



ETY-Soodakattilavaliokunta

KONEMESTARIPÄIVÄ 1993

11.2.1993 Varkaus

ETY-Soodakattilavaliokunta

Konemestaripäivä 1993, 11.2.1993 Varkauden Klubi

9.30	Ilmoittautuminen ja aamukahvi
10.00	Tervetuliaissanat Tehtaan johtaja Veli-Antti Kortelainen, Enso-Gutzeit Oy, Varkaus
10.10	Vaurioraportit Tuomas Timonen, ETY-Soodakattilavaliokunta
	Soodakattilaräjähdys Erkki Pohja, Yhtyneet Paperitehtaat Tervasaari
	Seinäputkien sisäpuolinen syöpymä Lars-Martin Wikström, Wisaforest Oy Ab
11.00	Tauko
11.15	Suositus soodakattilan pohjan compound-rakenteiden tarkastamiseksi Ritva Paalanen, Teknillinen tarkastuskeskus, Helsinki
11.45	Soodakattilan pohjan compound-putkien säröilytutkimus Matti Karhula, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu
12.30	Lounas
13.30	Enso-Gutzeit Oy Varkauden tehtaiden esittely Tehtaan johtaja Veli-Antti Kortelainen
14.00	Kahvi
14.15	Tehdaskierros
	Vierailu soodakattilalaitoksella tai lämpövoimalaitoksel- la
	Vierailu paperikone 4:llä
	Vierailu Sanomapaino Oy:n painotalossa
n. 17.00	Sauna, Kinkamo
n. 19.00	Paluu hotellille
20.00-22.00	Päivällinen, Tehtaan Klubi

EVK-16797V

ETY-Soodakattilavaliokunta

Konemestaripäivä 1993

Yritys	Osallistuja	Kokous	Päivällinen	Majoitus 11.-12.2.
PUHEENJOHTAJA				
Enso-Gutzeit Oy, Varkaus	Lassi Kankala	X	X	
LUENNOITSIJAT				
Enso-Gutzeit Oy, Varkaus	V-A Kortelainen	X	X	
ETY-Soodakattilavaliokunta	Tuomas Timonen	X	X	
Lappeenrannan tekn. korkeakoulu	Matti Karhula	X	X	X
Tekn. Tarkastuskeskus, Hki	Ritva Paalanen	X		
Wisaforest Oy Ab, Pietarsaari	L-M Wikström	X	X	X*
Yht. Paperitehtaat, Tervasaari	Erkki Pohja	X	X	X*
OSANOTTAJAT				
A. Ahlström Osakeyhtiö, Varkaus	Lasse Koivisto	X	X	
	Juha Laitinen	X	X	
	Petri Markkanen	X	X	
	Arja Hyvärinen	X		
	Lauri Hämäläinen	X		
	Marjo Kuusio	X		
	Samuli Nikkanen	X		
	Raimo Paju	X		
	Keijo Raak	X		
	Jukka Savolainen	X		
	Aila Tolppanen	X		
	Esa Vihavainen	X		
Enocell Oy, Uimaharju	Pekka Nokelainen	X	X	X
Enso-Gutzeit Oy, Varkaus	Kauko Hellsten	X	X	
	Markku Immonen	X	X	
	Seppo Kauranen	X	X	
	Pentti Moilanen	X	X	
ETY-Soodakattilavaliokunta	Petri Nieminen	X	X	X*
Kaukas Oy, Lappeenranta	Heimo Tikka	X	X	X
Keskeytysvak.osakeyhtiö OTS0	Esa Penttilä	X	X	X

Yritys	Osallistuja	Kokous	Päivällinen	Majoitus 11.-12.2.
Kymin Paperiteollisuus Oy, Kuusankoski	Lasse Elojärvi Raine Rantanen	X X	X X	X X
Laminating Papers Oy, Kotka	Ari Saarnio Matti Takala Seppo Tuhkanen	X X X	X X X	 X X
Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskinen	Kari Auvinen Jorma Kenttälä Kenneth Skrifvars	X X X	X X X	X* X* X*
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi	Tapio Huuska	X	X	X*
Metsä-Sellu Oy, Äänekoski	Osmo Niemitalo M. Peura	X X	X X	X X
Sanomapaino Oy	Klaus Hämäläinen	X		
Oy Steamservice Ab, Tampere	Reijo Ojala Jorma Ulvinen	X X	X X	X* X*
Sunila Oy, Sunila	Tero Arvilommi	X	X	X*
Tampella Forest Oy, Heinola	Rainer Kokemäki	X	X	X
Tampella Power Oy, Tampere	Tuomo Hakkarainen Risto Huovinen Ari Laakso Kalle Salmi Juhani Siekkinen	X X X X X	X X X X X	X* X* X* X* X*
Teknillinen tarkastuskeskus, Kuopio	Toivo Hassinen Jaakko Hiltunen Veijo Kaasinen Seppo Tossavainen	X X X X		
Teollisuusvakuutus, Helsinki	Juhani Ingalsuo	X		
Veitsiluoto Oy, Kemi	Aulis Haapaniemi Kari Kerttula	X X	X X	X* X*
Veitsiluoto Oy, Oulu	Reijo Hukkanen	X	X	X*
Wisaforest Oy Ab, Pietarsaari	Svante Lindvall Håkan Stenbacka Hans-Peter Österholm	X X X	X X X	X* X* X*
Yht. Pap.tehtaat, Tervasaari	A. Korpelainen	X	X	X*

* MAJOITUS MYÖS 10.-11.2.

