten pinnoitteiden ongelma on rikin diffuusio ja NiS:n muodostuminen pinnoitteeseen suhteellisen nopeasti
- * Uusi materiaali, Sanicro 38, korvaa pinnoittamisen ja estää ulkopuolisen termisen väsymisen. Lisäksi sillä on
 - hyvä korroosionkestävyys NaOH:ssa
 - hyvä jännityskorroosionkestävyys kloridiliuoksissa
 - hyvä rakenteen stabiilisuus
 - hyvä sitkeys käyttöolosuhteissa



METALLILABORATORIO

VT

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio

SÄRÖJEN OMINAISET PIIRTEET

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

POHJAPUTKIEN SÄRÖJEN MAHDOLLISET**SYYT / MEKANISMIT***** Sulan aiheuttama säröily käytön aikana****Puolesta:**

- suurempi prosessin sulkemisaste
- suurempi kuiva-ainepitoisuus
- suurempi sulfiditeetti
- nopea säröily

Vastaan:

- ruostumaton pinnoite jännityksetön tai puristusjännityksen alainen käytössä
- kyseistä ilmiötä ei tunneta - ei kokeellisia havaintoja

*** Terminen väsyminen****Puolesta:**

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

*** Jännityskorroosio pesun aikana****Puolesta:**

- korkea vetojännitys ruostumattomassa teräspinnoitteessa
- verkkomainen rakenne (termiset jännitykset yhtä suuret eri suuntiin)
- myös haarautuneita säröjä
- säröt usein sulkeutuneita
- säröt syntyvät nopeasti
- säröt eivät etene C-teräkseen
- pesu alkaa yli 100°C:ssa
- pesu liuottaa epäpuhtauksia (NaOH, Cl^- , H_2S , polytionihapot jne.), jotka voivat lisäksi rikastua (kalvo-
kiehuminen)

Vastaan:

- kokeellinen varmistus on puuttunut
- ei pistesyöpymiä kattilan sisäpuolella
- onko säröjä myös kattiloissa, joita ei ole pesty ?

POHJAPUTKIEN SÄRÖJEN ESTÄMINEN

- * Korjaus
 - hionta
 - päällehitsaus
- * Jäännösjännitysten modifiointi
 - kuulapuhallus (jäännösjännitystilastaattaa laueta alasajossa)
- * Pohjan pinnoittaminen
 - metalliruiskutus
 - massaus (voi olla huono, jos syynä jännityskorroosio)
- * Kestävämpi materiaali (kallis)
- * Inhibiitin käyttö pesuvedessä (?)
- * Pesukäytäntö (esim. alempi lämpötila)

**SYYT SILLE, ETTEIVÄT SÄRÖT
ETENE C-TERÄKSEEN**

- * Puristusjännitys heti pinnoitteen alla
- * Ferriittinen hiilenkatokerros ei ole altis säröilylle ko. olosuhteissa
- * Martensiittinen rajapinta on erittäin altis säröilylle
- * Sopiva jännitystila rajapinnalla
- * Syynä on enemmän jännityskorroosio kuin väsyminen

**METALLIRUIKUTUSPINNOITTEELLE
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 ($4...7 \text{ kmk/m}^2$)

KOKEMUKSET TERMISTEN RUISKUTUS- PINNOITTEIDEN KÄYTÖSTÄ SUOMESSA

- * Tavoite säröjen syntymisen ja jo syntyneiden säröjen kasvun (korvaa korjaushitsauksen) estäminen
- * Koealojen pinnoitus tehty lisäaineella TE 22 (22% Cr ja 6% Al) käyttäen ensin kaari-ruiskutusta (0,2 mm) ja siteen lankaruiskutusta (0,2 mm); pinnoitettava alue raepuhallettiin ensin alumiinioksidilla
- * Pinnoituksessa tarkastusongelma; pinnoitteen alle jääneet säröt ja uudet käytön aikana pinnoitteen alle syntyvät säröt (tarkastus pyörrevirtamenetelmällä)
- * Jos pinnoitteessa ei ongelmia, hiiliteräspohja voidaan termisesti ruiskupinnoittaa



METALLILABORATORIO

SOODAKATTILAN POHJAKORROOSIO

Anja Klarin
Ahlstrom Machinery

ETY-Soodakattilavaliokunta

"SOODAKATTILAN POHJATUTKIMUS" - KESKUSTELUPÄIVÄ 23.1.1992

SOODAKATTILAN POHJAKORROOSIO

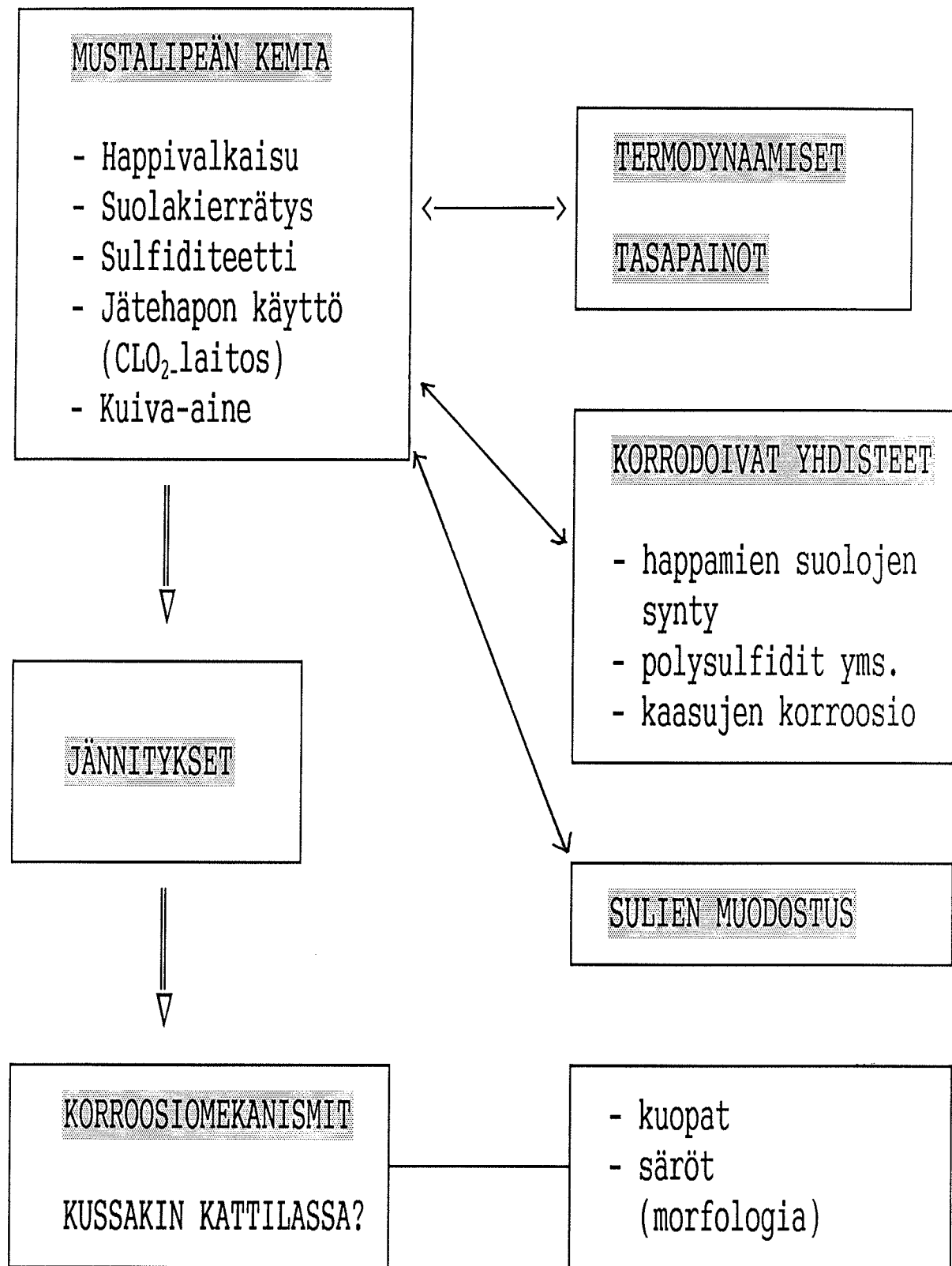
TkT Anja Klarin

Tutkimus aloitettu: kesällä 1991

Tutkimus valmistuu: keväällä 1992

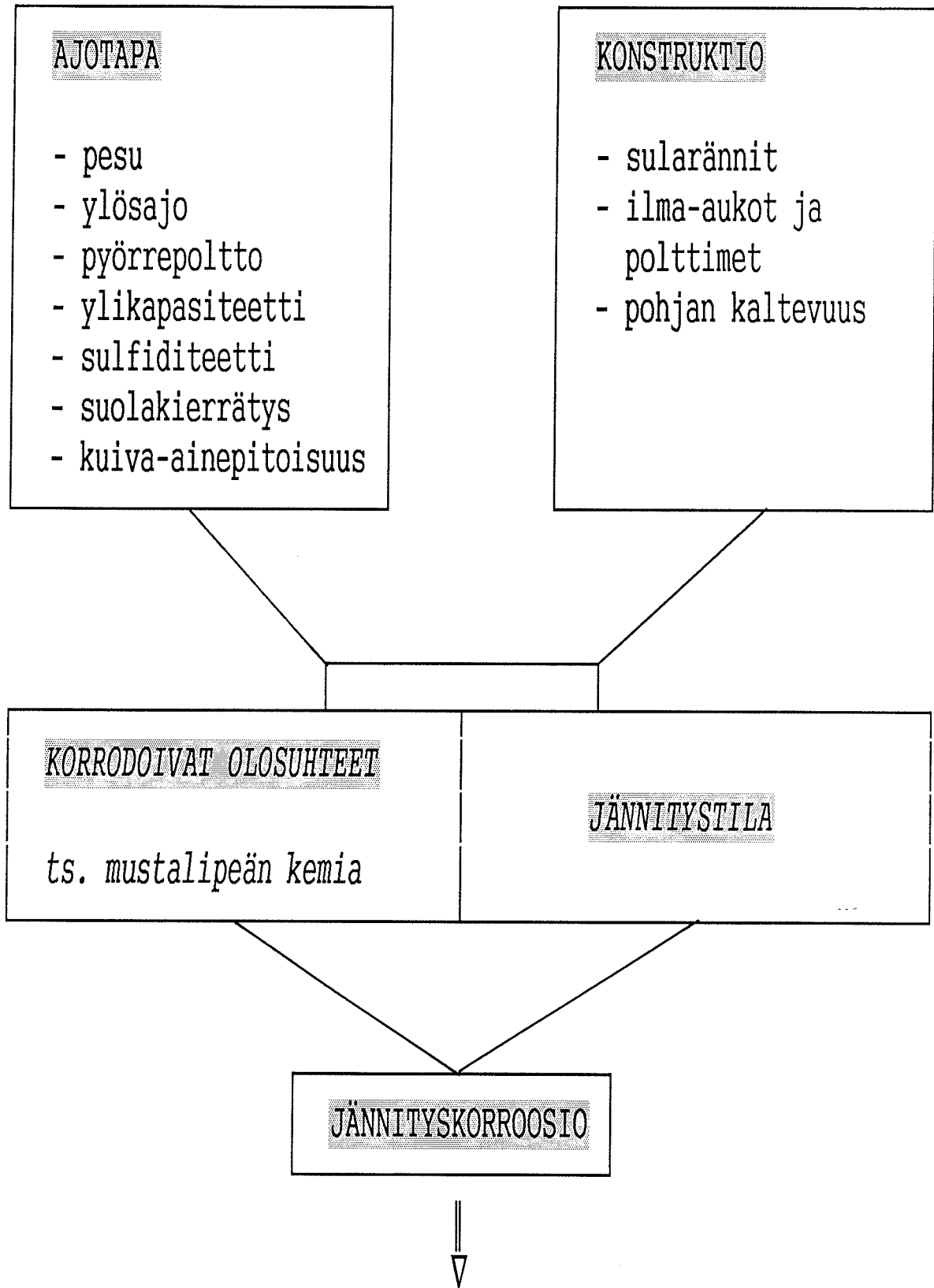
Kattilat: E-G, Varkaus
M-B, Kaskinen
Metsä-Sellu, Äänekoski
Veitsiluoto, Oulu
Wisaforest, Pietarsaari

ANJA KLARIN



MITEN KORROOSIO VÄLTETÄÄN/MINIMOIDAAN KUSSAKIN KATTILASSA?

SOODAKATTILAN POHJAKORROOSIO



MITEN KORROOSIO VÄLTETÄÄN?

**KUUMAKORROOSIOSSA
TÄRKEINTÄ
ON
YMMÄRTÄÄ
KORROOSIO-OLOSUHTEET**

ts.

**ON YMMÄRETTÄVÄ
MITKÄ REAKTIOT
KATTILAN ERI OSSISSA
HALLITSEVAT**

MITEN RATKAISTA KUUMAKORROOSIO-ONGELMA ?

Teoreettinen ratkaisu

Käytännön kuumakorroosio-ongelmat ovat niin monimutkaisia että niiden ratkaiseminen yhden tieteenalan tietojen perusteella ei yleensä johda tulokseen. Siksi seuraavassa on listattu ne tieteenalat ja kunkin tuoma apu kuumakorroosio-ongelmaa käsiteltäessä.

MATERIAALITIEDE

vastaa kysymykseen:

Miten ko. materiaalin fysikaaliset ominaisuudet muuttuvat korkeissa lämpötiloissa ?

- viruminen
- hilseily yms.

KEMIA

vastaa kysymykseen:

Mitä reaktioita tapahtuu ko. lämpötilassa ja olosuhteissa ?

- reaktiot ympäröivässä kaasussa/sulassa ja ympäristön ja ko. materiaalin keskinäiset reaktiot

TERMODYNAMIIKKA

vastaa kysymykseen:

Millaseen tasapainoon ko. reaktiot pyrkivät ko. olosuhteissa ja lämpötilassa ?

- tasapainopiirroksat ko. ympäristöä koskien että materiaali/ympäristö rajapintaa koskien
- ts. tasapainopiirroksat koskien kaasutiloja että sulia
- taseet tapahtuneille reaktioille

KINETIIKKA

vastaa kysymykseen:

Mitkä kineettiset esteet estävät edellämainittuja tasapainoja pääsemästä päämääräänsä ?

Yleensä teoreettisissa tarkasteluissa käsitellään puhtaita aineita kuten esim. teräksen tapauksessa rautaa, vaikka käytännössä teräksen korroosiossa on lähes aina kyse teräksessä olevan seosaineen kuten esim. Mo, Cr tms. reaktioista ympäristössä olevan sulan tai kaasun jonkun komponentin kanssa.

Jotta teoreettisesti pääsisi oikeasuuntaiseen ratkaisuun täytyisi osata yhdistää kaikki edellämainitut tieteenalat.

Kirjallisuudessa näkee lukuisia tutkimuksia (väitän, että yli 99 % kaikista esitetyistä), joissa tarkastelukulma on hyvin vajavainen.

Kokeellinen ratkaisu

Käytännössä halvin tapa kokeilla jonkin materiaalin kestävyyttä on saattaa ko. materiaali kosketuksiin korrodoivan komponentin kanssa ko. lämpötilassa. Näitä kokeita voidaan tehdä kolmessa eri laajuudessa.

LABORATORIOKOKKEET
puutteena tällöin on

liian yksinkertaistetut koeolosuhteet !

Tällöin yleensä on eliminoitu korrodoivien komponenttien lukumäärä minimiin, joka merkitsee

- lähes todellista sulaa ja liian yksinkertaistettua kaasua,
mikä johtaa korkeassa lämpötilassa tasapainoon,
joka poikkeaa merkittävästi todellisesta

- liian yksinkertaistettua sulaa ja lähes todellista kaasua, mikä johtaa myös kauaksi todellisesta termodynaamisesta tasapainosta

PILOT-KOKKEET
puutteena tällöin on tai saattaa olla

muunnellut koeolosuhteet !

Tällaiset kokeet antavat enemmän totuudenmukaisia tuloksia kuin laboratoriokokeet. Jos pilot-kokein pyritään arvioimaan materiaalin elinikää, niin koetilanteen olosuhteet tehdään huomattavasti korrodoivimmiksi kuin mitä ne ovat käytännössä. Tällöin eliniän arvio miedoimmissa korroosio-olosuhteissa saattaa mennä harhaan.