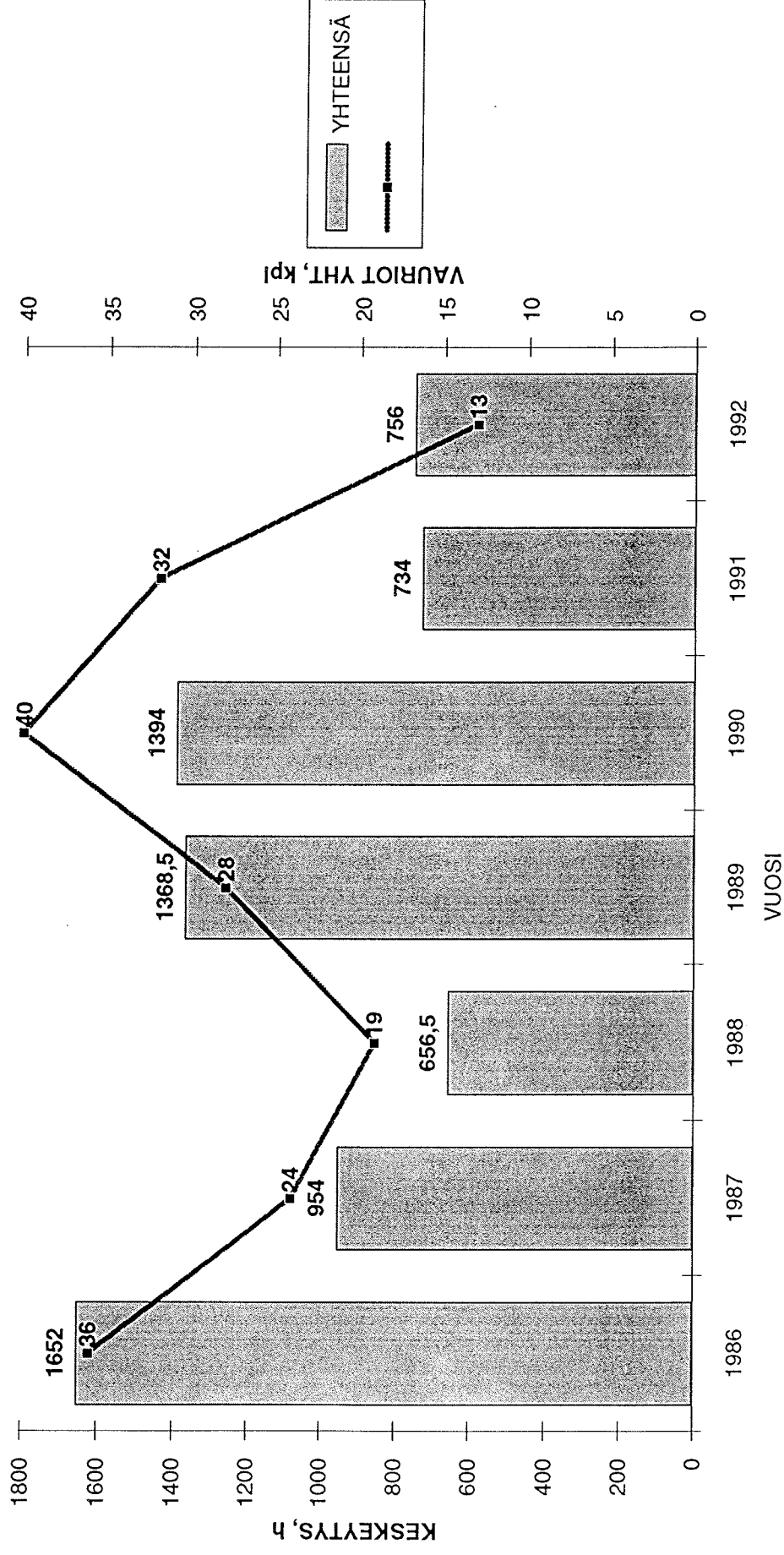
VAURIORAPORTIT 1992

TUOMAS TIMONEN, ETY-SOODAKATTILAVALIOKUNTA

ETY-SOODAKATTILAVALIOKUNTA
VAURIORAPORTTIEN YHTEENVETO 1992

UUOSI	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
KÄYTTÖTILANNE							
NORMAALIKÄYTTÖ					1	19	9
ÖLJYAJO						1	0
YLÖSAJO						0	0
ALASAJO						1	0
SEISOKKI						6	3
VARALLA						0	0
VESIPAINKOE					1	3	1
MUU							
VAURIOIDEN LUKUMÄÄRÄ							
TULIPESÄ	12	6	5	3	7	8	5
VERHO				1		2	
TULISTIN	6	7	2	7	8	6	
KEITTOPINTA	1	3	2	1	6		1
LIERIÖ				1			1
EKONOMAISERI	10	5	4	7	10	6	3
POHJA	5	3		6	8	7	
MUU	2		6	2	1	3	3
YHTEENSÄ	36	24	19	28	40	32	13
VAURION SATTUESSA ILMENI							
SULAVESIRÄJÄHDYS						1	
KAASURÄJÄHDYS							1
VESIVUOTO KATTILAAN					1	5	1
VESIVUOTO ULOS					1	9	1
HÖYRYVUOTO KATTILAAN						2	
HÖYRYVUOTO ULOS						1	2
VUOTO- TAI MUU ÄÄNI						5	
SULAVUOTO						3	1
PALAMISHÄIRIÖ						1	
VETOHÄIRIÖ						1	
HÖYRY/VESIVIRRAN ERON KASVU						2	
MUU							2
KATTILAN ALASAJOTAPA							
PIKATYHJENNYS						1	
PIKAPYSÄYTYS							1
NORMAALI ALASAJO					1	20	8
KESKEYTYSAIKA							
TULIPESÄ	790,5	209	169	332	162,5	229	508
VERHO				30		73,5	
TULISTIN	144,5	225	90,5	389	264	114	
KEITTOPINTA	20	251	140	41	425		30
LIERIÖ							57
EKONOMAISERI	398	177	81,5	152,5	303	127,5	153
POHJA	296	92		392	231,5	70	
MUU	3		175,5	32	8	120	8
YHTEENSÄ	1652	954	656,5	1368,5	1394	734	756
KÄYTTÖKESKEYTYKSEN PITUUS							
<10H	9	4	4	4	7	11	1
10 <24H	5	3	3	5	7	3	1
24H<48H	14	11	6	8	18	13	6
48H<100H	6	4	6	9	6	3	1
>100H	2	2	0	2	2		2

VAURIoidEN KOKONAISLUKUMÄÄRÄ JA LIPEÄN POLTON KESKEYTYS TUNTEINA



ETY-Soodakattilavaliokunta

Toimintakausien 1990-1992 tärkeimmät julkaisut

1. Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue

- Barkhausen-diplomityö (1990-1991)
- Compound pohjatutkimus (1990-)
- Soodakattilan pohjan tarkastussuositus (1992)

2. Lipeätyöryhmän tehtäväalue

- Mustalipeäruiskutuksen pisarakoko (1990-1991)
- Mustalipeäkalvon pisanamuodostus -diplomityö (1990-1991)
- Mustalipeätutkimus: (1990-1992)
 - Happidelignifioinnin vaikutus mustalipeän ominaisuuksiin
 - Jatketun keiton vaikutus mustalipeän ominaisuuksiin
 - Mustalipeän ligniinipitoisuuden määrittäminen
- Haihduttamo-diplomityö (1991)
- Raakasuovan jalostus (1991-1992)
- Reduktioasteen määrittäyssuositus (myös englanniksi) (1992)
- Mustalipeäsuuttimien kehitys (1992-)

3. Ympäristötyöryhmän tehtäväalue

- Liuotinhölkätutkimus (1990)
- Hajukaasujen käsittelyselvitys (1991)
- Ilmansuojelupäätösten yhteenveto (1992)

ETY-Soodakattilavaliokunta

Toimintakausien 1993-1995 tärkeimmät suunnitteilla olevat tutkimusaiheet

1. Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue

- Soodakattilan suojaussuositus
- Soodakattilan vesikemian hallinta

2. Lipeätyöryhmän tehtäväalue

- Mustalipeän polttotekniset ominaisuudet
- Raakasuovan jalostus meesauunipolttoaineeksi, jatkotutkimus
- Mustalipeäruiskutuksen mittausten kehittäminen
- Aerosolit mustalipeän poltossa
- lipeäkierron sulkeutuminen

3. Ympäristötyöryhmän tehtäväalue

- Nitrogen Chemistry in Black Liquor Combustion

SOODAKATTILARÄJÄHDYS

ERKKI POHJA, YHTYNEET PAPERITEHTAAT TERVASAARI

EVK-16792V-01
ETY-Soodakattilavaliokunta
Kestoisuustyöryhmä, Muistio soodakattilavauriosta

1. Yleistä

Yritys: Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Tervasaari	
Soodakattilan n:o, valmistaja ja valm.vuosi: SK3, Tampella, 1975	
Yhteyshenkilö:	Erkki Pohja
Vaurion ajankohta:	11.11.1992 klo 00.05
Käyttötilanne:	normaalikäyttö
Vaurioitunut osa:	tulipesä
Vaurion sattuessa ilmeni:	kaasuräjähdyks
Kattilan alasajotapa:	pikapysäytys
Vaurion aih. kattilan seisokkiaika:	178 tuntia

2. Vaurion kuvaus

10.11.1992 klo 22.45 havaittiin lieriön pinnan äkillinen häviäminen. Tätä ennen kattila ajoi normaalikuormaa:

- höyrynpaine kattilassa 78 bar, lieriössä 92 bar
- höyrynsäilytys 140 t/h + nuohoushöyry 14 t/h
- lipeäkuorma 40 m³/h (4 lipeäruiskua, 2/seinä)
- kuormapolttimet: maakaasu 2,500 m³/h, öljy 1 m³/h
- käynnistyspolttimet: maakaasu 1,600 m³/h

Lieriön alarajalukitukset aiheuttivat kattilan kuivakiehuun suojien toiminnan ja tämän myötä kattilan pikapysäytyksen; polttimet sammuihin, ilmapuhaltimet pysähtyivät, savukaasupuhaltimet sekä lipeäpumput jäivät päälle. Myös turbiini erotettiin verkosta. Noin 3-4 minuutin kuluttua, kun huomattiin, että syöttövesipumppujen maksimivirtaus 200 t/h ei riittänyt lieriön pinnan nousuun, lipeäpumppu sammutettiin käsin. Höyryä otettiin kattilasta reduktioventtiilin (80/3 bar) avulla 20 t/h.

Noin 15 minuutin kuluttua todettiin paikan päällä lieriön vesilasista, että lieriö todella on tyhjä. Syöttövettä pumpattiin edelleen maksimiteholla. Edelleen todettiin, että keittoputkiston tuhkasuppilosta sekä tuhkakuljettimelta tulee runsaasti vettä. Tarkistettiin tulistimien alaosassa lähellä nokkaa olevasta miesluukusta, ettei vettä ajeta tulipesän puolelle, jolloin vuoto paikallistettiin keittoputkistoon. Suljettiin päähöyry- sekä starttiventtiilit tarkoituksena sulkea kattila ja laskea painetta vähitellen vuodon kautta, kattilapaine oli 40 bar; syöttövesipumppu pysäytettiin. Lieriön pinta oli saatu takaisin näkyviin valvomonäytölle. Suljettiin käsin myös maakaasuventtiilit. Keossa havaittiin vielä lieskoja. Otettiin vettä uudelleen, jotta saatiin lieriön pinta normaalitasolle. Tulipesän alipainetta lisättiin savukaasupuhaltimilla 0:sta 20 mbar:iin kattilan tyhjentämiseksi kaasuista. Veto ei todennäköisesti kuitenkaan ollut riittävä vuotokohdasta höyrystyvän veden kuormittaessa savukaasujärjestelmää. Primääri-ilmasuuttimien tarkistuseläimistä poistettiin joka toinen. Näin jatkettiin noin 1 h 20 min.

Kello 00.05, jolloin lieriön paine oli laskenut noin 25 bar:iin, tapahtui kaasuräjähdyks tulipesässä. Kuultiin kaksi peräkkäistä räjähdysääntä. Paineenlasku jatkui tasaisesti ja lieriö täytettiin vedellä normaalipintaan.

3. Vahingot

Räjähdyksessä välttyttiin henkilövahingoilta. Räjähdys ei aiheuttanut putkivuotoja. Tulipesän heikennetyt räjähdyskulmat takaseinällä myötäsivät. Myös vahvemmat etukulmat repeytyivät auki useiden metrien pituudelta. Tulipesän kulmien korjaaminen kesti viikon. Kattilaa korjauksen jälkeen uudelleen ylösajettaessa havaittiin painekokeessa vuoto nokan alareunan ja sivuseinän liitoksessa, missä todennäköisesti asennusvirheen vuoksi seinäputket kulmassa oli hitsattu liian tiiviisti kiinni nokan putkiin, eikä oltu käytetty kampa-tukirautaa, kuten vastaavassa paikassa kattilan toisessa takakulmassa. Tämän seurauksena kulman myödetessä tiivis hitsi repi putkeen aukon. Vaurioitunutta seinäputkea uusittiin n. 1 m pituudelta.