KOKKEET LAITOKSELLA
puutteena tällöin on

kärsimättömyys, jos tarvitaan usean kuukauden kokeet !
käytännössä näytekalusteiden asettelun vaikeus !

Kun katsoo edellä mainittua listaa teoreettisten kykyjen tarpeesta että kokeiden suorittamisen vaikeudesta ja muistaa sen, että eri teräslaatuja on n. 20 000 ja muita korkealämpötila materiaaleja muutama tuhat, niin vaihtoehtoja erilaisille variaatioille kokeiltavaksi ja tutkittavaksi riittää. Lisäksi koeolosuhteita on lukuisa määrä.

Yleisesti ottaen kuumakorroosio-ongelmaa kannattaa aina ensin katsoa materiaalitieteen ja termodynamiikan kannalta teoreettisesti ja sitten käyttää kokemuksen antamaa tietoa kinetiikasta. Sen jälkeen vasta kannattaa suorittaa kokeita. Nämä kaikki lähtee tietenkin siitä lähtökohdasta, että tutustuu kirjallisuuden kautta ongelmakenttään niin laajasti kuin se on mahdollista.

SUNILAN SOODAKATTILOIDEN POHJIEN TILANNE

Jukka Henriksson
Sunila

SUNILA OY

Tehdaspalvelu

J. Henriksson/ro

21.1.1992.

SUNILAN SK 10

SK 10 on otettu käyttöön -66. Pohja on uusittu -77. Pohja on muuten musta, mutta n. 1,5 m ennen etu- ja takaseinän alkamista muuttuu materiaali compoundiksi. Kesällä -91 tarkastettiin compoundosat sekä mustan ja compoundin väliset hitsaussaumamat. Etuseinällä ei havaittu vaurioita compoundissa eikä hitsaussaumoissa.

Takaseinän luona jokaisessa putkessa todettiin säröjä. Osa oli säröytynyt sula-aukkojen tasalle. Hitsaussaumoissa oli myös syviä säröjä.

Paksuusmittausten mukaan mustat putket olivat syöpyneet 0,3 - 0,9 mm kolmentoista vuoden aikana.

SUNILAN SK 10

SK 10 on otettu käyttöön -66. Pohja on uusittu -77. Pohja on muuten musta, mutta n. 1,5 m ennen etu- ja takaseinän alkamista muuttuu materiaali compoundiksi. Kesällä -91 tarkastettiin compoundosat sekä mustan ja compoundin väliset hitsaussaumamat. Etuseinällä ei havaittu vaurioita compoundissa eikä hitsaussaumoissa.

Takaseinän luona jokaisessa putkessa todettiin säröjä. Osa oli säröytynyt sula-aukkojen tasalle. Hitsaussaumoissa oli myös syviä säröjä.

Paksuusmittausten mukaan mustat putket olivat syöpyneet 0,3 - 0,9 mm kolmentoista vuoden aikana.

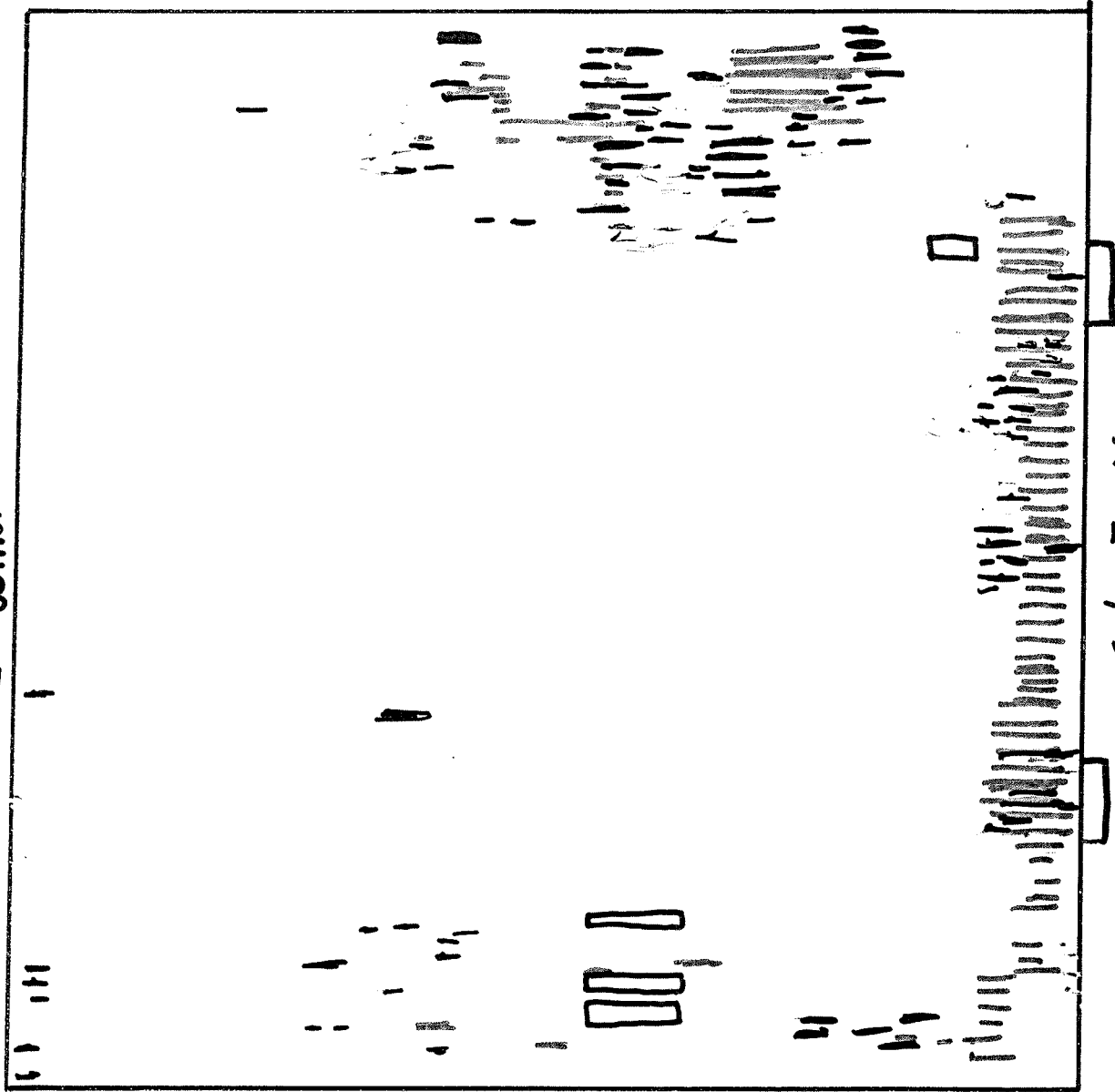
KAUKAAN SOODAKATTILOIDEN POHJIEN TILANNE

Juha-Pekka Juuti
Kaukas Oy

- K 2 in Compound-tyhjän.
Vauriot

Etuseinä

Jouluk - 89
kevät - 90
Jouluk - 90



Kaukas Oy

KÄYTTÖ KOHDE:

OHJE ON TARKOITETTU COMPOUND PUTKEN PINNOITTA-
MISEEN ALUEILLA, JOSSA JÄNNITYSKORROOSIO ON
"KORJANNUT" EUOSTUMATTOMAN PINKANIRTI HIILITERÄS-
PUTKESTA. ALUEET OVAT SUHTELLISEN PIENTÄ.

"MAX TULITUKULAKATTEON 50x50 mm KOKOISIA
PUHDISTUS:

"KORJANNUT" ALUE HIOTTAAN PUHTAASEI METALLISELLI
PINNALLE. YLIMÄÄRÄISTÄ HIILITERÄSPUTKEN HIONISTA
TULEE VÄLTÄÄ.

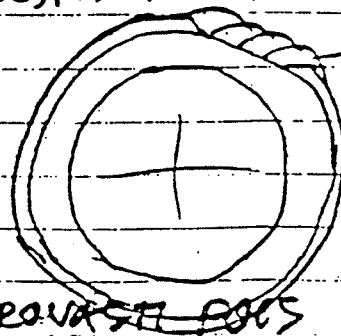
HITSAUS: (HITSAUKSEEN SAA SUORITTA A VASTA TARKASTA-
JAN ANTTAMAN LUVAN JÄLKEEN)

PUIKKO HITSAUS: PUIKKO: ESAB OK 67.60, ϕ 2,5 mm
VIRTA: 60-70 A

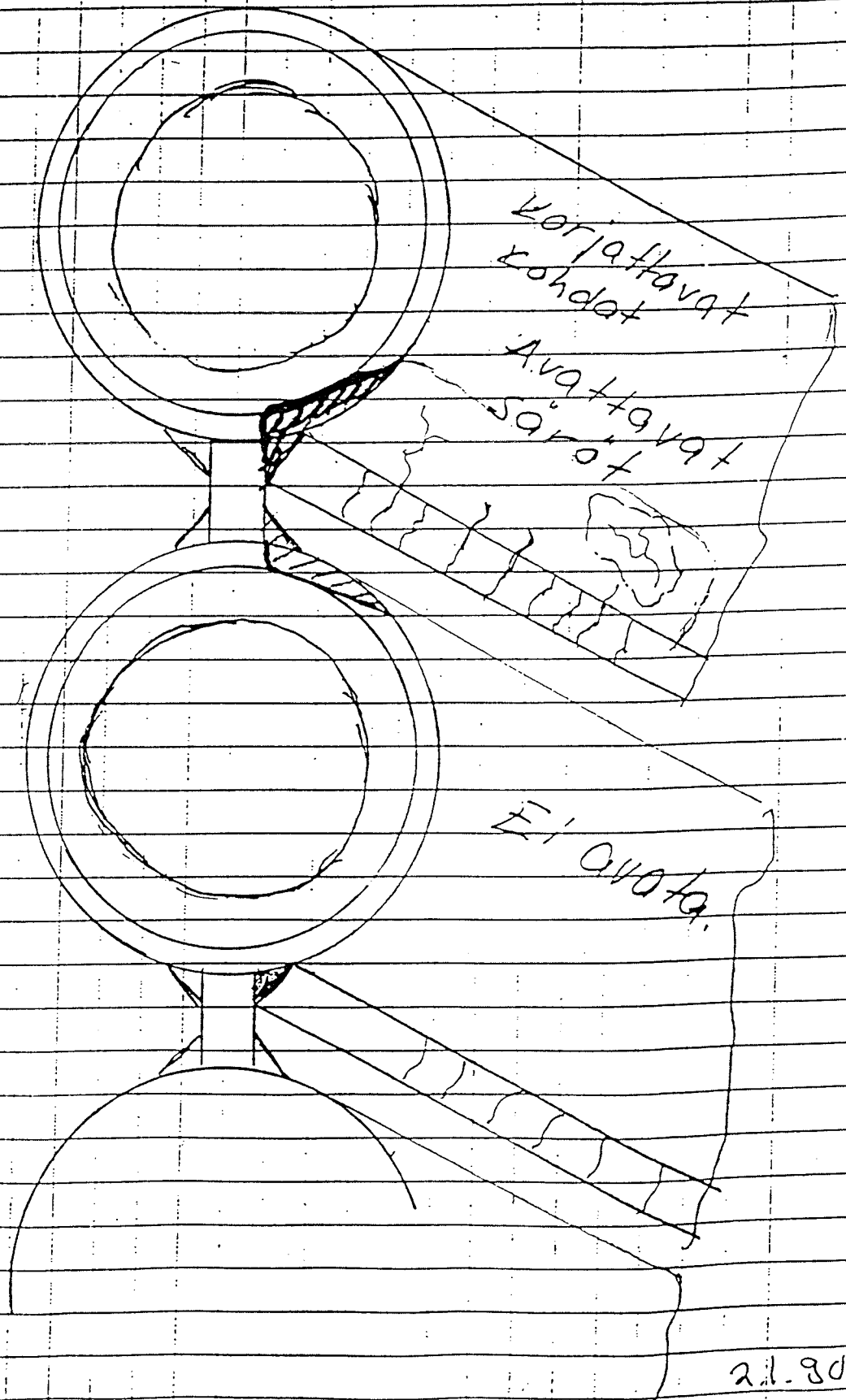
- 1) HITSAUS TULEE SUORITTA "KYLÄMÄNÄ". MAX 2 PALKOA
PERÄKKÄIN.
- 2) HITSAATTAVA KOHTA ANNETAAN JÄÄHTÄÄ ALLE 100°C
PALKOJEN VÄLILLÄ (= VÄLIPALKOLÄMPÖTILA)
- 3) HITSAUS ALOITETAAN PUTKEN "POSKILTA" PITUUSAKSELIN
SUUNTAISESTI LAKEA KOHTI.
- 4) SEURAVA PALKO HITSAATAA PUOLIKSI EDELLISEN PALON
PÄÄLLE
- 5) ALOITUS JA LOPETUS EUOSTUMATTOMAN KERROKSEN PÄÄLTÄ

TARKASTUS

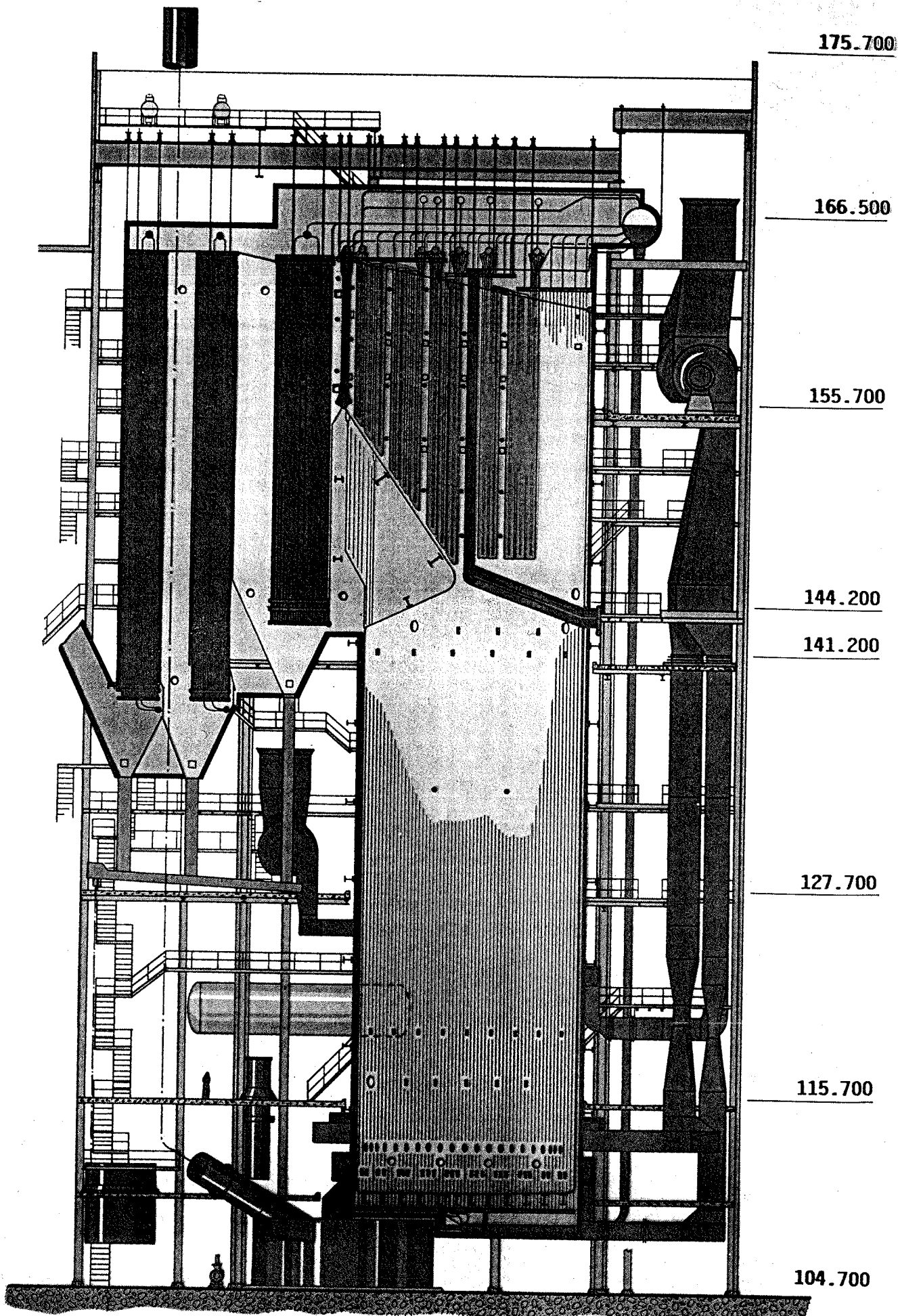
HARJAUS JA SILKÄMÄÄ-
RÄINEN TARKASTUS
MAHD. ALOITUS/LOPETUS
HUOKOSET HUOTATA VÄLIVÄLITÄ PÖÖS



1. PALKO



21.800



KYMIN SOODAKATTILOIDEN POHJIEN TILANNE

Juha Kouki
Kymin Paperiteollisuus Oy

20.1.1992

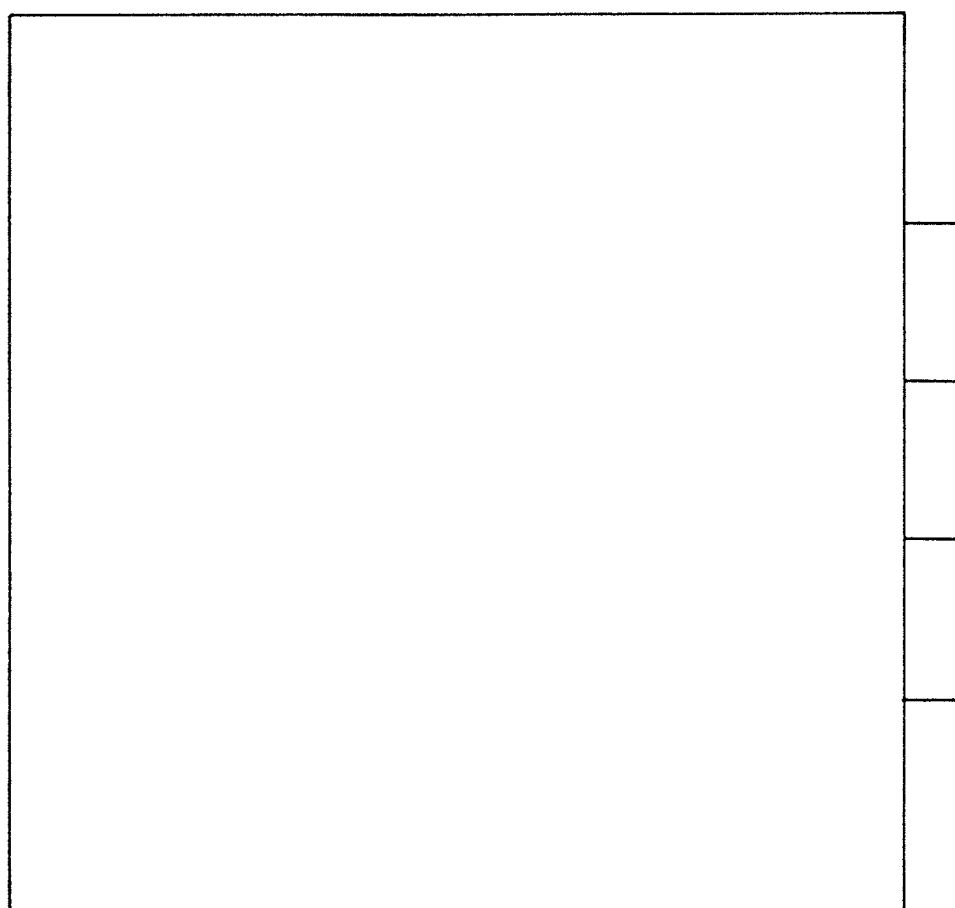
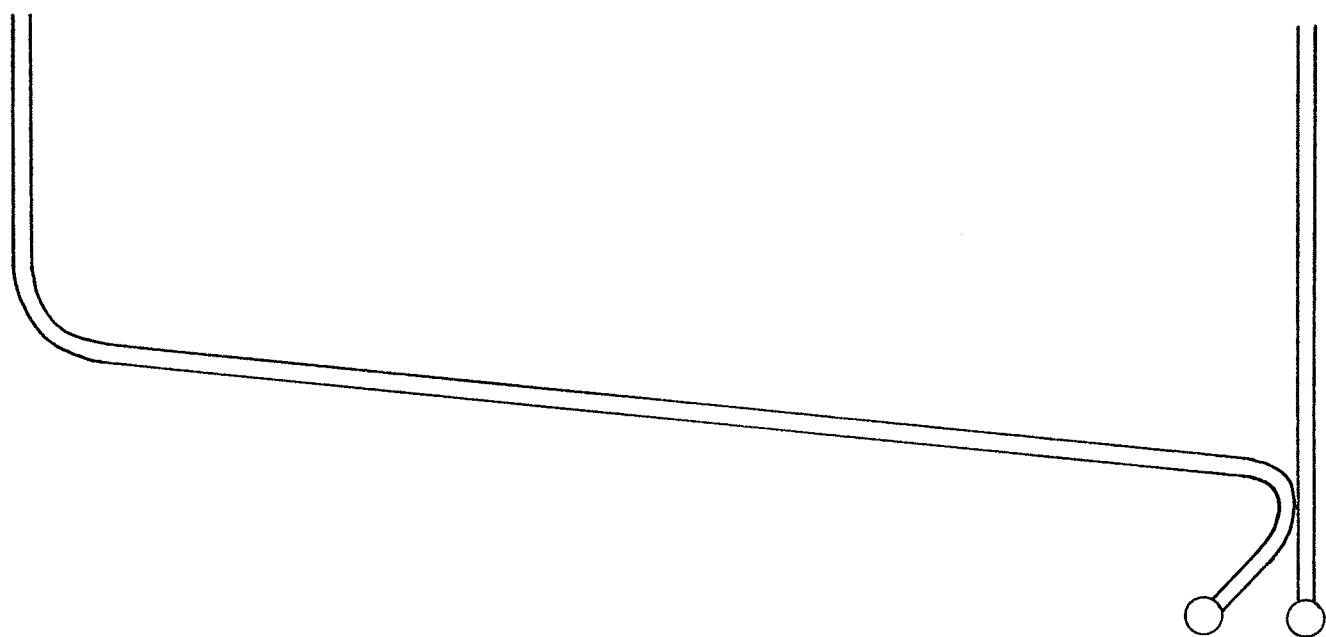
SOODAKATTILA SK 1

- Valmistunut 1964, Götaverken
- Pohjan pinta-ala 49 m²
- Tulipesän alaosa uusittu 1977
 - pohjalla 7 kpl reunimmaista putkea compoundia ja musta-compound rajasauma noin 1,5 m pohjan yläosasta
 - putket ovat Ø 76,1 mm ja ei evää
 - musta osa on tapitettu
- Pohja tarkastettu 100 %:sti 6/91, jolloin yksittäisiä säröjä päällehitsattiin

SOODAKATTILA SK 2

- Valmistunut 1977, Götaverken
- Pohjan pinta-ala 98 m²
- Pohja uusittu compoundiksi 12/85
- Pohja tarkastettu 80 %:sti 6/91, jolloin yksittäisiä säröjä päällehitsattiin
- Pohja tarkastettu 100 %:sti 1/92, jolloin säröjä pohjan yläosalla noin 1 m etäisyydellä seinästä. Säröt poistettiin pääasiassa hiomalla ja lisäksi yksittäisiä päällehitsauksia.

S O O D A K A T T I L A T



SOODAKATTILAN SEINIEN JA POHJAN KORJAUKSET

Kari Auvinen

Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskisten tehdas

SOODAKATTILAN SEINIEN JA POHJAN KORJAUKSET

1. Sivuseinät vaihdettu keväällä 1988, syynä suuri määrä hitsaussaumojen rikkoutumisista johtuvia vuotoja seinäputkissa. Syöpymiä oli havaittu ja korjattu, mutta vain hitsaussaumoissa. Erityisesti musta/compound-putken liitoksissa oli korjattu kerralla yli 200 kpl pahasti syöpyneitä saumoja.
2. Etu- ja takaseinä sekä pohja vaihdettu lokakuussa 1990. Vanha pohja syöpynyt erittäin huonoon kuntoon. Vaihto suoritettiin sen vuoksi, että haluttiin poistaa myös näillä alueilla olevat hitsaussaumamat. Syöpymät havaittiin vasta pohjan irroittamisen jälkeen. Vuonna 1988 sivuseinien vaihdon yhteydessä pohja oli puhtaana eikä syöpymiä silloin ainakaan havaittu vaikka pohjan saumoja kuvattiinkin ja suoritettiin silmämääräistä tarkastusta.
3. Jouluna 1990 pohja oli osittain puhdistettu ja tarkastettiin erityisesti pohjassa oleva asennus-saumarivi, ei mitään erityistä.
4. Vappuna 1991 pohja puhdistettiin. Pyöteitä pistesyöpymiä syvyys 0,2-0,6 mm halkaisija max. 2 mm. Sijainti ympäri pohjaa, vähiten tulipesän keski-alueella. Kuopat hiottiin pois ja pohja passivoitiin noin 15 % typpihappoliuoksella.
5. Juhannuksena 1991 pohja puhdistettiin ja koska sieltä edelleen löytyi syöpymän merkkejä laajennettiin tarkastusta koko compound-putkien alueelle. Etu- ja takaseinältä löytyi samanlaisia pyöreitä kuoppia kuin pohjassakin oli ollut ja etuseinältä löytyikin kaikkein syvimmät kuopat. Niistä osa täytettiin hitsaamalla, pienimmät hiottiin pois. Pahimmissa paikoissa jouduttiin hiomaan jopa 0,7 mm ennen kuin jälki poistui. Nämä kuopat olivat siellä todennäköisesti jo vappuna, mutta silloin tarkastettiin ainoastaan pohja. Sivuseinillä esiintyvät viat olivat erilaisia, niissä syöpymä oli irroittanut putken pinnasta noin 10 mm:n alalta kerroksen jonka paksuus oli joitakin kympejä. Pistemäisiä pyöteitä kuoppia ei sivuseinillä esiintynyt.
Korjaus: hionta, kuulapuhallus, hapotus.

6.

Jouluna 1991 pohja puhdistettiin ja kiillotettiin tarkastusta varten. Putkista löytyi jälleen eri paikoista sellaisia jälkiä jotka näyttivät syntyneen syöpymällä. Vaikka kaikki nämä syöpymät sinällään olivat hyvinkin matalia ovat ne syntyneet niin lyhyen ajan kuluessa ettei se ole normaalia. Juhannuksena pohja oli hiottu ja tarkastettu niin perusteellisesti, että jouluna löydettyt jäljet olivat sen jälkeen tulleet. Korjausmenetelmänä hionta, kuula-puhallus ja hapaotus.

METSÄ-SELLUN SOODAKATTILAN POHJAN TILANNE

Osmo Niemitalo

Metsä-Sellu, Äänekosken tehdas



Metsä-Sellun A. Ahlströmin valmistama sooda-kattila (K-17353) on otettu tuotannolliseen käyttöön keväällä 1985. Kattilan mitoitussarvot ovat:

1700 t/ka/vrk

68,3 kg/s höyryä

480 °C/82 bar höyryä

Ajot nykyisin noin 2100 t/ka/vrk 82 kg/s höyryä.

Kattilan tulistimien vahvuusmittaukset ja seinien Compound saumojen UÄ-tarkastukset aloitettiin v. 1986; vuosi kattilan käyttöönoton jälkeen, jonka jälkeen sitä on tehty vuosittain. Vielä 1988 syksyllä ei ollut merkittäviä havaintoja.

Pohjaputkien tarkastus aloitettiin pistokokein eripuolelta pohjaa v. 1987, jolloin ei vielä säröjä havaittu.

Keväällä (toukokuu) v. 1990 otettiin pohja perusteelliseen tarkastukseen, jolloin löydettiin ensimmäiset syöpymät ja säröt pohjaputkista. Pohjan tarkastuksesta ja korjauksesta liitteenä pöytäkirja. Seinän Compound-saumoiissa ei ollut vielä merkittäviä vikoja. Ilma-aukkojen evissä samoin sivuseinien ja pohjan välisessä tiivistelevyssä oli halkeamia, joita hiottiin ja korjattiin.

Syksyllä 1991 (syyskuu) kattilalla tehtiin perusteellinen tarkastus pohjassa, jolloin löydettiin lähinnä syöpymiä, joita korjattiin päällehitsaamalla ja hiomalla. Pääosa syöpmistä oli pistemäistä. Kaksi putkea vaihdettiin. Seinän Compound-saumojen tarkastus tuotti ikävän yllätyksen, etenkin etu- ja takaseinällä, joista löytyi runsaasti viallisia saumojia. 43 saumaa poistettiin, joista kolme sivuseinällä ja loput jakaantuivat etu- ja takaseinille, kts. liite. Korjaukset tehtiin vaihtamalla pala putkea. Osa saumoista hiottiin ja kiillotettiin. Yksi pohjaputki kiillotettiin kokonaan myöhempää tarkastelua varten.

Pöytäkirjoja on niin runsaslukuisesti, että niitä ei ole liitetty tähän esitykseen.

Tilaaaja/Contractor

Metsä-Sellu Oy Äänekoski

Valmistaja, asentaja/Manufacturer, installed by

A. Ahlström Oy

Laitos/Station

Soda Kahtila

Paikka/Place

Äänekoski

Tarkastuskohde, piirustus n:o/Inspected unit, No. of drawing

 Soda Kahtilan pohja putket, piir. n:o 3204700
 3509702

Valm. n:o/Serial no

5060

Hitsin tunnus/Weld identification

Rakennusaine/Base material

Compound

Pinnan laatu/Surface condition

 Lämpötila/Temp.
 20 °C

Lämpökäsittelytila/Heat treatment condition

Vaivoja:

Supervisor:

Tarkastaja, pvm./Inspector, date

Olli Hiltunen 7.5 - 9.5 - 90

Viranomainen:

Authority:

Valmistusvaihe:

Fabrication condition: Määrä-aitaus tarkastus

Tarkastettavat alueet:

Location of examination: Pohja 100 %

Välineet ja menetelmät:

Equipment and methods: Tunkeumaneste, Spray

Puhdistusmenetelmä:

Cleaning method: Hionta

Tarkastuslämpötila °C:

Testing temperature: 20

Tunkeumaneste:

Penetrant: Androx Pyrene Biggen P6R

Tunkeumanesteen vaikutusaika min:

Penetration time: 15 min.

Tunkeumanesteen poisto:

Removal of penetrant: Androx 9 PR 551 Spray.

Kehite:

Developer: Androx Pyrene

Kehitteen vaikutusaika min:

Development time: 10 min

Valaistuksen laatu:

Type of light: Kohde valaistus

Jälkipuhdistusmenetelmä:

Past examination cleaning method:

Tulokset:

Results: Havaittu säröjä.

Arvostelu:

Summary: Määräyty korjattavaksi.