4. Vaurion syy

Alkuperäisen putkivuodon keittoputkistossa aiheutti vanhassa alkupe-
räisessä konepajahitsisaumassa (ns. leimuhitsi) ollut huokonen, jonka puhkisyöpymisen seurauksena vuotanut vesisuihku oli puhaltanut viereiseen putkeen n. 10 mm * 25 mm reiän. Tulipesän kaasuräjähdyksen syynä oli todennäköisesti kytevä keon tuottamat pyrolyysikaasut, joita ei riittämättömän tuuletuksen vuoksi saatu pois tulipesästä.

MUISTIO
ETY-Soodakattilavaliokunta
Kestoisuustyöryhmä, Muistio soodakattilavauriosta

EVK/PJN

Otaniemi 8.2.1993

3

5. Lisähuomioita

Lisähuomiona todettakoon, että tulipesän kulmia korjattaessa huomattiin tertiääriaukkojen alapuolella olevassa compound- ja mustan putken rajakohdassa olevan mustan hitsipalon hävinneen lähes kokonaan ja tämän yläpuolella olevan mustan putken syöpyneen erittäin paljon, varsinkin tertiääri-ilma-aukkojen ympäriltä. Ohuin kohta mitattiin 1.7 mm vahvuiseksi. Vuonna 1987 putkivahvuudet compoundin ylärajalla mitattiin ja todettiin vahvuuksien olevan yli 5 mm.

LIITE: YPT Tervasaaren muistio vauriosta

Energiaosasto/E Pohja/mk

9.12.1992

Aihe Soodakattilan kaasuräjähdyks 10.11.1992

Alkutilanne

- höyrykuorma 140 t/h + nuohoushöyry 14 t/h
- kattilanpaine tulistin 78; lieriö 92
- livekuorma 40 m³/h
- liveruiskuja 4 kpl (2 kpl molemmilla sivuseinillä)
- tehopolttimet: keskim. öljyllä 1 m³/h, reunimmaiseta kaasulla yht. 2500 m³/h
- käynnistyspolttimet kaasulla 5 kpl yht. 1600 m³/h

Tapahtuma

- lieriönpinta hälytti alarajaa klo 22.45
- syöttövesimäärä nousi 200 t/h (piirturin alue loppu)
- vesipinta laski lukitusrajaan ja sammutti kattilan
- turpiini erotettiin verkosta
- höyryä otettiin kattilasta red. 80/3 avulla noin 20 t/h
- polttoilmapuhaltimet pysähtyivät (3 kpl prim., sekund. + kuormituspolttinten puhallin)
- öljy- ja kaasupolttimet sammuiivat
- polttolivepumppu pysäytettiin käsin
- liveruiskut otettiin pois ja livekierto laitettiin "pesulle"
- päähöyryventtiilit suljettiin; kattilapaine 40 bar
- lieriönpinta tuli normaalikorkeuteen
- syöttövesipumppu pysäytettiin
- vuotokohta paikallistettiin höyrystinosaan
- maakaasupolttimien käsiventtiilit suljettiin
- vuotovesi tuli ulos tuhkasuppilosta
- vettä ei mennyt tulipesään
- otettiin vettä uudelleen normaalitasolle
- tulipesän alipainetta suurennettiin 0 -> 20 mbar
- primääri-ilmasuuttimien tarkastuslaseista poistettiin jokatoimen
- klo 24.05 tapahtui tulipesäräjähdyks
- kattilassa painetta 25 bar räjähdysketkellä, paineenlasku jatkui tasaisesti
- lieriö täytettiin vedellä normaalipintaan

Vauriot

- Paineaalto tulipesässä aiheutti sen, että tulipesän kaikki neljä nurkkaa avautuivat kulmistaan useiden metrien pituudelta. Sidepalkit avautuivat myös kulmien murtotappien katketessa.
- Ainoa putkivaurio tapahtui nokan ja sivuseinän yhtymäkohdassa missä nokanputki ja sivuseinänputki oli hitsattu evästään kiinni toisiinsa.
- Vaurioitunutta seinäputkea uusittiin noin 1 m pätkä.

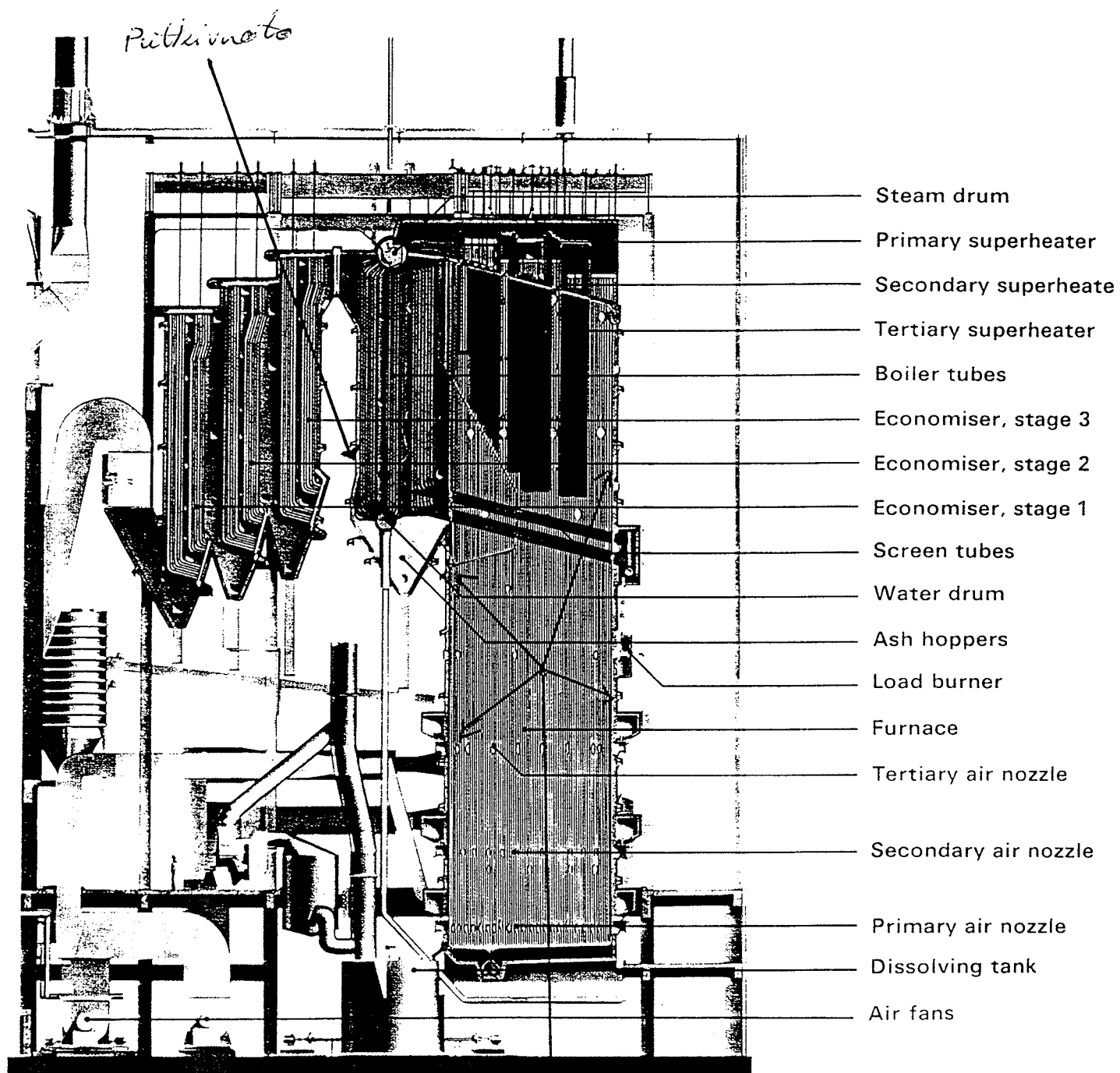
- Koko tapahtuman alkuunpanijaksi osoittautui höyrystinosan putki, jossa hitsausseamman oli tullut vuoto ja vuodon aiheuttama vesisuihku kulutti viereisen putken niin ohueksi, että se lopulta repeytyi. Repeytynyt aukko oli kooltaan noin 10 x 25 mm.
- Korjaustoimenpiteet kestivät 7 vrk.

Käynnistys

- tulet 17.11.1992 klo 02.00
- lipeänpoltto alkoi 18.11.1992 klo 12.00

Toimenpiteet tapahtuman johdosta

- Kuivakiehuntasuojan toiminta esti kattilan ilmapuhaltimien käytön kattilan tuulettamiseksi.
- Kuivakiehuntasuojan toiminta tulee kytkeä siten, että toimenpiteet ovat samat kuin pikapysäytyksessä, jolloin kattilaa voidaan huuhdella sekundääri-ilmasuuttimien kautta ja primääritason ilmansyöttö on suljettu keon palamisen ehkäisemiseksi.



*Raikka neljä seinää aukoniva
nurkista 5-15m korkeudelta*

United Paper Mills Ltd.,
1150 tds/24h Recovery Unit
84 bar, 480°C

The boiler was delivered in 1975 to United Paper Mills Ltd., Tervasaari Mills. The complete Boiler Plant, delivered on a turn-key basis, comprises steel construction, recovery boiler, flue gas scrubber, chimney, instrumentation and electric installation.

The boiler has been designed for combination of sulphate and sulphite liquors. A Tampella Recovery Process has also been delivered to this plant for conversion of chemicals.