Havainnot/Observations

- (1) Putki 43: säröjä evässä, joka jatkuu putkeen. Korjattu, tark.
- (2) Putki 72: evässä syvä hioma jälki. Täytetty, tarkastettu.
- (3) Putket 90 ja 97: evässä vajaa hitsi. Täytetty, tark.
- (4) Putki 69: evän jatkohitsi vajaa: korjattu, tark.
- (5) p. 105, (6) p. 100, (7) p. 108, (8) p. 97, (9) p. 52, 10 p. 36 ja (11) p. 99: evähitsissä poikkeavia säröjä. Korjattu, tarkastettu.
- (12) putken [17] pinnassa pistemäisiä syöpyä. Korjattu, tarkastettu.
- (13) Putki 77 pinta säröillä. Pätkä vaihdettu ja tark. (Havainnot merkitty piir n:o 3509702)

Tarkastustulokset/Results of inspection



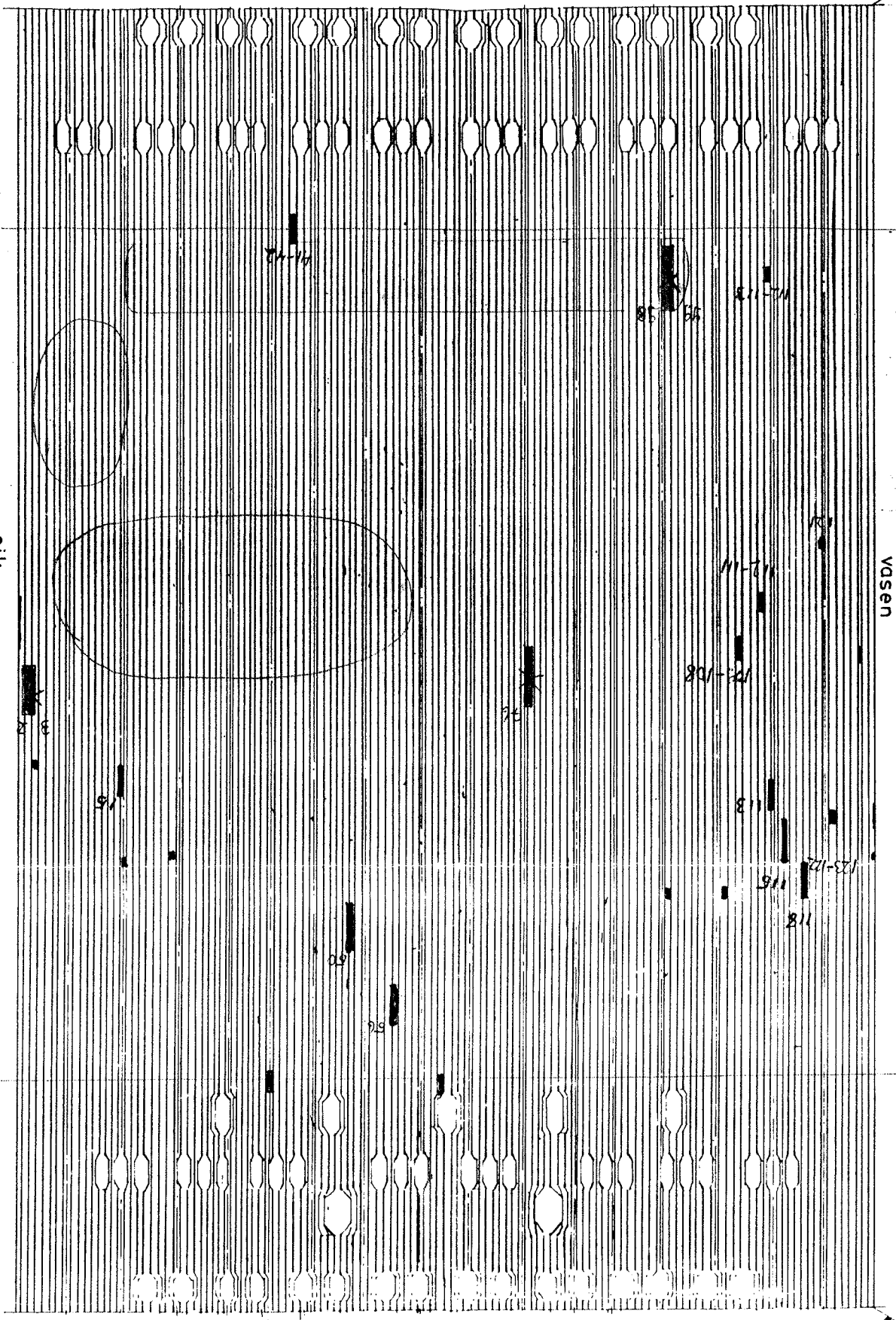
hyväksytty/accepted

hylätty/not accepted

19 90 . 15 . 5

Olli Hiltunen

vasen



oikea

Oikaistuna

X vaihdella - tonkelin - 90

- Paikka, hiisi
- Putki X vaihdella 1.10.91 muut oikaistumin
- ☐ Runsaasti hiontoja

MB 2 OY METSÄ-BOTNIA

Forma

Kuusi	Kuusi	Röntgenkaavio
Tron	Tron	Sto Assembly
No/	No/	Soodakattila
W No	W No	N

E7USEINÄ

korjauksen suunnitelma - 91

129

100

90

70

60

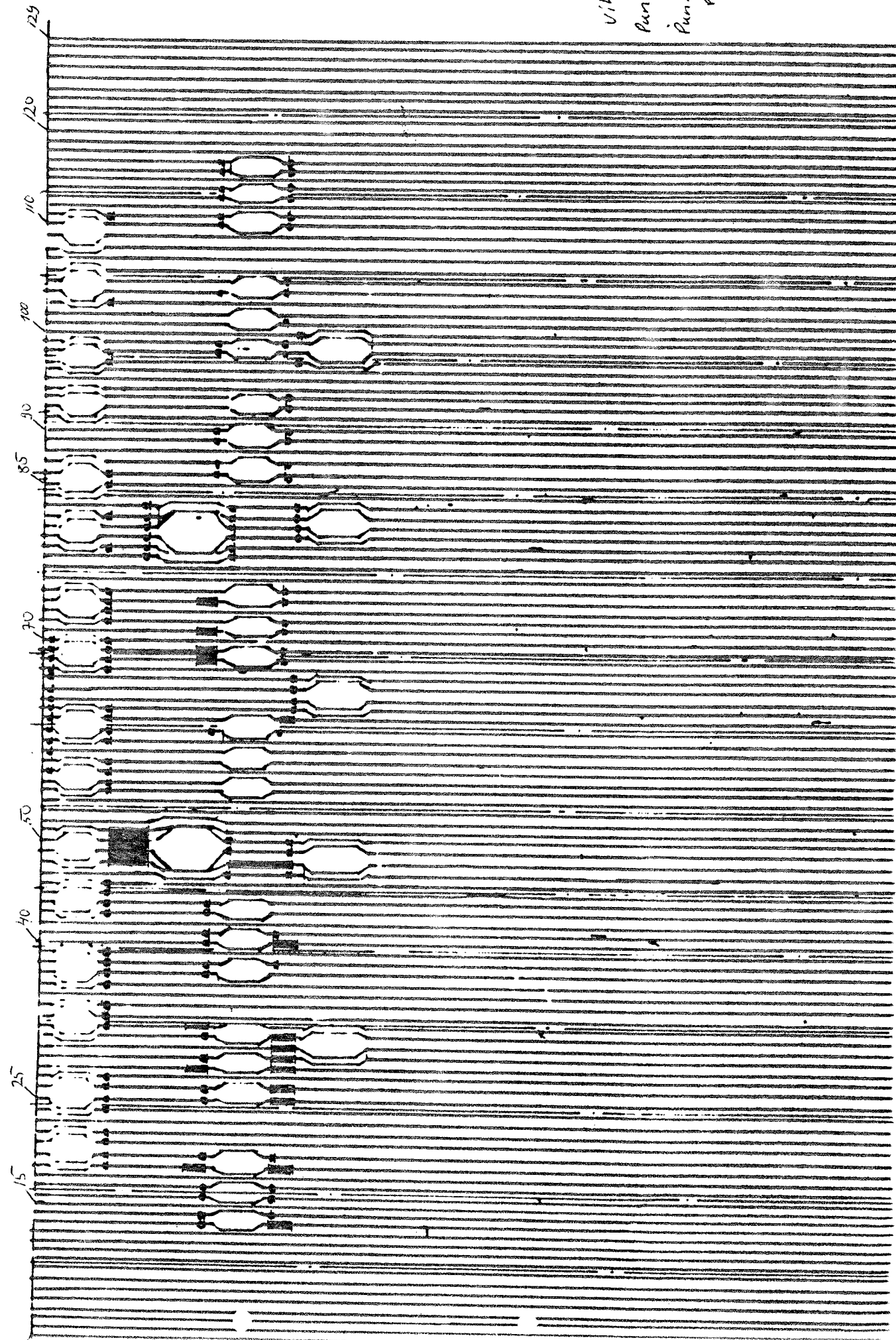
45

35

10

— VAIHTO
— HIOUTA

TAKASEINÄ
Korjauksen myyjä - 91



Vihreä = vanha
Pun. = liioit.
Pun. + kelt. = liioit.
palko -

VEITSILUOTO OY, KEMIN SELLUTEHTAAN SOODAKATTILAN POHJAN
TARKASTUS

Teuvo Poikela
Veitsiluoto Oy, Kemi

VEITSILUOTO OY, KEMIN SELLUTEHTAAN SOODAKATTILAN POHJAN TARKASTUKSET

TAMPELLA-KATTILA

- KÄYTTÖNOTTOVUOSI 1977
- NIMELLISTUOTANTO 1250 T KUIVA-AINETTA/D, 82 BAR, 480 C, 48.5 KG/S
- POHJA COMPOUND-PUTKEA Ø 63.5*6.53 , SANDVIK 3R12/SANDVIK 4L7
EVÄ AISI 304L

TARKASTUKSET JA HAVAINNOT:

- 1986 - SÄRÖJÄ LÖYTYI TARKASTUKSEN YHTEYDESSÄ EVISSÄ JA PUTKISSA, PINNOITTEEN IRTOAMISTA (SUURIMMAT PALAT 5*5 CM). YHDESSÄ PUTKESSA HAVAITTIIN SÄRÖJÄ SEKÄ SISÄ-, ETTÄ ULKOPINNALLA
- HALKEAMAT OLIVAT PUTKEN POIKITTAISUUNTAISIA, ULOTTUIVAT MUSTAAN OSAAN, MUTTEIVAT EDENNEET SIIHEN
 - EVÄHALKEAMAT LOPPUIVAT YLEENSÄ KIRKKAAN OSAN PINTAAN, JOITAKIN ETENI MUSTALLE OSALLE
 - PINNOITTEEN IRTOAMINEN PALOISSA EI AIHEUTTANUT VAHINKOA MUSTALLE OSALLE
 - SYYNÄ VAURIOIHIN PIDETTIIN SEINÄN VIEREISTEN PUTKIEN YLIKUUMENEMISTA, JOHTUEN SULAVIRTAUKSEN LUONTEESTA JA VEDENKIERRON JÄRJESTELYISTÄ SEINÄN LÄHEISTEN PUTKIEN OSALTA. PINNOITTEEN IRTOAMISEN SYYNÄ PIDETTIIN VAIHTELEVAA LÄMPÖKUORMITUSTA, JOHTUEN SULA-ALUEEN VAIHTELUSTA VAURIOITUNEEN POHJAN OSAN ALUEELLA
 - SÄRÖJÄ KORJATTIIN TÄYTEHITSAAMALLA
 - POHJA VAIHDETTIIN 1987 (ETUOSA) JA 1988 (TAKAOSA). SULA-AUKKOJA NOSTETTIIN 200 MM, JOTTA KOKO POHJA ON KÄYTTÖTILANTEESSA SULAN PEITOSSA. SEINIEN VIEREISTEN POHJAPUTKIEN VEDENKIERRON VARMISTAMISEKSI TEHTIIN MUUTOKSIA JAKOKAMMIOHIN, JOTKA SYÖTTÄVÄT SEINÄN LÄHEISIÄ POHJAPUTKIA.
- 1990 SYYS-
KUU - SÄRÖJÄ HAVAITTIIN POHJASSA SYYSKUUSSA. SÄRÖT OLIVAT PÄÄOSIN PUTKEN POIKKISUUNTAISIA, MUTTA MYÖS PITKITTÄISIÄ LÖYTYI
- OTETTIIN TYYPILLISELTÄ SÄRÖALUEELTA 2 NÄYTEPUTKEA, JOTKA TUTKIVAT: OULUN YLIOPISTO, TAMPELLA, VTT
TUTKIMUSTEN MUKAAN SYYNÄ SÄRÖIHIN ON JÄNNITYSKORROOSIO
- 1990
JOULU
KUU - TARKASTETTIIN POHJA TUNKEUMAVÄRINESTEELLÄ KOKO ALUEELTA
- SÄRÖJÄ OLI ILMESTYNYT MYÖS SYYSKUUSSA 1990, SIIS 3 KK AIEMMIN, ASENNETTUUN KAHTEN PUTKEEN
 - POHJAN ALUEELLE TEHTIIN 2 ERI ALUEELLE KOEPINNOITUS SÄRÖJEN PÄÄLLE (TE 22). KOEALUEET 1.6 M2 JA 0.3 M2.
 - POHJAN ALUEELLE TEHTIIN 1 KUUΛAPUHALLUSKOEALUE, 9 M2

- 1991 - TARKASTETTIIN POHJA TUNKEUMAVÄRINESTEELLÄ 3/4 KOKO ALUEESTA.
- OLENNAISTA PINTASÄRÖJEN KASVUA JOULUN 1990 TILANTEeseen VERRATTUNA EI HAVAITTU, KUITENKIN SÄRÖJÄ OLI ILMENNYT LISÄÄ KOKO ALUEELLE
 - JOULUNA 1990 PINNOITETULLA JA KUULAPUHALLETULLA ALUEELLA EI VISUAALISESTI TARKASTETTUNA HAVAITTU SÄRÖILYÄ, EIKÄ PINNOITTEEN KUORIUTUMISTA
 - JOULUNA 1990 PINNOITETUSTA ALUEESTA RAEPUHALLETTIIN 1/3 KOEALUEESTA, JOLLE OSALLE TEHTIIN TUNKEUMAVÄRINESTETARKASTUS. EI HAVAITTU SÄRÖJEN LISÄÄNTYMISTÄ. TOISAALTA RAEPUHALLUS TUKKII SÄRÖT PINNOITTEEN POISTON YHTEYDESSÄ. MYÖS PYÖRREVIRTATARKASTUS TEHTIIN, MIKÄ PALJASTI SÄRÖJÄ
 - JOULUNA 1990 KUULAPUHALLETUSTA KOEALUEESTA TARKASTETTIIN TUNKEUMAVÄRINESTETARKASTUKSELLA SÄRÖT. SÄRÖJÄ PUTKIEN KYLJISSÄ, EVISSÄ JA OTSAPINNALLA ESIINTYI, MUTTA NIIDEN LISÄÄNTYMISESTÄ VERRATTUNA TILANTEeseen ENNEN KUULAPUHAL- LUSTA EI VOIDA VARMUUDELLA SANOA
 - PLASMARUISKUTUS SUORITETTIIN UUELLE KOEALUEELLE, JONKA VIAT KARTOITETTIIN ENNEN RUISKUTUSTA TUNKEUMAVÄRINESTEELLÄ. ENNEN PINNOITUSTA ALUEELLA OLI SÄRÖJÄ PUTKIEN OTSAPINNALLA, KYLJISSÄ JA EVISSÄ
- 1992 - TEHDÄÄN KOKO POHJAN TARKASTUS
- KOEPINNOITETUISTA ALUEISTA 1/3 ALUEELTA POISTETAAN PIN- NOITUS JA TUTKITAAN SÄRÖT, KUULAPUHALLETULTA KOEALUEELTA TUTKITAAN SÄRÖT

VAURIOIHIN OVAT VOINEET VAIKUTTA SEURAAVAT TEKIJÄT:

- NS. PYÖRREPOLTTO ON OTETTU KÄYTTÖÖN 1983
SEKUNDÄÄRI- JA TERTIÄÄRI-ILMOJEN SYÖTÖSSÄ ON LIEVÄ PYÖRRE.
- SOODAKATTILAN KUORMITUKSEN LISÄÄNTYMINEN 1250 T/D --> 1750 T/D
- VESIPESUJA ON TEHTY ALUSSA 5-10 KERTAA VUODESSA, LOPUSSA N. 2-3 KERTAA VUODESSA
- 1986 VAURIOIHIN SYYNÄ OLI SULARÄNNIEN KORKEUSIJAJINTI

VEITSILUOTO OY, KEMIJÄRVEN SOODAKATTILAN POHJAN TILANNE

Antero Raassina
Veitsiluoto Oy, Kemijärvi

VEITSILUOTO OY
Kemijärven tehdas

1. YLEISTIEDOT KATTILASTA

Valmistaja Tampella

Käyttöönottovuosi 1964

Mitoitus

- jatkuva lipeämpoltto 750 tka/d
- jatkuva höyrynkehitys 31 kg/s

Todellinen

- jatkuva lipeämpoltto 1050 tka/d
- jatkuva höyrynkehitys 39 kg/s

Uusi laskettu kapasiteetti

- jatkuva lipeämpoltto 1250 tka/d
- jatkuva höyrynkehitys 51 kg/d

2. KATTILAN POHJA

- Mitat 9858 x 7502 mm, pinta-ala 75.5 m²
- Materiaali 3SR12 (SS 2352) 60.3 x 5.85 mm
- Jakotukit keskellä kattilaa; pohjan kaltevuus 2 ast.
- Pohja ja seinät tangenttiaalirakennetta
- Sularännit takaseinällä 4 kpl, korkeus pohjasta 200 mm

3. COMPOUND-ALUE

- Korkeus pohjasta 7200 mm
- Pohja uusittu korkeuteen n. 3300 mm syksyllä 1990
- Seinäputket korkeudesta 3300 mm korkeudelle 7200 mm on asennettu vuonna 1975.

4. ILMAREKISTERIT

- Primääritaso 1200 mm pohjasta
- Sekundääritaso 2700 mm pohjasta
- Tertiääritaso 10400 pohjasta

5. KÄYNNISTYSPOLTTIMET

- Etuseinä 1 kpl 2800 mm pohjasta
- Oikeaseinä 2 kpl 2800 mm pohjasta
- Vasenseinä 2 kpl 2800 mm pohjasta

6. KUORMITUSPOLTTIMET

- Etuseinä 3 kpl 6300 mm pohjasta
- Oikeaseinä 1 kpl 6300 mm pohjasta
- Vasenseinä 1 kpl 6300 mm pohjasta

7. LIPEARUISKUT

- Etuseinä 2 kpl 6300 mm pohjasta
- Oikeaseinä 1 kpl 6300 mm pohjasta
- Vasenseinä 1 kpl 6300 mm pohjasta
- Takaseinä 3 kpl 6300 mm pohjasta

8. TARKASTUKSET

- Puolen vuoden käytön jälkeen puhdistettiin pohjasta kolme noin 1.0...1.5 m² suuruista aluetta:
 - ei löydetty säröindikaatioita
- Seuraava pohjan tarkastus tullaan suorittamaan keväällä tai kesällä 1992.

SOODAKATTILAN POHJASÄRÖT

Reijo Hukkanen
Veitsiluoto Oy, Oulu

**SOODAKATTILAN POHJASÄRÖT**
-----**1.****Kattilan käyttöhistoria**

Kattila otettu käyttöön 1988.06.11
Höyryn arvot tulistimenjälkeen.

- Paine	82 bar
- Lämpötila	480 C
- Höyrynkehitys nimellinen	70,2 kg/s

Polttokapasiteetti 1600 tka/d

Kattilaa käytetty kapasiteetilla 80-100 %

Pohjaputkien käyttölämpötilat 9 kpl mittauksia
300-304 C.

2.**Kattilan pohjan rakeenteesta**

Pohjan mitat 10,12 x 10,4 m 105.1 m2

Tulipesän korkeus nokkaan 27,5 m

Pohjan dekantointi ränniaukkojen edustalla
n. 250 mm

Pohjan dekantointi etuseinän lähellä
n. 100 mm

Putki P63,5 x 7,25 Compound kokonaan

Evät Compound

3.**Kattilan pohjan tarkastus- korjaus ja pesuhistoria**

Kattila Lipeätulille ensimmäisen kerran 11.06.1988

- Kattilan alas ajoja n. 8 kertaa.

- Kattila vesipesty 4 kertaa.

-Pesut normaaleja tulistinalueen pesuja.

Neljännen vesipesun jälkeen tarkastettiin pohja
ensimmäisen kerran 4-9.05.1990 värillä 100%:sti.
Pohjan puhdistus lähinnä mekaanisesti.
Säröytyneitä alueita löytyi 23.
Suurin osa säröalueista korjattiin.



- Kattila alhaalla juhannuksena -90 ei vesipesua.

Kattila vesipestiin viidennen kerran ja pohjalle tehtiin toinen 100%:n tarkastus 27.08-19.09.1990. Vesipesu tehtiin aiempaa suuremmalla pohjalle menevää vesimäärää käyttäen. Pohja pestiin vedellä tyhjäksi.

Ensimmäisen kerran löytyneet särö alueet n. 60 kpl.

- Kattila alhaalla jouluna -90 kuudes vesipesu, ei tarkastettu. Tulistin alueen pesu, pohjalle jäi tavaraa huomattavasti.

Kattilan seitsämäs vesipesu ja pohja tarkastettiin kolmannen kerran 100%:sti 8.03-02.04.1991. Pesu tehtiin pohjan osalta yhä suuremmilla puhtas vesimäärillä. Pohja pestiin puhtaaksi. Ensimmäisen kerran löytyneet särö alueet n. 80 kpl.

- Kattila seisokissa toukokuun 91, ei pesty, a pohjalta otettu näytteet ja valokuvat.

Kattilan kahdeksas vesipesu ja pohja tarkastettu neljännen kerran 100%:sti 19.06-22.07-91. Pesun aloituksessa huolehdittu että keon ja pohjan väliseen rakoon ei mene ei kylläinen pesuvesi. Ensimmäisen kerran löytyneet säröalueet n.10 kpl Raportoitu lisäksi 2 pistesyöpymäaluetta evissä. Säröt korjattu.

Kattilan yhdeksäs vesipesu ja pohja tarkastettu viidennen kerran 100 %:sti 19-22.11.1991. Pesu kuten edellä. Ensimmäisen kerran löytyneet särö alueet n.15 kpl. 2 kpl aiemmin raportoimatonta laajaa pistesyöpymä aluetta. Pisteet 0.2-0.5 mm halkaisijaltaan ja saman verran syvyyttä.



4.

Kommentit

Kattilan pohjalle muodostuu käynnin aikana kerrostuma joka on täysin erilaista kuin kattilan normaali keko. Kerrostumat ovat veteen huomattavasti helpommin liukenevia kuin ns. punainen keko. Kerrostuman värit ovat paikoin puhtaan keltaisia, vihreitä ja sinisiä. Kerrostuman kemiallisten yhdisteiden määrittely on tuottanut ylipääsemättömiä vaikeuksia. Alkuaineanalyysissä ei mitään hyvin eksoottista. Kuvat liitteenä.

Särötutkimusten löytö % yksittäisten pienten särö-alueiden ja säröjen osalta on sattumanvarainen. Särö saattaa löytyä jossain tutkimuksessa ja taasen seuraavissa kahdessa tutkimuksessa sitä ei löydetä, kunnes se neljännessä tutkimuksessa löytyy täysin samanlaisena kuin ensimmäisellä kertaa.

Säröalueiden korjauksella on taipumus olla liian pienialaisia. (Korjauksen aikaisen tutkimuksen hoitaa usein hitsaaja- maltti ei riitä riittäviin aikoihin.)

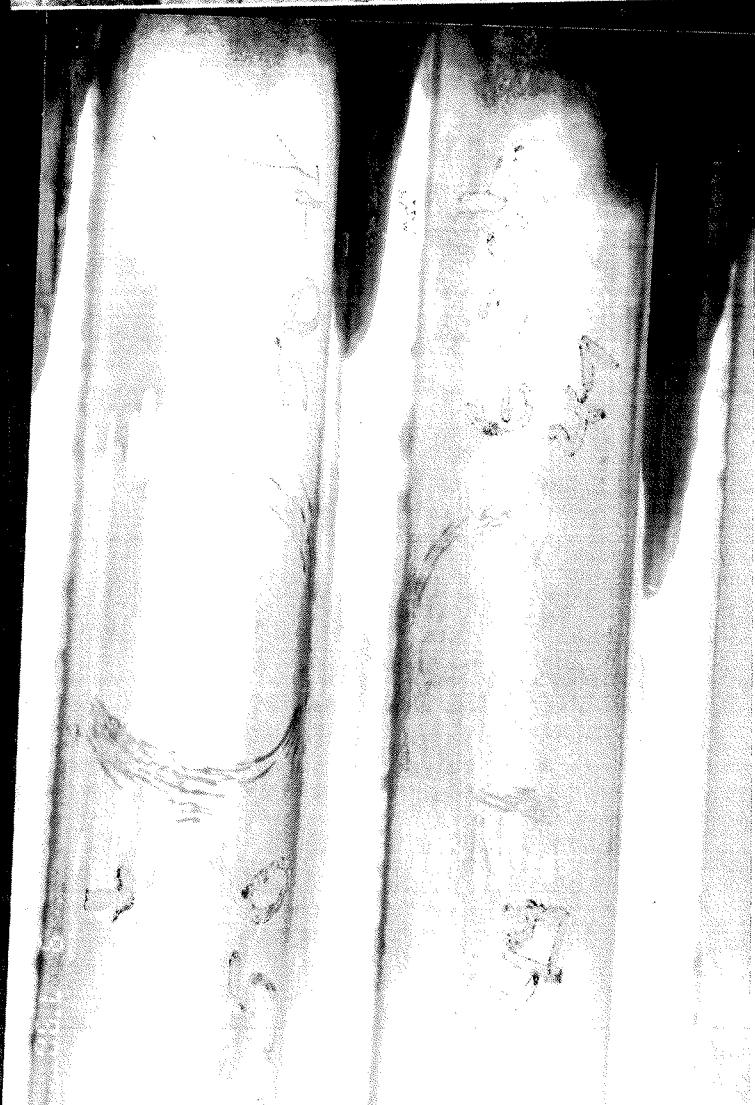
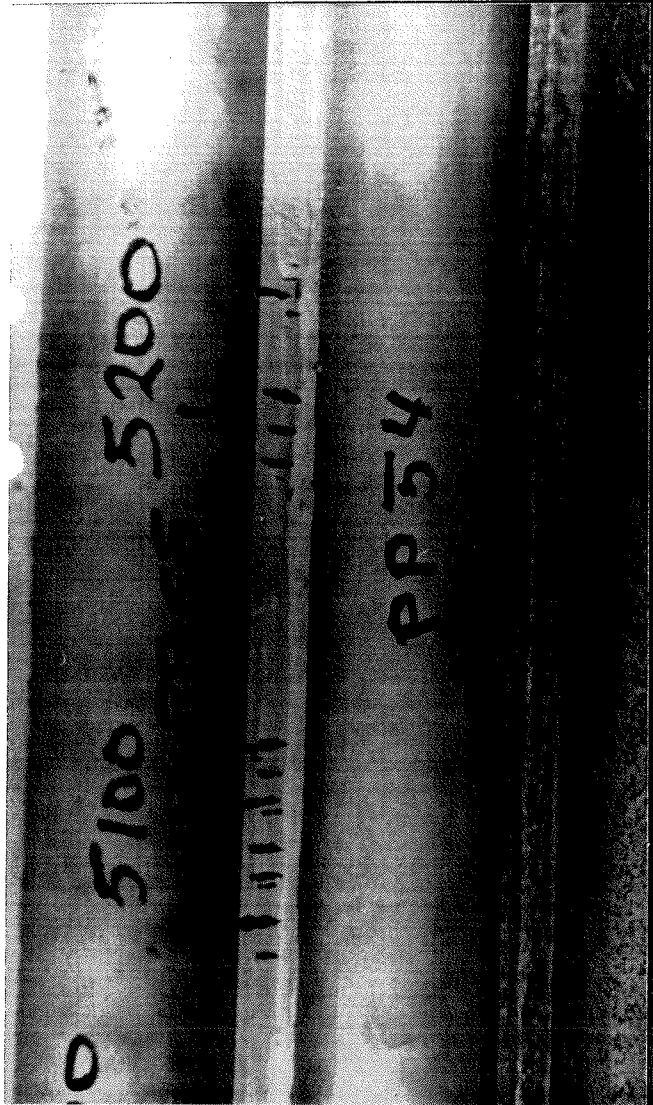
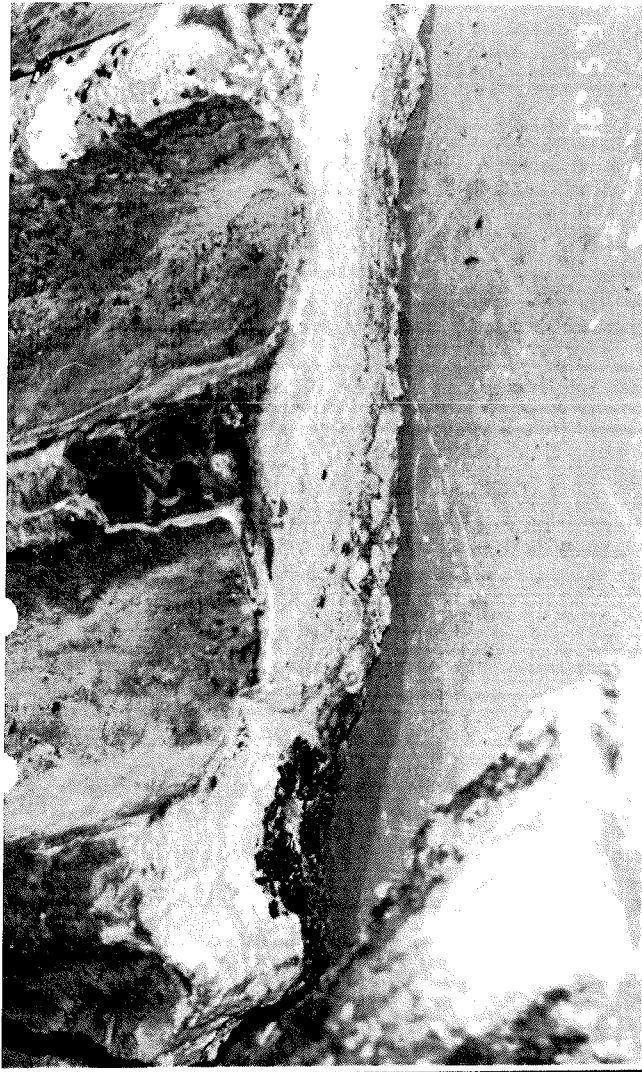
Pohjan valmistuksenaikaisella käsittelyllä on selvä vaikutus esiintyviin säröihin.

- Kuvassa taitteen molemmin puolin esiintyvää säröaluetta, joka toistuu samanlaisena monissa putkissa.
- Putken yläpinnan "valssauksessa" esiintyy säröä.
- Evähitsin molemmin puolin esiintyy säröä. kuvan mukaisesti. Jos evästä löytyy säröä on sitä syytä hakea myös tarkasti putkesta samalta kohtaa.

Säröt muodostaa pohjalle samoinkuin pistesyöpymät erillisiä alueita.

Korjaus hitsaukset (P5) ei selvästikkään säröille. Metallurginen koostumus voi olla myös ratkaisevaa. Riittävän laajan korjauksen ympärille ei myöskään tule muuta pohjaa useammin säröjä.

Pohjan puhtaus on oleellista, jos aiotaan löytää siinä olevat säröt. Osatutkimukset esim 1-5 m2 ei kerro pohjan tilaanteesta mitään.