SOODAKATTILAN SEINÄPUTKIEN SISÄPUOLINEN SYÖPYMÄ

LARS-MARTIN WIKSTRÖM, WISAFOREST OY AB

ILMOITUS SOODAKATTILAVAUURIOISTA TAI VAARATILANTEESTA

Yritys: WISAFORST OY AB

Osoite: PL 42, 68601 PIETARSAARI

Puhelin: 967-7862 111

Soodakattilan numero ja valmistaja: SK1 (K5)(K-12252) Wärtsilä, AP, AA

Vaurion havaitsemisajankohta:

Päivämäärä: 30.9.1992

Kellonaika: _____

Kattilan käyttötilanne, kun vaurio havaittiin:

- ☐ normaalikäyttö
- ☐ ylösajo
- ☐ alasajo
- ☒ poissa käytöstä _____
- ☐ vesipainekoe

Vaurioitunut osa:

- ☒ tulipesä, missä seinäputket
- ☐ verhoputkisto
- ☐ tulistin
- ☐ konvektio-osa
- ☐ lieriö
- ☐ ekonomaiseri
- ☐ muu osa, mikä _____

Vaurion sattuessa ilmeni:

- ☐ sulavesiräjähdys, lukumäärä _____
- ☐ kaasuräjähdys
- ☐ vesivuoto kattilaan
- ☐ muuta, mitä _____

Kattilan alasajotapa:

- ☐ pikatyhjennys
- ☐ pikapysäytys
- ☐ normaali alasajo

Vaurion aiheuttama kattilan seisokkiaika

(lipeäpolton keskeytysaika) n. 10 vrk ~~xxxxxx~~

Lisätietoja: (oheisen muistilistan pohjalta asian kannalta
olennaisiksi katsotut asiat)

- Kattilan käyttöolosuhteet tapahtumahetkellä
- Tapahtumien kuvaus ja vaurioon johtaneet syyt
- Vauriot
- Korjaustoimenpiteet
- Asiaa selventävät kuvat ja piirustukset
- Toimenpiteet vastaavanlaisen vaurion tai vaaratilanteen välttämiseksi

Pohjan vaihdon yhteydessä esiintyi hitsausvaikeuksia seinien
liitos-saumoissa. Tarkempi tutkimus paljasti tulipesän puolella
putken sisäpinnalla epämääräisen kerrostuman. Kerrostuman laatu
ja syöpyä kerrostuman alla antoi oletuksen ns. vetykorroosiosta.
Tehtiin putkesta leikatulle palalle taivutuskoe, joka osoitti
putken syöpymäkohdalta erittäin hauraaksi. Vioittunut alue ra-
joittui seinien Compound alueelle. Ko. vauriosta ei havaittu
merkkejä pohjassa eikä Compound rajan yläpuolella.
Vaihdettiin kaikki putket joissa havaittiin ultraamalla merkkejä
vaurioista ko. seisokin aikana. Compound alue uusittiin täydelli-
sesti jouluseisokin yhteydessä.

Liitteitä _____ kpl

Ilmoittaja: Lars-Martin Wikström

Pvm: _____

Lähetetään osoitteella:

ETY-SKV:n sihteeristö
EKONO Oy
PL 27
00131 Helsinki 13

1993-01-08

1 (4)

OY WISAFORST AB, VESI-KEMIAN VAIKUTUS SOODAKATTILAN SK 1 VAURIOON

1. Lähtötiedot

Wisaforstin soodakattilassa SK 1 - paine 63 bar, ja teho 30...35 kg/s - tapahtui syksyllä 1992 korroosioaurio compound-putkiston teräsosalla. VTT:n tutkimusten mukaan (tutkimusseloste MRG 752/92) materiaalin vaurioitumiseen johtaneen haurastumisen syynä oli vetyhyökkäys. Vetyhyökkäys oli tapahtunut rakokorroosiossa, jonka happamuutta aiheuttavana liuoksena oli rautakloridi. Rako-olosuhteet olivat muodostuneet lämpöpinnalla rautaa, kalsiumia, fosforia, magaania, magnesiumia ja hieman molybdeeniä sisältäneen kerrostuman alle.

Laitoksen lisävesi valmistetaan kemiallisesti puhdistetusta vedestä - saostus 2.1991 asti alumiinisulfaattilla ja natriumaluminaatilla sekä 2.1991 jälkeen Finnferrillä ja natriumaluminaatille - suolanpoistolla. Lauhteen puhdistuksessa on magneettisuodatin, patruunasuodatin ja pehmenyysuodatin. Vuoden 1992 alkupuoliskon jälkeen on käytetty ainoastaan magneettisuodatinta. Syöttövesisäiliössä on levykaasunpoistin. Jälkiannostuskemikaaleina käytettiin helmikuun 1992 alkuun asti Azamina 8002 RD ja trinatriumfosfaattia sekä tarvittaessa lipeää. Helmikuun alusta 1992 marraskuun alkuun 1992 käytettiin MITCO LB 2000S monikomponenttituotetta, joka sisältää lähinnä alkalioivia amineja ja hieman orgaanista fosfaattiyhdistettä fosfonaattia, sekä polymelanaattia. Marraskuusta 1992 lähtien on käytetty jällekin Azamina 8002 RD sekä fosfaattia (aluksi trinatriumfosfaattia myöhemmin mononatriumfosfaattia).

2. Analyysitiedot ajalta 2.1.1989 - 27.11.1992

2.1 Puhdasvesi

Puhdasvesi on kyseisenä aikajaksona ollut huonosta raakavesilaadusta huolimatta kohtalaista laadultaan. Puhdasveden laadussa on tarkkailuajanjaksona ollut kuitenkin voimakkaita arvojen vaihteluja, jotka eivät selity kevät- ja syystäyskierroilla. Piikkimäisiä vaihteluja on esiintynyt kaikkien tutkittujen arvojen - KMnO_4 , Al, Fe ja Mn - osalla. Vuoden 1992 lopussa on KMnO_4 :n ja Mn:n pitempiaikainen tason nousu.

2.2 Lisävesi

Lisäveden silikaatti- ja natriumpitoisuudet ovat tarkkailujaksen aikana olleet melko alhaisia. Ainoastaan siliikaatissa on todettavissa yksittäisiä korkeampia arvoja. Sitävastoin lisäveden alumiinipitoisuus (yleensä yli 0,2 mg/kg) on ollut korkeahko aina Finnferrin käyttöönottoon 2.1991 astia. Mahdollisesta lisäveden rautapitoisuudesta ei ole tietoja. Todettakoon, että alumiini-ionit samoin kuin rautaionit "saastuttavat" ioninvaihtomassaa.

2.3 Lauhde syöttövesisäiliöön

Lauhteen ennen syöttövesisäiliötä laatu on tarkkailuajanjaksona vaihdellut määrättyjen rajojen puitteissa. Kesä - heinäkuussa 1989 on ollut pidempi aikajakso, jolloin pH - arvo on ollut alle 8. Niin ikään heinä - elokuussa 1992 lauhteen Na-pitoisuus on ollut tavanomaista tasoa korkeampi. Toukokuussa 1992 on samanaikaisesti sekä alhainen pH (7 ?) ja korkea sähkönjohtavuus (yli 0,48 mS/m). Myös muita yksittäisiä vaihteluja voidaan havaita. Tehdaslauhteissa on esiintynyt kuparia ja rautaa.

2.4 Syöttövesi (SK 1)

Syöttöveden sekä pH-arvo että sähkönjohtavuus ovat vaihdelleet tarkkailuajanjaksona määrättyissä rajoissa. Myös syöttöveden pH-arvo on ollut alle 8 kesä - heinäkuussa 1989 (vertaa laude ennen syöttövesisäiliötä). Myös vuoden 1991 aikana on ollut neljä suhteellisen alhaista pH - arvoa, kyseiset jaksot ovat olleet kuitenkin lyhyitä. Syöttöveden jäännöshappi on ollut ajoittain korkea 0,1 mg/kg, mikä on käytetyn analyysimenetelmän maksimi arvo, näin ollen happipitoisuus on voinut olla yli 0,1 mg/kg. Vuoden 1991 loppupuolella syöttöveden happitaso on jäänyt pysyvästi korkeahkoksi tasolle 0,1 mg/kg.

2.5 Kattilavesi

Kattilaveden pH-arvo on tarkkailuajanjaksolla ollut kuu-desti välillä 7 - 8 pH-yks. Kyseessä on kuitenkin laboratorioanalyysien perusteella ollut vain yhden päivän poikkeama ts. tilanne on saatu korjattua nopeasti. Mitään erityisen alhaisia pH-arvoja ei tarkkailuajan kohdasta käytettävien analyysitulosten perusteella ole esiintynyt. Mikäli kattilavesi on ollut jossain tilanteessa hapanta (pH alle 7), on tämä tapahtunut analysointiajan ulkopuolella. Myöskään lauhteessa ja syöttövedessä kesä - heinäkuussa 1989 todettua pidempää aikajaksoa, jolloin pH - arvo olisi ollut alhainen ei ole todettavissa. Sitävastoin voidaan todeta, että kattilaveden pH/P₂O₅-suhteen perusteella kattilavedessä on esiintynyt vapaata lipeää.