SOODAKATTILAN POHJATUTKIMUKSEN JATKO

Pekka Pohjanne
VTT Metallilaboratorio

EHDOTETUT JATKOTUTKIMUSAIHEET

- * Eri tehtaiden käyttötapojen kartoitus ja säröjen/syöpymien esiintymisen väliset yhteydet
- * Materiaalikoeket eri ympäristöissä putkimateriaaleille ja pinnoitteille
- * Uudet materiaalit
- * Muut keinot säröjen/syöpymien syntymisen ehkäisemiseksi
- * Pohjien syöpymien tutkiminen
- * Sula-aukkojen säröily
- * Pohjan tarkastusenetelmät ja uusi tarkastusohje
- * Pesemättömien kattiloiden pohjien huolellinen tarkastus
- * Käytönaikaiset monitorointimenetelmät
- * Ylikuumeneminen ja lämpötila-/ virtausvaihtelut

ERI TEHTAIDEN KÄYTTÖTAPOJEN KARTOITUS JA SÄRÖJEN/SYÖPYMISEN ESIINTYMISEN VÄLISET YHTEYDET

- * Normaali käyttö
- * Häiriötilanteet
- * Alas- ja ylösajot
- * Pesu ja kuivaus
- * Seisokki
- * Paineekokeet

MATERIAALIKOKEET ERI YMPÄRISTÖISSÄ
PUTKIMATERIAALEILLE JA
PINNOITTEILLE

- * Ylösajon simulointi (mustalipeä)
- * Pesu ja kuivaus
- * Käyttöolosuhteet (vaatii laitekehitystä)

UUDET MATERIAALIT

- * Sanicro 38 compound-putki
- * AISI 309 hitsiaine
- * Ruiskutuspinnoitteet
 - 45 CT (45%Cr, 50%Ni, 4%Ti)
 - TE 22 (22%Cr, 6%Al)
 - duplex ruostumaton teräs
- * Tiilet ja massaus

MUUT KEINOT SÄRÖJEN/SYÖPYMIEN SYNTYMISEN EHKÄISEMISEKSI

- * Kuulapuhallus
 - Jännösjännitysmittaukset
puhalluksen ja käyttöjaksojen jälkeen
- * Sähköinen suojaus
- * Inhibiitit
- * Pohjaputkien kemiallinen passivointi

POHJIEN SYÖPYMIEN TUTKIMINEN

- * Pistesyöpymät austeniittisessa pinnoitteessa
- * Galvaaninen korroosio sekahitseissä
- * Paljastuneiden hiiliteräsalueiden paikallinen syöpyminen
- * Mustien pohjien syöpyminen
- * Metsä-Botnian vanhan pohjan näytteiden tutkiminen

SULA-AUKKOJEN SÄRÖILY

* Käyttöolosuhteiden selvittäminen

* Vaurioanalyysit

POHJAN TARKASTUSMENETELMÄT JA UUSI TARKASTUSOHJE

* Pyörrevirtatarkastus

- huonosti pintaan avautuvat viat
- soveltuu ruiskutuspinnoille
- monikanavalaite ratkaisu lisää
nopeutta (n. 2 min/putki)

* Vikakarttojen ja olemassaolevan
tarkastustiedon ja kattiloiden
käyttöparametrien korrelaatiot

PESEMÄTTÖMIEN KATTILOIDEN
POHJIEN HUOLELLINEN TARKASTUS

- * Pesun kriittisyyden arviointi

KÄYTÖNAIKAISET
MONITOROINTIMENETELMÄT

- * Säröjen/syöpymien/vuotojen syntyvaiheen havaitseminen
- * Akustinen emissio
- * Korroosionseurantalaitteisto
- * Lämpötilamittaus
- * Virtausmittaus

YLIKUUMENEMINEN JA LÄMPÖTILA-/ VIRTAUSVAIHTELUT

*** Esiintyykö myös suomalaisissa kattiloissa ?**

*** EPR-mittaukset aust.pinnoiteen
herkistymisasteen selvittämiseksi**

*** Putkien metallurgisen rakenteen tutkiminen**
- hiilenkatkerros
- karbidiin palloutuminen

*** Lämpötila- ja virtausmittaukset**

*** Veitsiluodon vanhan pohjan näytteiden
tutkiminen**



METALLILABORATORIO

ETY-Soodakattilavaliokunta
Compound-pohjatutkimus

JÄSENKYSELY 1990
YHTEENVETO

KATTILOITA KÄYTÖSSÄ 27

VASTAUKSIA 19

COMPOUND-POHJIA 13

POHJAN KÄYTTÖÖNOTTOVUOSI/SÄRÖJÄ PUTKESSA

1990 1/0

1989 1/1

1988 3/2

1987 3/3

1986 2/1

1980-1985 5/3

1971-1979 3/2

ENNEN 1971 1/0

KATTILATYYPPI/COMPOUNDPOHJA/SÄRÖJÄ PUTKESSA

AHLSTRÖM 9/7/7

GÖTAVERKEN 2/1/1

TAMPELLA 6/3/2*

COMBUSTION ENGINEERING 2/2/2

ETY-Soodakattilavaliokunta
Compound-pohjatutkimus

JÄSENKYSELY 1990
YHTEENVETO

SÄRÖJÄ:

- PUTKI	12
- PUTKEN PÄITTÄISHITSI	2
- PUTKEN JA EVÄN HITSI	0
- EVÄ	3
- MUU PAIKKA	6

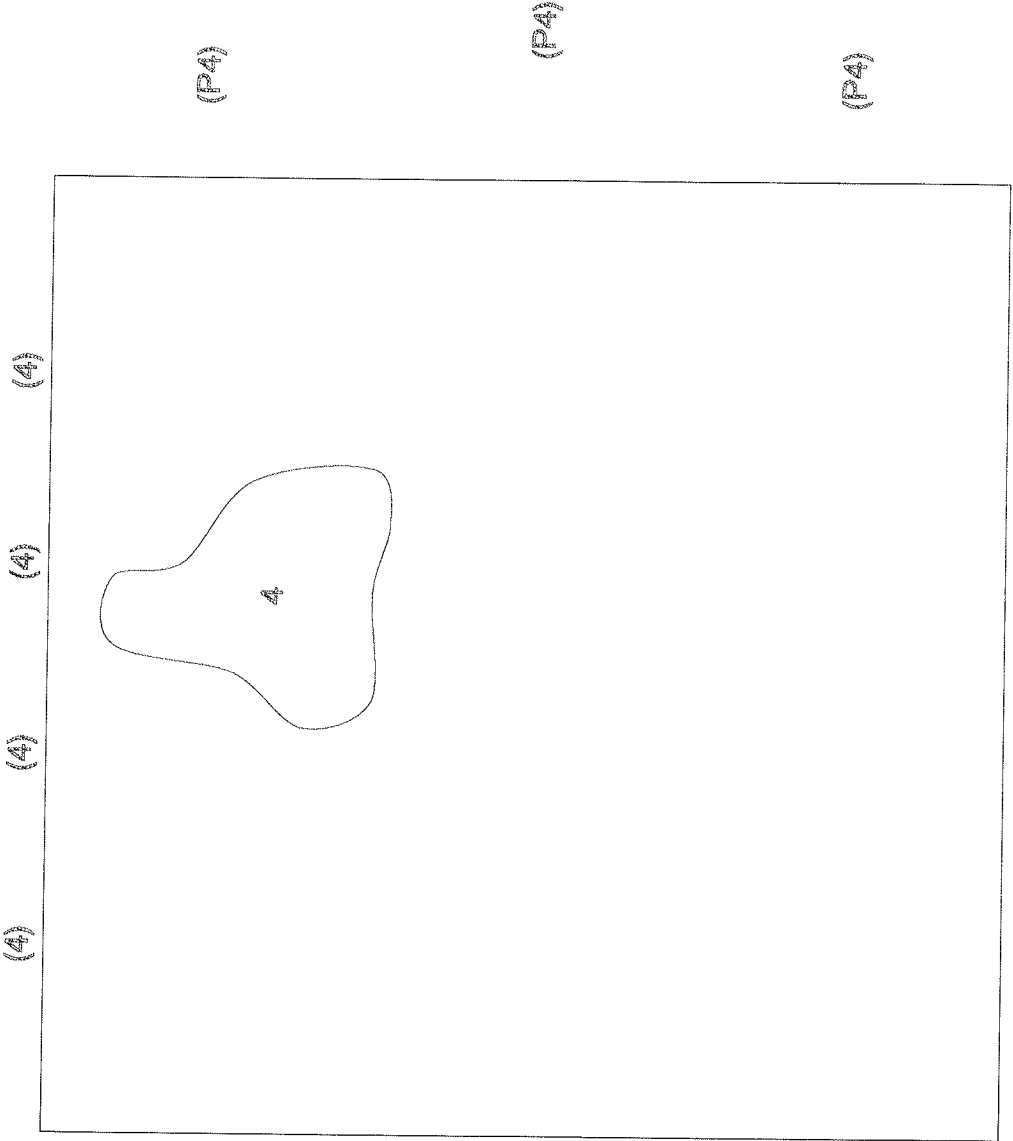
SYÖPYMIÄ:	1
------------------	----------

JÄSENKYSELY 1990

YHTEENVETO

(P6) (P5)(P4)(P1)	(P1) (P4)(P5) (P6)
(3) (3) (P3)(P4) (P5) (P6) (3) (P6) (P5)(P4) (P1)	(3) (3) (P3)(P4) (P5) (P6) (3) (P1) (P4) (P5) (P6)

JÄSENKYSELY 1990
YHTEENVETO



ETY-Soodakattilavallio kunta
Compound-pohjatutkimus

JÄSENKYSELY 1990

YHTEENVETO



١٥

(5)

52



10

ETY-Soodakattilavallionunta Compound-pohjatutkimus

JÄSENKYSELY 1990 YHTEENVETO











62

9



১৯



66

YHTEENVETO SOODAKATTILAN POHJATUTKIMUKSISTA SUOMESSA JA RUOTSISSA

**Hannu Hänninen
Pekka Pohjanne**

**TKK, materiaalitekniikan laboratorio
VTT, metallilaboratorio**

**ETY-Soodakattilavaliokunta
"Soodakattilan pohjatutkimus" keskustelupäivä
Teollisuusvakuutus 23.1.1992**



METALLILABORATORIO

YHTEENVETO SOODAKATTILAN POHJAPUTKIEN SÄRÖISTÄ RUOTSISSA

*** Sisäpuolinen terminen väsyminen**

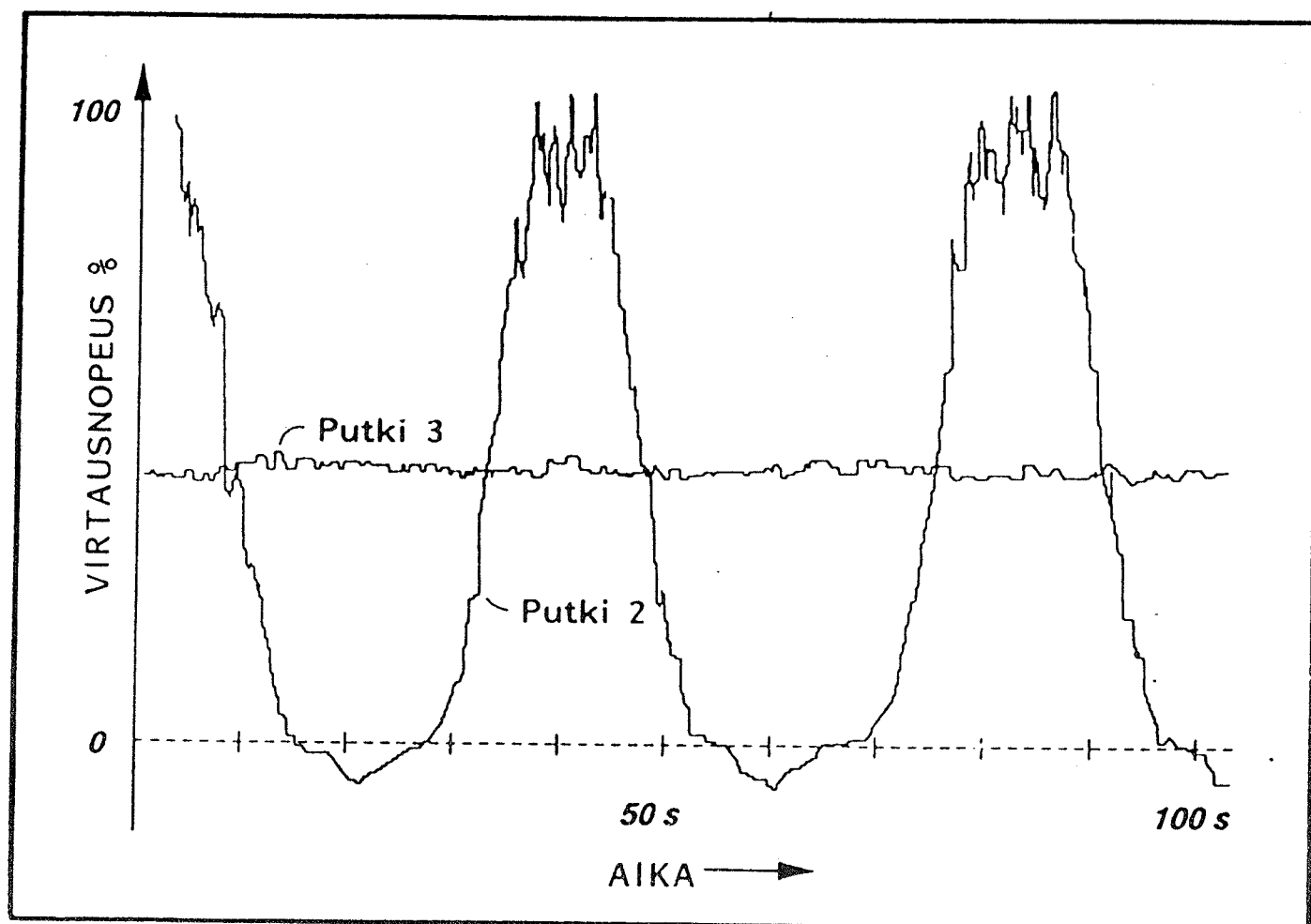
- sijainti putken yläosassa**
- kiertohäiriöt reunaputkissa**
- lämpötila- ja virtausmittaukset**
- materiaalitutkimukset ylikuumenneiden rakenteiden löytämiseksi**
- maks. lämpötila 600...800 °C**

*** Ulkopuolinen terminen väsyminen**

- sijainti putkessa, hitseissä ja evässä sula-aukkojen ja seinien läheisyydessä**
- säröt vain austeniittisessa pinnoitteessa**
- ei havaittavaa ylikuumenemista materiaaleissa**
- säröt ovat pyrkineet avautumaan (pinnoite irtoaa)**
- säröillä mosaiikkimainen muoto (snake skin)**
- oletetaan, että pohjan muuraus estää säröt**



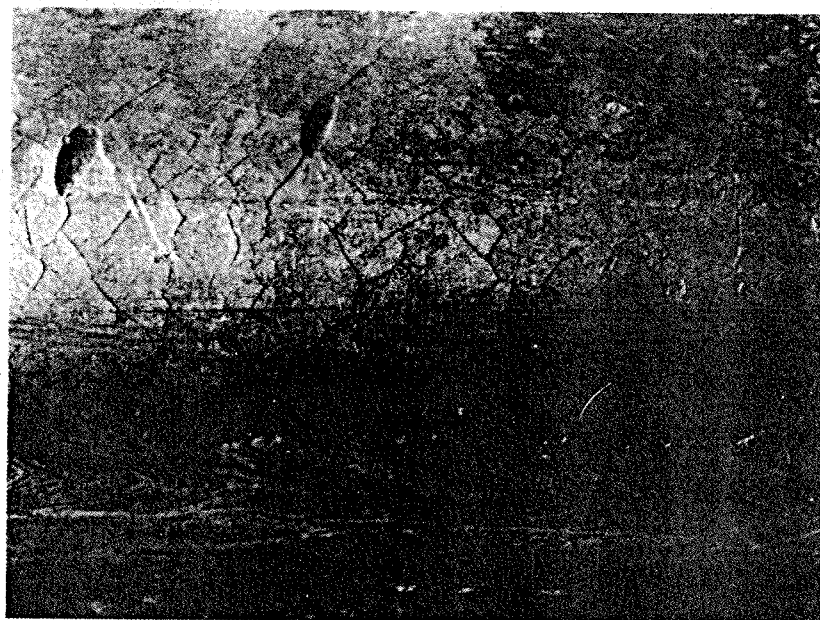
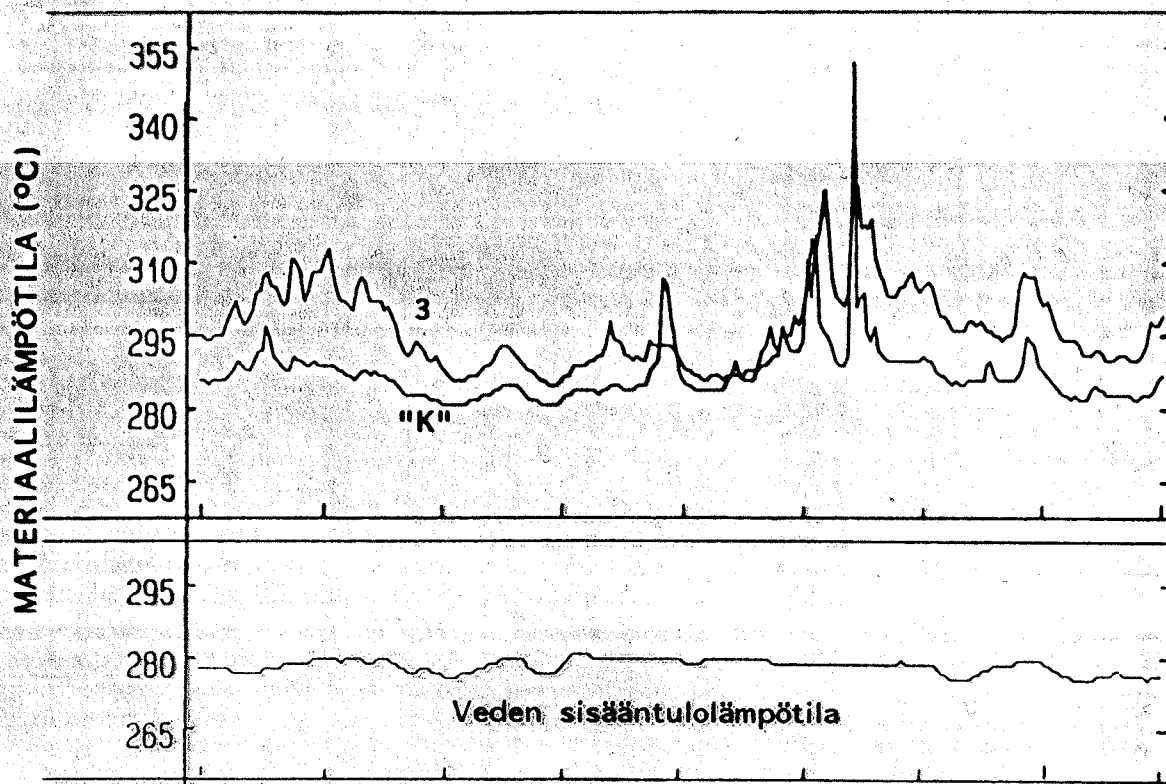
METALLILABORATORIO