Tästä voi olla seurauksena epäpuhtauksia höyryyn (lähinnä OH-ioneja) ja magnetiittikalvon liukeneminen. Myös rautapitoisuus on ajoittain ollut kattilavedessä korkea. Toisaalta edustavan vesinäytteenotto rauta-analyysiä varten on vaikeaa, mutta jatkuva korkea taso on kyllä osoituksena jostain häiriöstä, kuten magnetiittikalvon liukenemisestä, magnetiitin muodostumisesta helposti irtoavana tai rautayhdisteiden kulkeutumisesta kattilaveteen.

3.0 Soodakattilan SK 1 kattilavesiarvot alasajossa 1992-12-23 ja 24

Alasajon yhteydessä 1992-12-23 ja 24 soodakattilan SK 1 kattilavedestä tehtyjen analyysitulosten (liitteenä) perusteella ei varsinaisesti suolojen piiloutumista (hide out effect) tapahtuisi kuin vain jossain määrin sulfaatin suhteen, edellyttäen että kaksi ensimmäistä näytettä on otettu täydessä kattilapaineessa. Kattilapaineen ollessa 6 bar on analysoitu huomattavasti korkeampi KMnO_4 - luku kuin suuremmissa paineissa. Tältä osin on kuitenkin vaikea tehdä johtopäätöksi, sillä kyseessä voi olla heittoarvo.

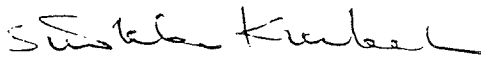
Kattilan ulospuhallusta on pienennetty marraskuussa 1992, jotta kattilaveteen saataisiin suurempi puskurikapasiteetti. Tästä on kuitenkin ollut seurauksena kattilaveden kloridi- ja sulfaattipitoisuuksien kasvu ja ne ylittävät kattilan täydellä paineella 1992-12-23 tehtyjen analyysitulosten perusteella EPRI:n suositusarvot normaalitilanteelle. EPRI:n suositus (käyrästöt liitteenä) 63 baarin laitokselle on kloridin suhteen 4 mg/kg ja sulfaatin suhteen 4,3 mg/kg. Kyseisiä arvoja ei tässä tapauksessa tullisi ylittää.

4. Yhteenveto

Käytettävissä olevien analyysitulosten, ajalta 2.1.1989 ...27.11.1992, perusteella ei soodakattilan SK 1 vesike-miassa ole todettavissa selkeästi häiriötä, jonka seurauksena kattilavaurio olisi tapahtunut. Lauhteessa ja syöttövedessä on kesä - heinäkuussa 1989 ollut aikajakso jolloin pH-arvo on ollut alle 7 ja sähköjohtavuus normaalia korkeampi. Niin ikään on syöttövedessä esiintynyt happea ja happitaso on vuoden 1991 loppupuoliskolla ja sen jälkeen jäänyt korkealle tasolle. Tämä on todennäköisesti edistänyt kattilan korroosiotapahtumia (vertaa VTT:n tutkimusselostus MRG 752/92). Niin ikään voidaan todeta, että kattilavedessä on ajoittain esiintynyt vapaata lipeää, sekä lauhteessa toukokuussa 1992 alhainen pH- ja korkea sähkönjohtavuus ja elokuussa 1992 korkea natriumpitoisuus.

Kyseiseen kattilavaurioon on todennäköisesti ollut vaikuttamassa useampia eri tekijöitä pidemmän aikajakson kuluessa. Osatekijänä vaurioon on voinut olla jokin analysoimaton yhdiste kuten pidempiaikainen pieni neutraali-suolavuoto, joka ei ole näkynyt sähköjohtavuusmittauksessa ja joka epäedullisissa kattilaolosuhteissa on voinut muodostaa happamasti reagoivia yhdisteitä, esim. VTT:n tutkimusselosteessa mainittua rautakloridia rakokorroosioolosuhteissa saostuman alla. Myös kattilan lämpökuormituksella voi olla osuutta vaurioon.

HELSINGIN KAUPUNGIN ENERGIALAITOS
KEMIAN LABORATORIO



Sinikka Kurkela

Liitteet:

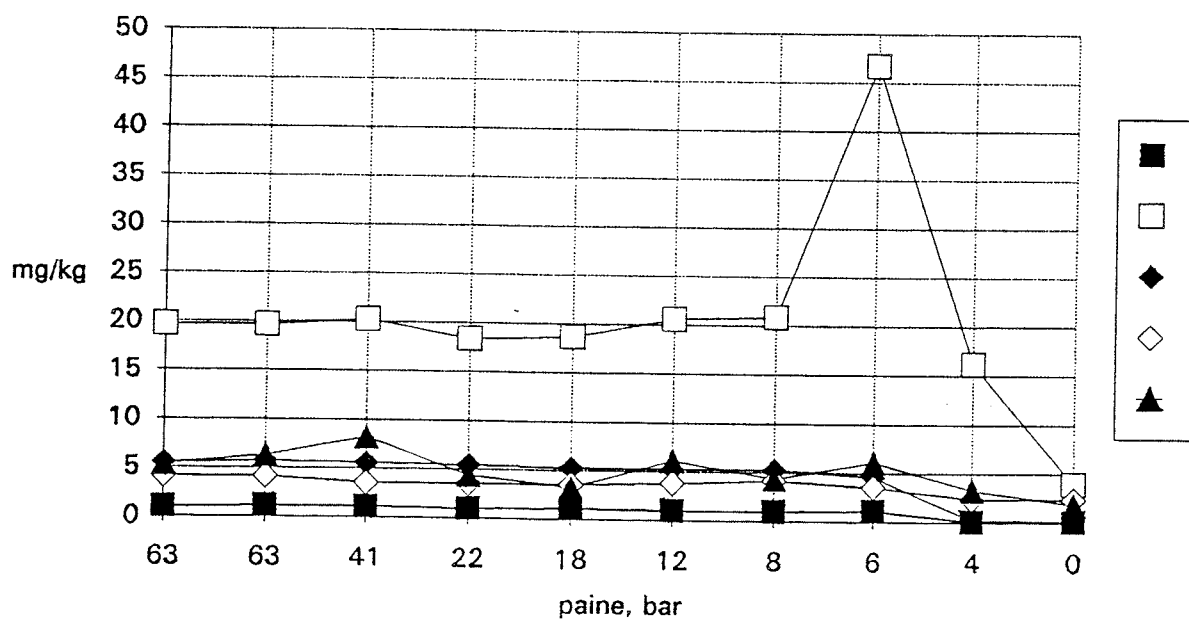
1. Kattilavesilaatu alasajossa 23.12.1992
2. EPRI ohjearvot kloridille ja sulfaatile kattilavedessä
3. Puhdasvesi 2 analyysit 2.1.1989 - 27.11.1992
4. Lisävesianalyysit 2.1.1989 - 27.11.1992
5. Lauhde ennen syöttövesisäiliötä analyysit 2.1.1989 - 27.11.1992
6. Syöttövesianalyysit 2.1.1989 - 27.11.1992
7. Kattilavesianalyysit 2.1.1989 - 27.11.1992

Jakelu

Wisaforest, Heikki Keskinen
HKE, Sinikka Kurkela
HKE/TLK

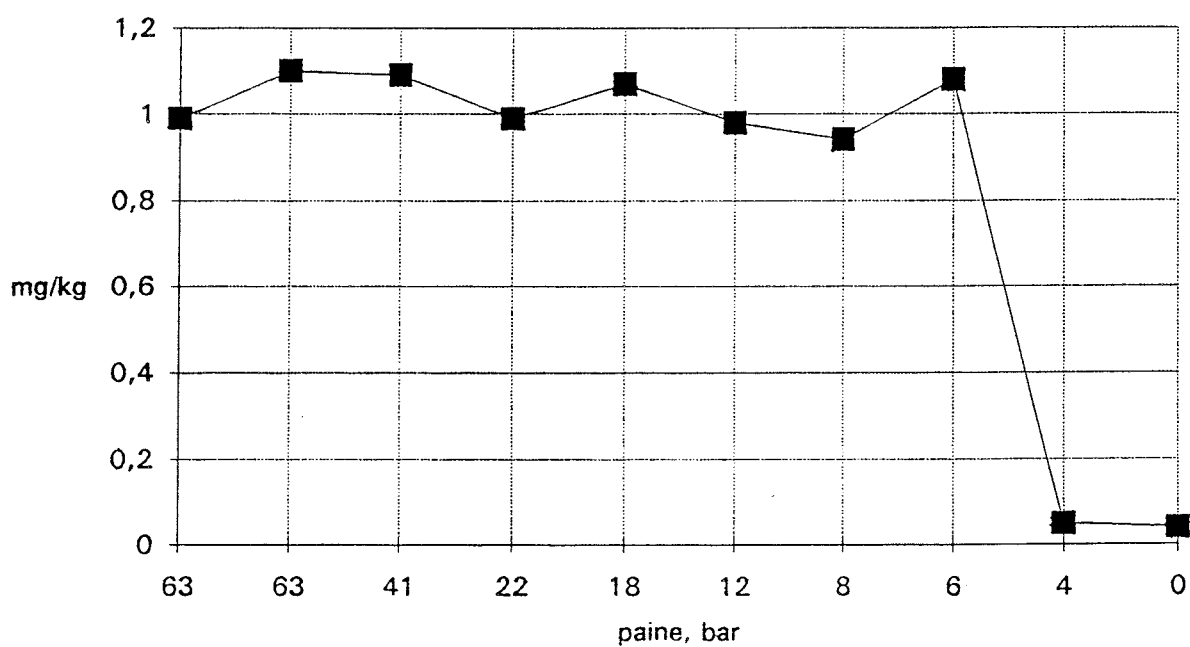
WISA5.XLC

WISAFORST KATTILAVESI ALASAJOSSA 23.12.1992
KMnO₄, SO₄, P₂O₅, Cl ja SiO₂



WISA6.XLC

WISAFORREST KATTILAVESI SiO₂ ALASAJOSSA 23.12.1992



21175282

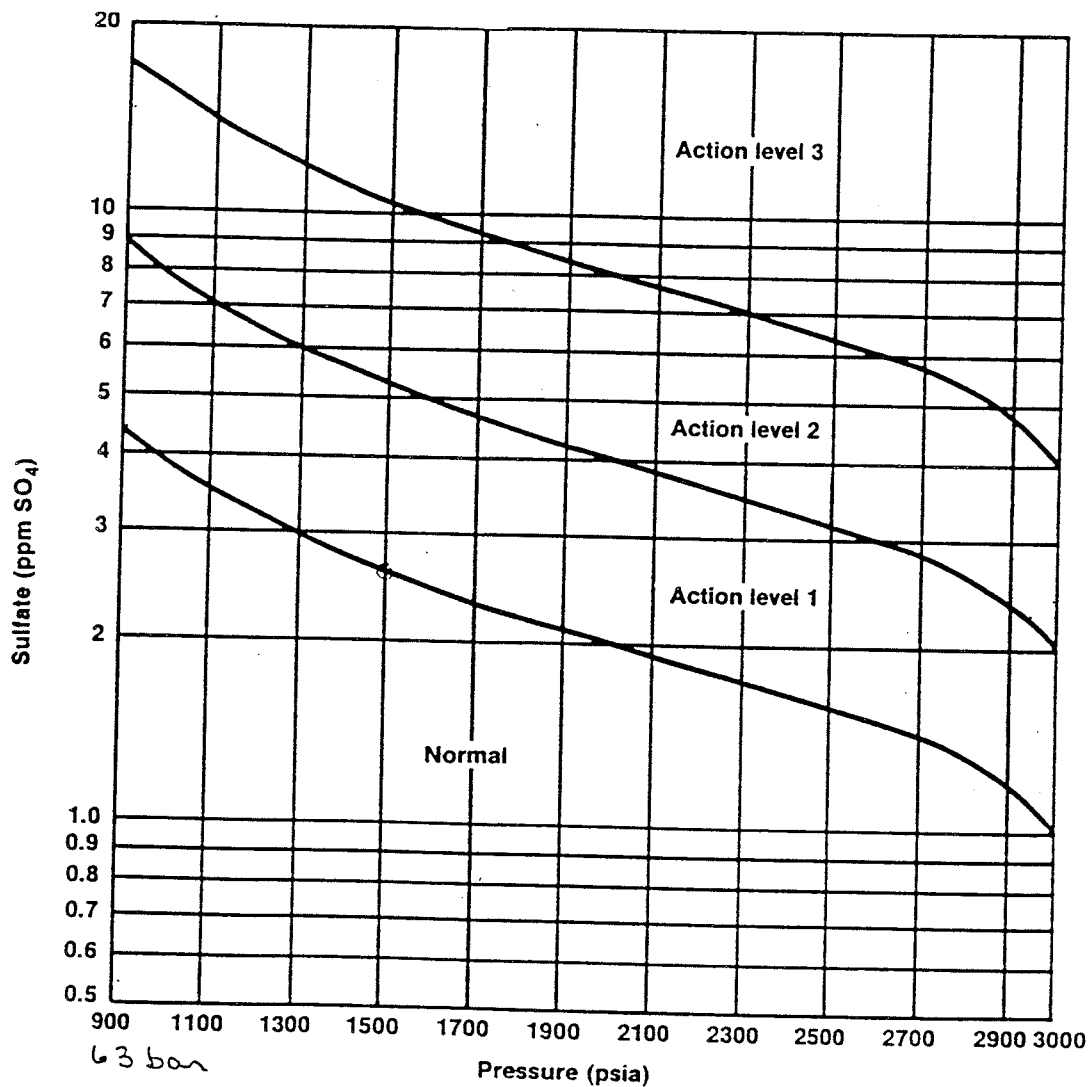


Figure 4-4

DRUM BOILERS/PHOSPHATE TREATMENT:
BOILER WATER SULFATE
VERSUS OPERATING PRESSURE
(PLANTS WITH REHEAT)

Source: EPRI CS-4629

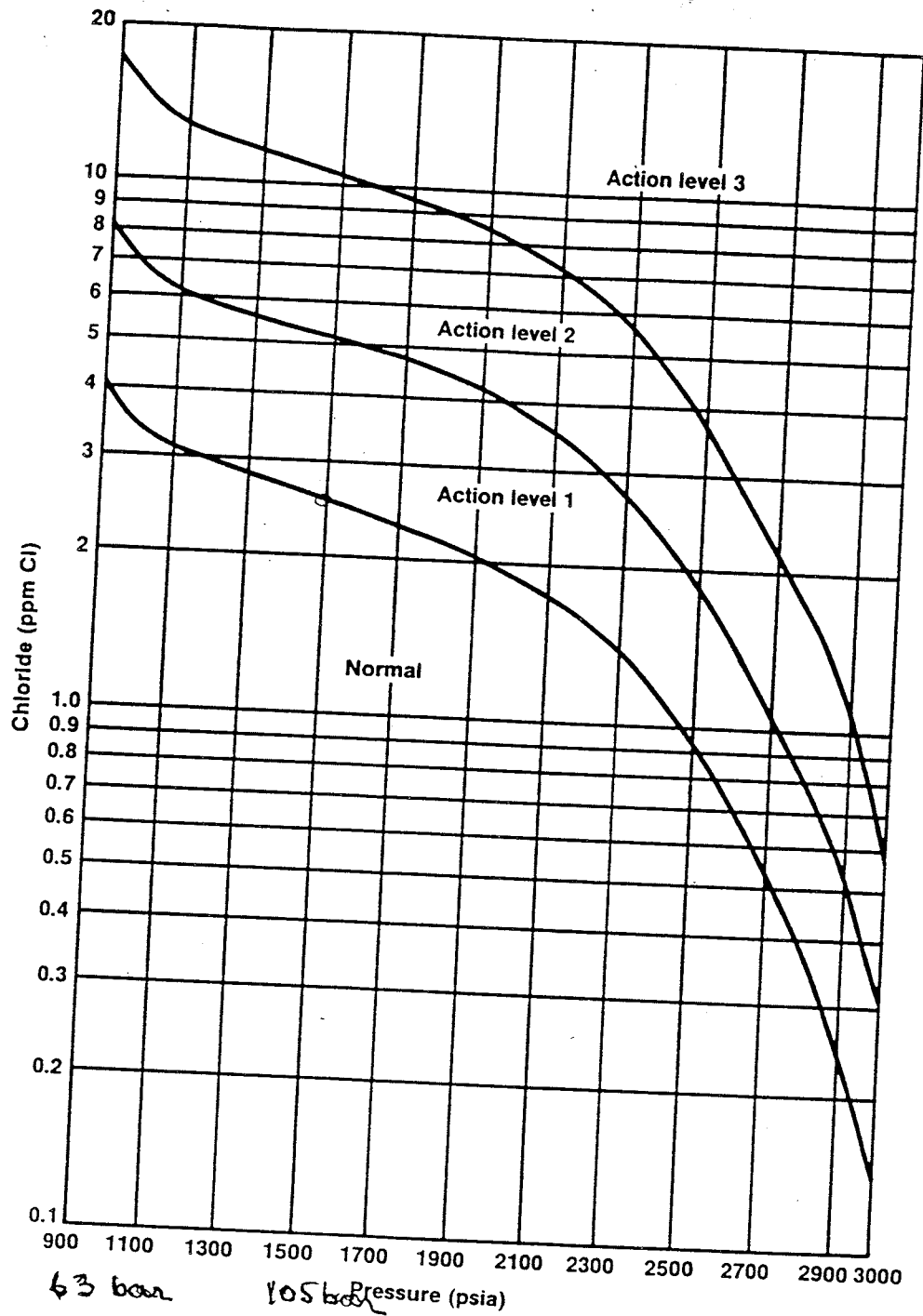


Figure 4-3

DRUM BOILERS/PHOSPHATE TREATMENT:
 BOILER WATER CHLORIDE
 VERSUS OPERATING PRESSURE
 (PLANTS WITH REHEAT)