Veden virtausvaihtelu hiiliteräsputkessa, jossa todettu putken sisäpinnalta ydintyneitä termisiä väsymissäröjä



METALLILABORATORIO



Veden virtausvaihtelun vaikutus pohjaputken ja evän pintalämpötiloihin compoundputkessa, jossa on todettu "termistä väsymistä"



METALLILABORATORIO

YHTEENVETO SOODAKATTILAN POHJAPUTKIEN SÄRÖISTÄ RUOTSISSA

*** Viruminen**

- ylikuumeneminen paikallisten virtaus-
häiriöiden vuoksi**
- vaurio ydintyi austeniitti/ferriitti raja-
pinnasta**
- vaurio tapahtui austeniittisessa pinnoit-
teessa**

*** Jännityskorroosio**

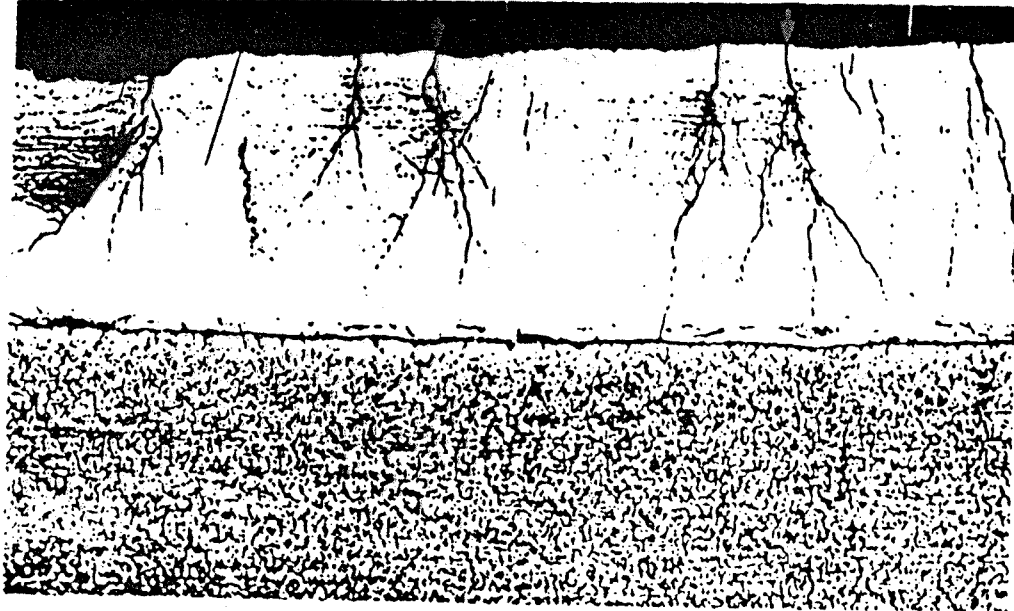
- vain yksi tapaus, jossa syynä oli putken
sisäpuolinen vuoto**
- säröt syntyvät alasajaon aikana veden
reagoidessa keon kanssa ja kiehuessa**
- ei oleteta tapahtuvan normaaleissa
käyttöolosuhteissa**

*** Paikallinen korroosio**

- syynä suuri ylikuumeneminen,
paikallinen sulan muodostus ja suuri
primaari-ilman määrä**



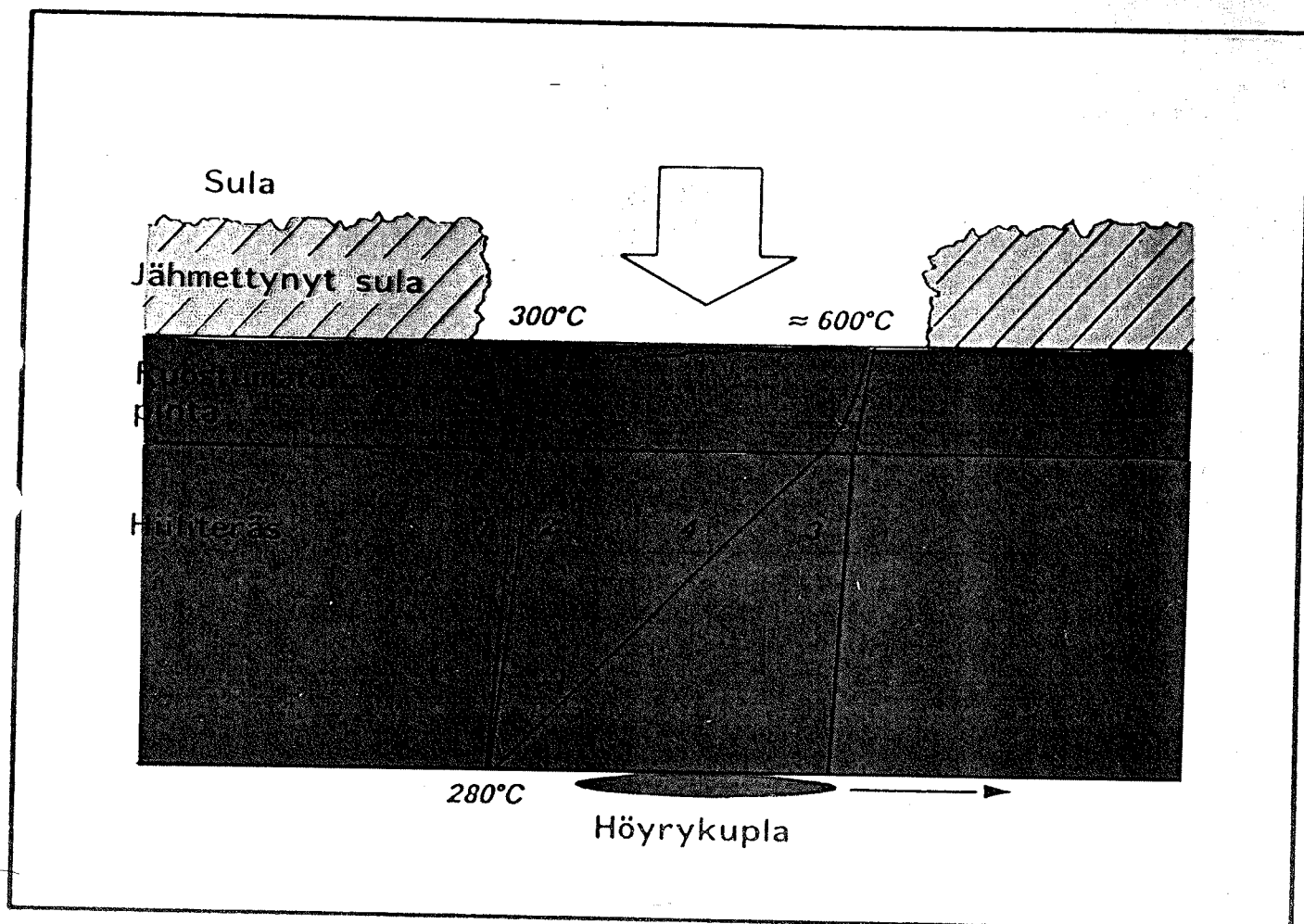
METALLILABORATORIO



**Kattilan alasajossa vuotaneen pohjaputken
'äheisyydestä löytyneitä jännityskorroosiosäröjä
ruostumattomassa pinnoitteessa**



METALLILABORATORIO



**Termisten shokkien syntyminen pohjaputkiin
pohjan paljastuessa suojaavan jähmettyneen
sulakerroksen alta**



METALLILABORATORIO

TOIMENPITEET VAURIOIDEN ESTÄMISEKSI RUOTSISSA

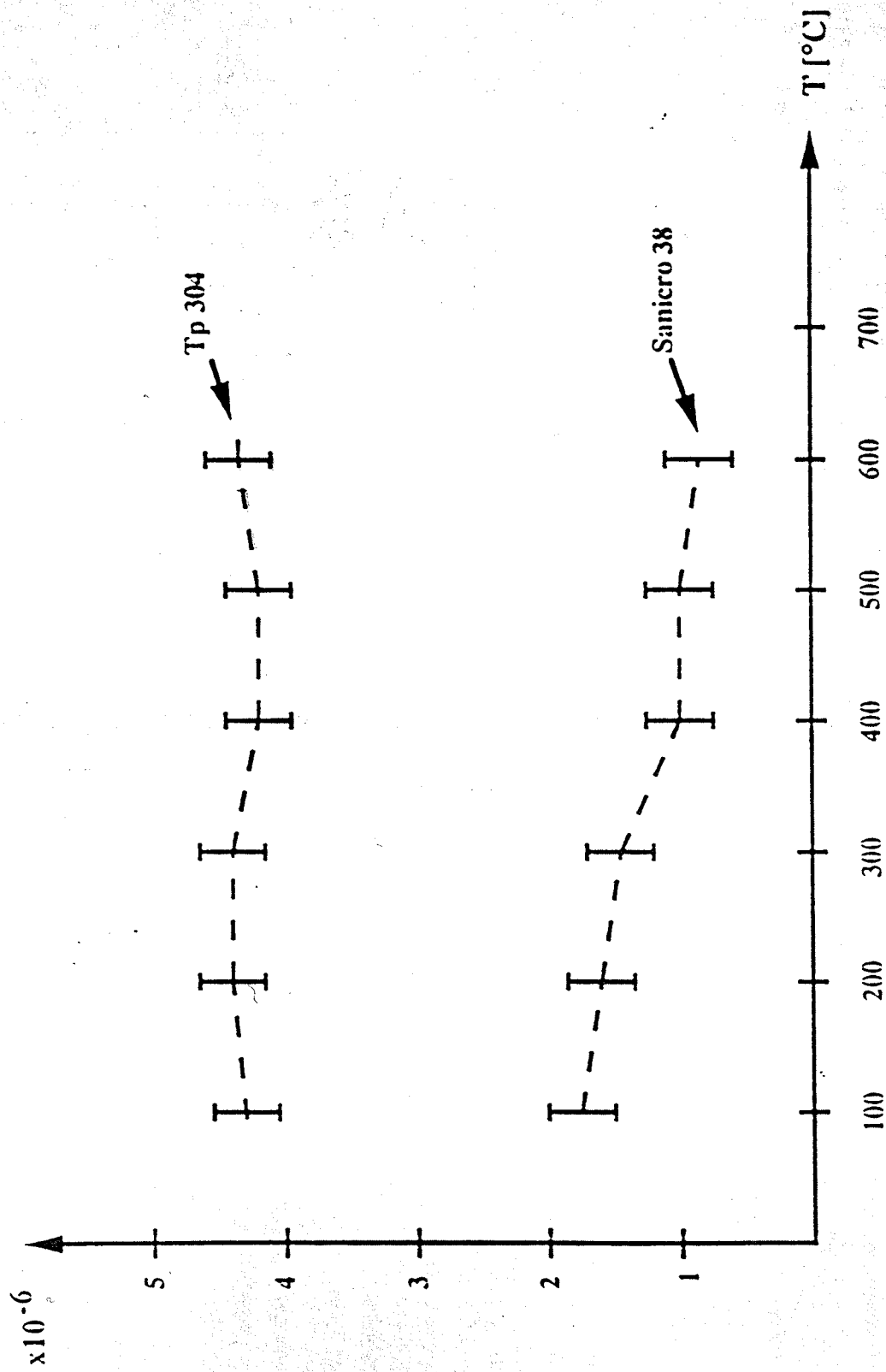
Vaurioiden syyt:

- Korkeat lämpötilat ja/tai lämpötilavaihtelut**
 - Erittäin suuri ylikuumeneminen (vuodot)**
 - Lievä ylikuumeneminen (pinnoitteen säröt ja mustien pohjien nopeutunut korroosio)**
-
- * Pohjan lämpötilaolosuhteiden selvittäminen eri ajovaiheissa ja lämpötekniset laskut; ylikuumenemisen mittaaminen sähkökemiallisella EPR-menetelmällä (pinnoitteen herkistymisasteen mittaus)**
 - * Konstruktioiden parantaminen ylikuumenemisen ja virtaushäiriöiden estämiseksi**