Voimalaitoksen analyysit 1989

RAPORTTI

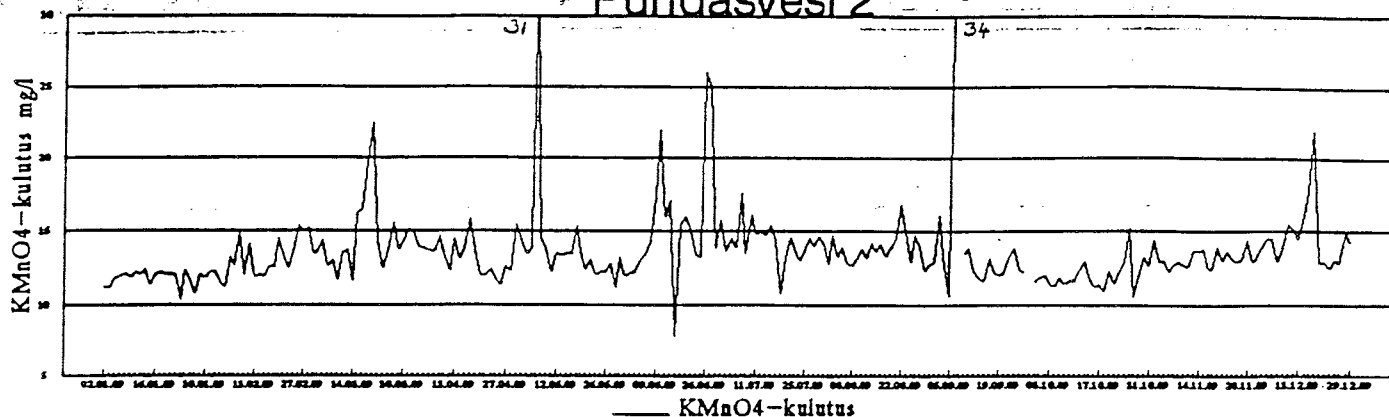
9.12.92

PUHDASVESI 2

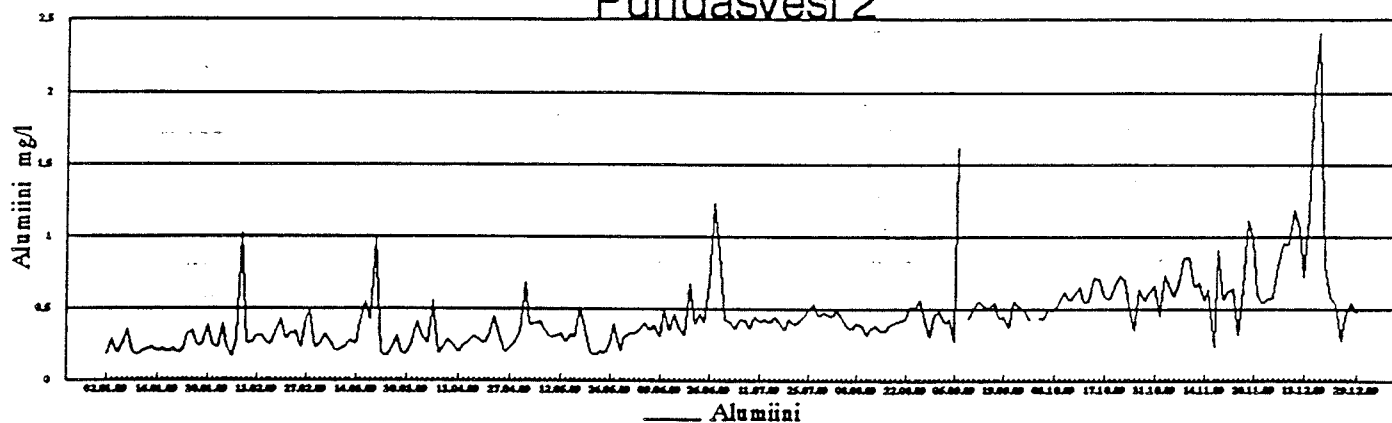
S / M

Jakelu WISAFORST: Kiimalainen / TAMPEREEN PROSESSI-INSINÖÖRIT
11.12.92 14:34:39 Kurkela S / HELSINGIN KAUP.ENERGIALAITOS
Mäkipää M / VTT
Sjö H