METALLILABORATORIO

Difference in thermal
expansion between
carbon steel and outer
component

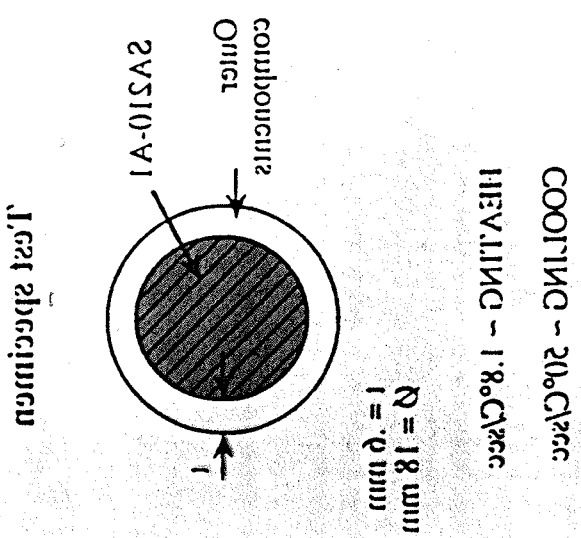
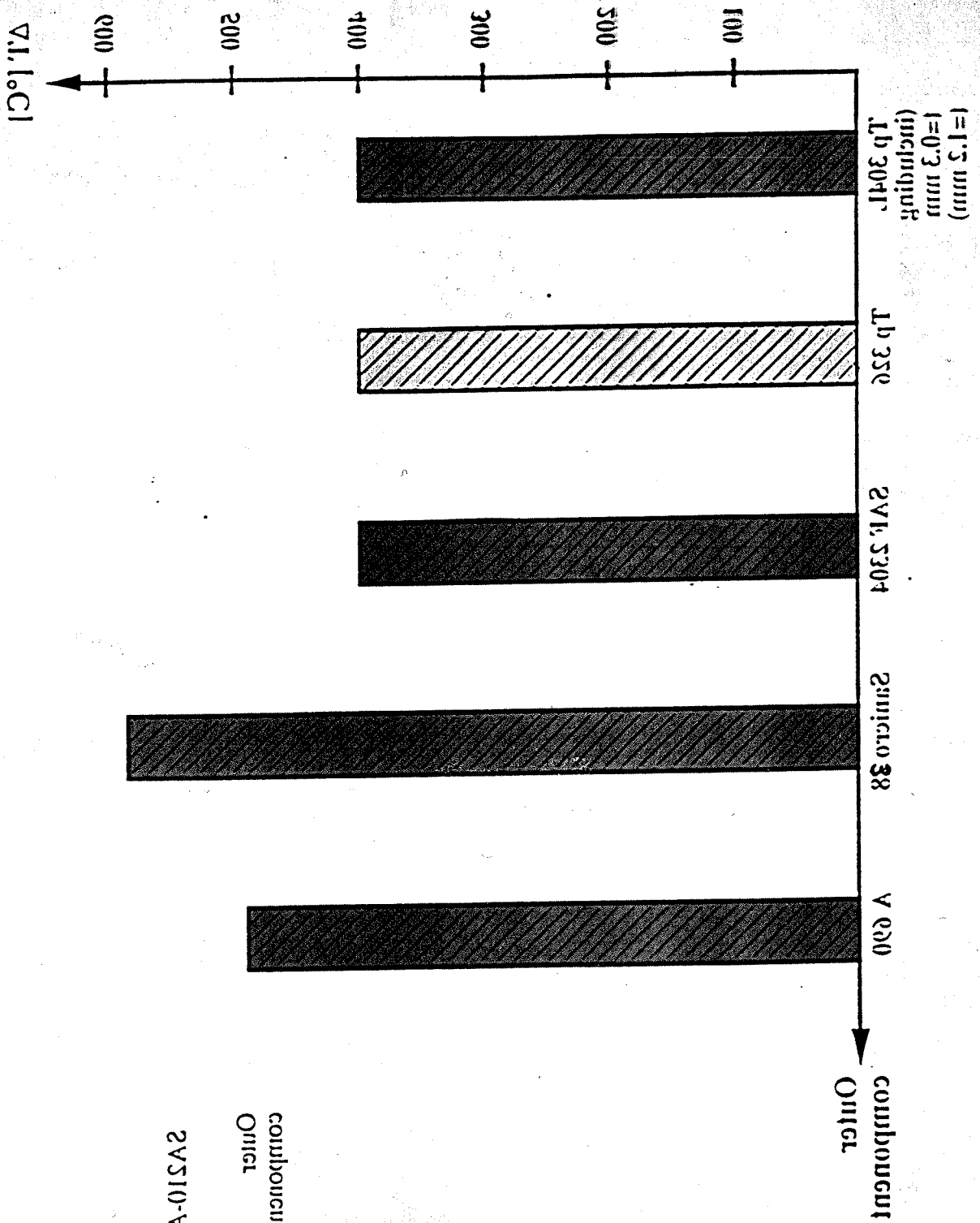


TOIMENPITEET VAURIOIDEN ESTÄMISEKSI RUOTSISSA

- * Materiaalin valinta jäännösjännitysten pienentämiseksi; uudet materiaalit: Sanicro 28, AISI 309 hitsiaine, ruiskupinnoitteet, tiilet jne**
- * Korroosiotutkimukset eri materiaaleilla sulissa**
- * NDT- menetelmien arviointi ja kehittäminen**



METALLILABORATORIO



Max tembberstun-e-cacjc bysscg ajfer. 1000 cacjcs test

KOKEMUKSET RUIKUPINNOITTEIDEN KÄYTÖSTÄ RUOTSISSA

- * Säröjä pinnoitteen alla sula-aukkojen yhteydessä - tarkastusongelma**
- * Vanhojen kattiloiden pinnoitus:**
 - kiinnipysyvyysongelma**
 - rikki poistettava ennen metalliruisutusta ($< 1 \text{ mm}$) - raepuhallus ei riittävä**
- * Nikkelipitoisten pinnoitteiden ongelma on rikin diffuusio ja NiS:n muodostuminen pinnoitteeseen suhteellisen nopeasti**
- * Uusi materiaali, Sanicro 38, korvaa pinnoittamisen ja estää ulkopuolisen termisen väsymisen. Lisäksi sillä on**
 - hyvä korroosionkestävyys NaOH:ssa**
 - hyvä jännityskorroosionkestävyys kloridiliuoksissa**
 - hyvä rakenteen stabiilisuus**
 - hyvä sitkeys käyttöolosuhteissa**



METALLILABORATORIO

VTT

Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Metallilaboratorio

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

POHJAPUTKIEN SÄRÖJEN MAHDOLLISET SYYT / MEKANISMIT

*** Sulan aiheuttama säröily käytön aikana**

Puolesta:

- suurempi prosessin sulkemisaste
- suurempi kuiva-ainepitoisuus
- suurempi sulfiditeetti
- nopea säröily

Vastaan:

- ruostumaton pinnoite jännityksetön tai puristusjännityksen alainen käytössä
- kyseistä ilmiötä ei tunneta – ei kokeellisia havaintoja

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

VTT

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio

* Jännityskorroosio pesun aikana

Puolesta:

- korkea vetojännitys ruostumattomassa teräspinnoitteessa
- verkkomainen rakenne (termiset jännitykset yhtä suuret eri suuntiin)
- myös haarautuneita säröjä
- säröt usein sulkeittuneita
- säröt syntyvät nopeasti
- säröt eivät etene C-teräkseen
- pesu alkaa yli 100°C:ssa
- pesu liuottaa epäpuhtauksia (NaOH, Cl^- , H_2S , polytionihapot jne.), jotka voivat lisäksi rikastua (kalvo-
kiehuminen)

Vastaan:

- kokeellinen varmistus on puuttunut
- ei pistesyöpymiä kattilan sisäpuolella
- onko säröjä myös kattiloissa, joita ei ole pesty ?

VTT

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio

POHJAPUTKIEN SÄRÖJEN ESTÄMINEN

* Korjaus

- hionta
- päällehitsaus

* Jäännösjännitysten modifiointi

- kuulapuhallus (jäännösjännitystila saattaa laueta alasajossa)

* Pohjan pinnoittaminen

- metalliruiskutus
- massa (voi olla huono, jos syynä jännityskorroosio)

* Kestävämpi materiaali (kallis)

* Inhibiitin käyttö pesuvedessä (?)

* Pesukäytäntö (esim. alempi lämpötila)

VTT

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio

SYYT SILLE, ETTEIVÄT SÄRÖT ETENE C-TERÄKSEEN

- * Puristusjännitys heti pinnoitteen alla**
- * Ferriittinen hiilenkatokerros ei ole altis säröilylle ko. olosuhteissa**
- * Martensiittinen rajapinta on erittäin altis säröilylle**
- * Sopiva jännitystila rajapinnalla**
- * Syynä on ennemmin jännityskorroosio kuin väsyminen**

VTT

**Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Metallilaboratorio**

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 ($4...7 \text{ kmk/m}^2$)**

KOKEMUKSET TERMISTEN RUISKUTUS- PINNOITTEIDEN KÄYTÖSTÄ SUOMESSA

- * Tavoite säröjen syntymisen ja jo syntyneiden säröjen kasvun (korvaa korjaushitsauksen) estäminen**
- * Koealojen pinnoitus tehty lisäaineella TE 22 (22% Cr ja 6% Al) käyttäen ensin kaari-ruiskutusta (0,2 mm) ja siteen lankaruiskutusta (0,2 mm); pinnoitettava alue raepuhallettiin ensin alumiinioksidilla**
- * Pinnoituksessa tarkastusongelma; pinnoitteen alle jääneet säröt ja uudet käytön aikana pinnoitteen alle syntyvät säröt (tarkastus pyörrevirtamenetelmällä)**
- * Jos pinnoitteessa ei ongelmia, hiiliteräspohja voidaan termisesti ruiskupinnoittaa**



METALLILABORATORIO

EHDOTETUT JATKOTUTKIMUSAIHEET

*** Eri tehtaiden käyttötapojen kartoitus ja säröjen/syöpymien esiintymisen väliset yhteydet**

*** Materiaalikokeet eri ympäristöissä putkimateriaaleille ja pinnoitteille**

*** Uudet materiaalit**

*** Muut keinot säröjen/syöpymien syntymisen ehkäisemiseksi**

*** Pohjien syöpymien tutkiminen**

*** Sula-aukkojen säröily**

*** Pohjan tarkastusmenetelmät ja uusi tarkastusohje**

*** Pesemättömien kattiloiden pohjien huolellinen tarkastus**

*** Käytönaikaiset monitorointimenetelmät**

*** Ylikuumeneminen ja lämpötila-/ virtausvaihtelut**



METALLILABORATORIO

ERI TEHTAIDEN KÄYTTÖTAPOJEN KARTOITUS JA SÄRÖJEN/SYÖPYMISEN ESIINTYMISEN VÄLISET YHTEYDET

- * Normaali käyttö
- * Häiriötilanteet
- * Alas- ja ylösajot
- * Pesu ja kuivaus
- * Seisokki
- * Painekeet



METALLILABORATORIO

MATERIAALIKOKEET ERI YMPÄRISTÖISSÄ PUTKIMATERIAALEILLE JA PINNOITTEILLE

- * Ylösajon simulointi (mustalipeä)
- * Pesu ja kuivaus
- * Käyttöolosuhteet (vaatii laitekehitystä)



METALLILABORATORIO

UUDET MATERIAALIT

- * Sanicro 38 compound-putki**

- * AISI 309 hitsiaine**

- * Ruiskutuspinoitteet**
 - 45 CT (45%Cr, 50%Ni, 4%Ti)**
 - TE 22 (22%Cr, 6%Al)**
 - duplex ruostumaton teräs**

- * Tiilet ja massaus**



METALLILABORATORIO

MUUT KEINOT SÄRÖJEN/SYÖPYMIEN SYNTYMISEN EHKÄISEMISEKSI

- * Kuulapuhallus
 - Jännösjännitysmittaukset
puhalluksen ja käyttöjaksojen jälkeen
- * Sähköinen suojaus
- * Inhibiitit
- * Pohjaputkien kemiallinen passivointi



METALLILABORATORIO

POHJIEN SYÖPYMIEN TUTKIMINEN

- * Pistesyöpymät austeniittisessa pinnoitteessa**
- * Galvaaninen korroosio sekahitseissä**
- * Paljastuneiden hiiliteräsalueiden paikallinen syöpyminen**
- * Mustien pohjien syöpyminen**
- * Metsä-Botnian vanhan pohjan näytteiden tutkiminen**



METALLILABORATORIO

SULA-AUKKOJEN SÄRÖILY

*** Käyttöolosuhteiden selvittäminen**

*** Vaurioanalyysit**



METALLILABORATORIO

POHJAN TARKASTUSMENETELMÄT JA UUSI TARKASTUSOHJE

*** Pyörrevirtatarkastus**

- huonosti pintaan avautuvat viat**
- soveltuu ruiskutuspinoille**
- monikanavalaite ratkaisu lisää nopeutta (n. 2 min/putki)**

*** Vikakarttojen ja olemassaolevan tarkastustiedon ja kattiloiden käyttöparametrien korrelaatiot**



METALLILABORATORIO

PESEMÄTTÖMIEN KATTILOIDEN POHJIEN HUOLELLINEN TARKASTUS

*** Pesun kriittisyyden arviointi**

KÄYTÖNAIKAISET MONITOROINTIMENETELMÄT

- * Säröjen/syöpymien/vuotojen syntyvaiheen havaitseminen**
- * Akustinen emissio**
- * Korroosionseurantalaitteisto**
- * Lämpötilamittaus**
- * Virtausmittaus**

YLIKUUMENEMINEN JA LÄMPÖTILA-/ VIRTAUSVAIHTELUT

- * Esiintyykö myös suomalaisissa kattiloissa ?**
- * EPR-mittaukset aust.pinnoiteen
herkistymisasteen selvittämiseksi**
- * Putkien metallurgisen rakenteen tutkiminen**
 - hiilenkatokerros**
 - karbidien palloutuminen**
- * Lämpötila- ja virtausmittaukset**
- * Veitsiluodon vanhan pohjan näytteiden
tutkiminen**



METALLILABORATORIO

EHDOTETUT JATKOTUTKIMUSAIHEET

*** Eri tehtaiden käyttötapojen kartoitus ja säröjen/syöpymien esiintymisen väliset yhteydet**

*** Materiaalikokeet eri ympäristöissä putkimateriaaleille ja pinnoitteille**

*** Uudet materiaalit**

*** Muut keinot säröjen/syöpymien syntymisen ehkäisemiseksi**

*** Pohjien syöpymien tutkiminen**

*** Sula-aukkojen säröily**

*** Pohjan tarkastusmenetelmät ja uusi tarkastusohje**

*** Pesemättömien kattiloiden pohjien huolellinen tarkastus**

*** Käytönaikaiset monitorointimenetelmät**

*** Ylikuumeneminen ja lämpötila-/ virtausvaihtelut**



METALLILABORATORIO

ERI TEHTAIDEN KÄYTTÖTAPOJEN KARTOITUS JA SÄRÖJEN/SYÖPYMISEN ESIINTYMISEN VÄLISET YHTEYDET

- * Normaali käyttö
- * Häiriötilanteet
- * Alas- ja ylösajot
- * Pesu ja kuivaus
- * Seisokki
- * Painekeet



METALLILABORATORIO

MATERIAALIKOKEET ERI YMPÄRISTÖISSÄ PUTKIMATERIAALEILLE JA PINNOITTEILLE

- * Ylösajon simulointi (mustalipeä)
- * Pesu ja kuivaus
- * Käyttöolosuhteet (vaatii laitekehitystä)



METALLILABORATORIO

UUDET MATERIAALIT

- * Sanicro 38 compound-putki
- * AISI 309 hitsiaine
- * Ruiskutuspinnoitteet
 - 45 CT (45%Cr, 50%Ni, 4%Ti)
 - TE 22 (22%Cr, 6%Al)
 - duplex ruostumaton teräs
- * Tiilet ja massaus



METALLILABORATORIO

MUUT KEINOT SÄRÖJEN/SYÖPYMIEN SYNTYMISEN EHKÄISEMISEKSI

- * Kuulapuhallus
 - Jäännösjännitysmittaukset
puhalluksen ja käyttöjaksojen jälkeen
- * Sähköinen suojaus
- * Inhibiitit
- * Pohjaputkien kemiallinen passivointi

POHJEN SYÖPYMIEN TUTKIMINEN

- * Pistesyöpymät austeniittisessa pinnoitteessa**
- * Galvaaninen korroosio sekahitseissä**
- * Paljastuneiden hiiliteräsalueiden paikallinen syöpyminen**
- * Mustien pohjien syöpyminen**
- * Metsä-Botnian vanhan pohjan näytteiden tutkiminen**

SULA-AUKKOJEN SÄRÖILY

- * Käyttöolosuhteiden selvittäminen**
- * Vaurioanalyysit**



METALLILABORATORIO

POHJAN TARKASTUSMENETELMÄT JA UUSI TARKASTUSOHJE

*** Pyörrevirtatarkastus**

- huonosti pintaan avautuvat viat**
- soveltuu ruiskutuspinoille**
- monikanavalaite ratkaisu lisää nopeutta (n. 2 min/putki)**

*** Vikakarttojen ja olemassaolevan tarkastustiedon ja kattiloiden käyttöparametrien korrelaatiot**



METALLILABORATORIO

PESEMÄTTÖMIEN KATTILOIDEN POHJIEN HUOLELLINEN TARKASTUS

* Pesun kriittisyyden arviointi



METALLILABORATORIO

KÄYTÖNAIKAISET MONITOROINTIMENETELMÄT

- * Säröjen/syöpymien/vuotojen syntyvaiheen havaitseminen
- * Akustinen emissio
- * Korroosionseurantalaitteisto
- * Lämpötilamittaus
- * Virtausmittaus

YLIKUUMENEMINEN JA LÄMPÖTILA-/ VIRTAUSVAIHTELUT

- * Esiintyykö myös suomalaisissa kattiloissa ?**
- * EPR-mittaukset aust.pinnoiteen
herkistymisasteen selvittämiseksi**
- * Putkien metallurgisen rakenteen tutkiminen**
 - hiilenkatokerros**
 - karbidien palloutuminen**
- * Lämpötila- ja virtausmittaukset**
- * Veitsiluodon vanhan pohjan näytteiden
tutkiminen**



METALLILABORATORIO