Puhdasvesi 2

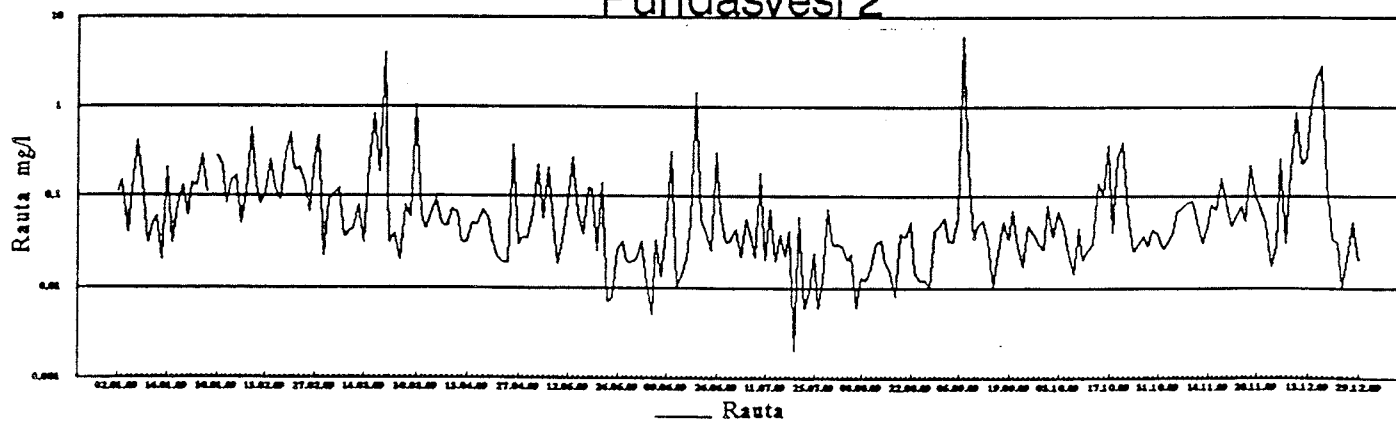


Puhdasvesi 2

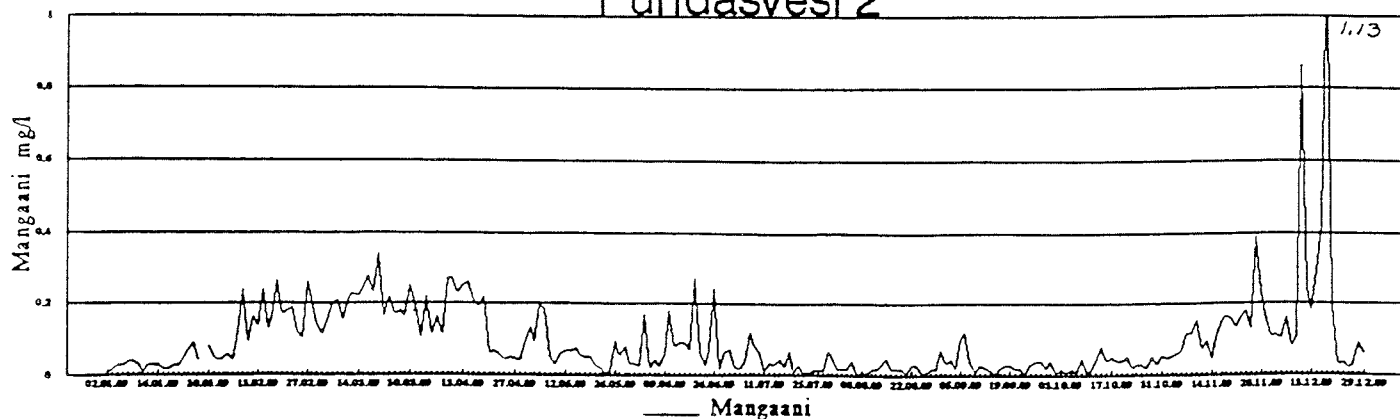


Logaritminen asteikko

Puhdasvesi 2

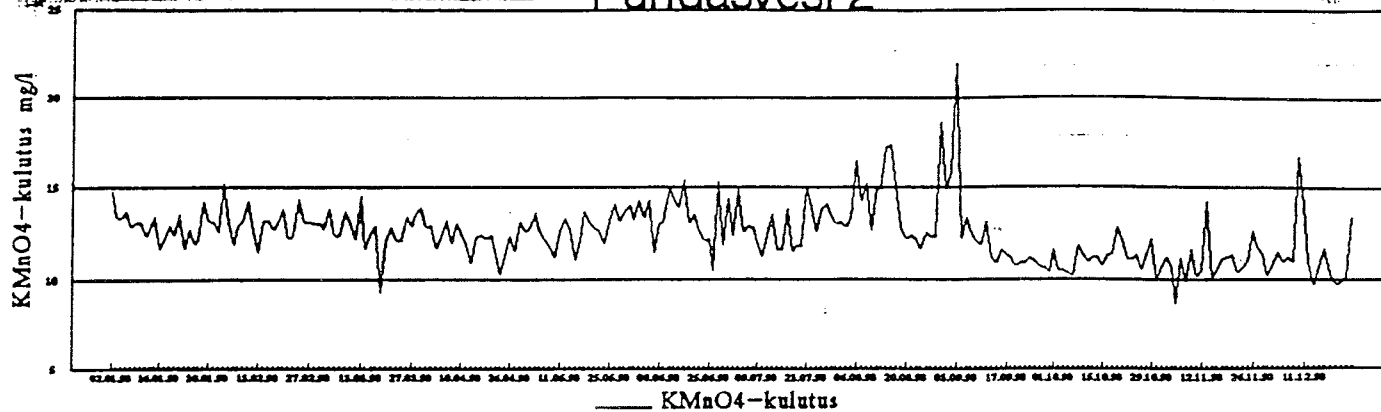


Puhdasvesi 2

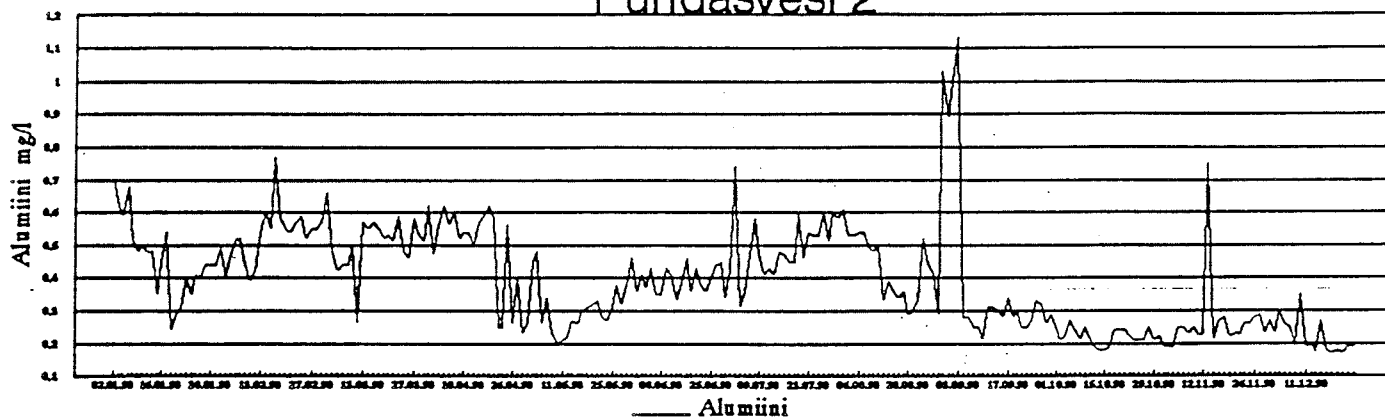


Voimalaitoksen analyysit 1990

Puhdasvesi 2

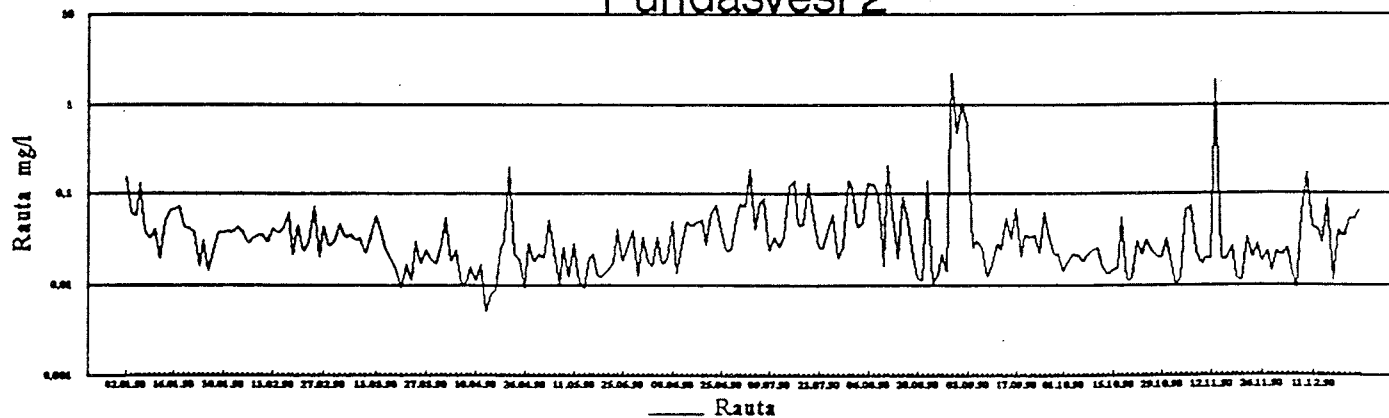


Puhdasvesi 2

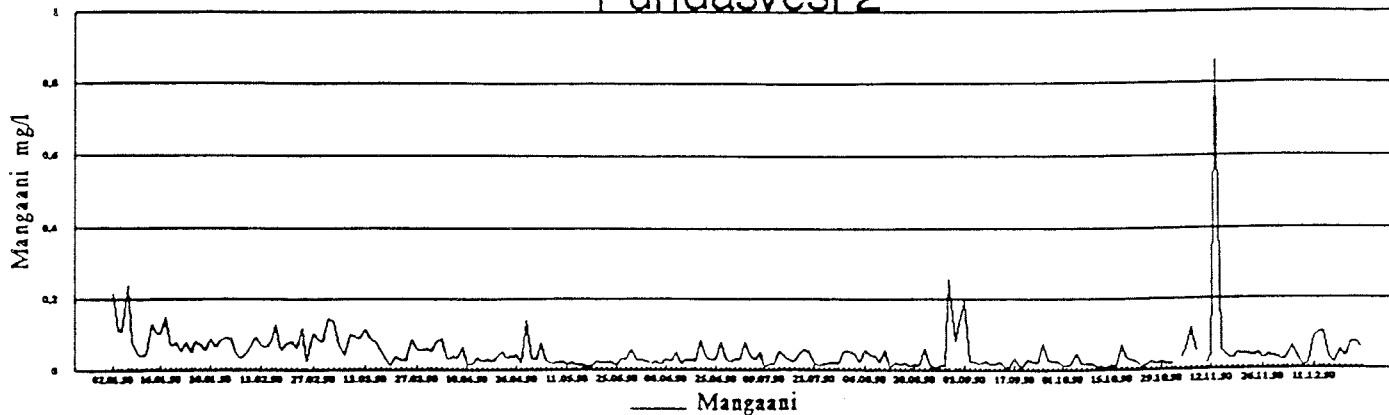


Logaritminen asteikko

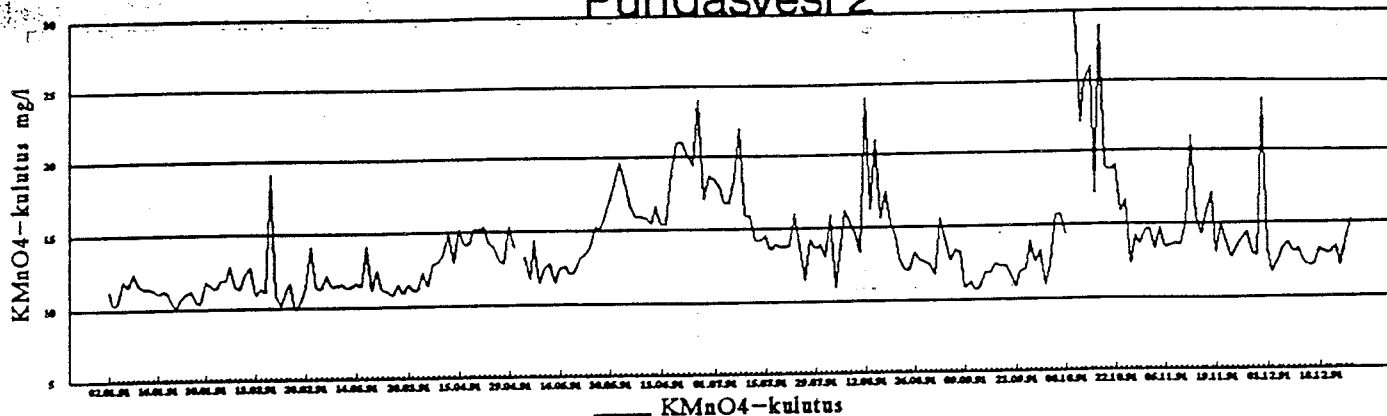
Puhdasvesi 2



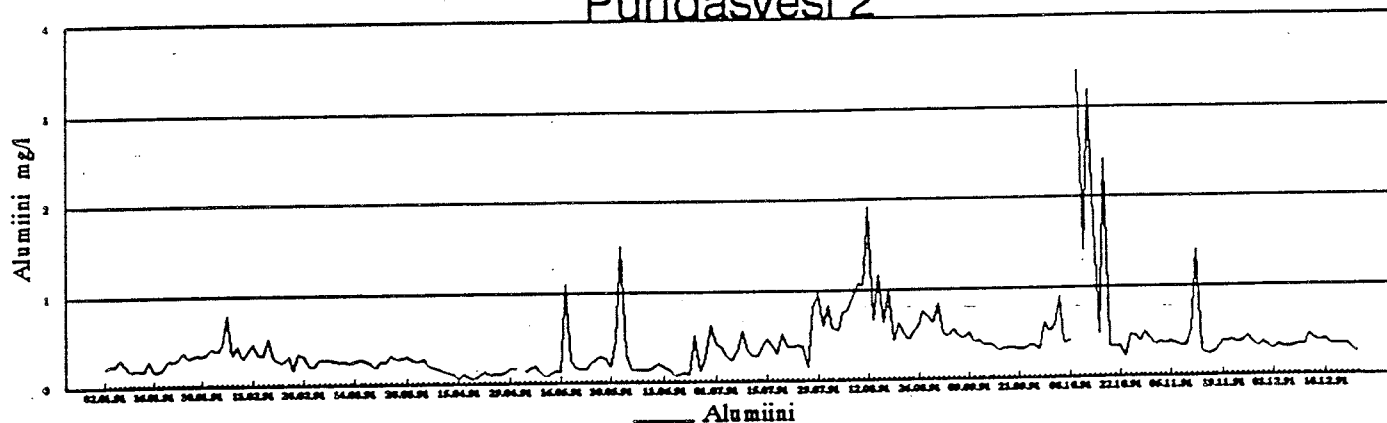
Puhdasvesi 2



Puhdasvesi 2

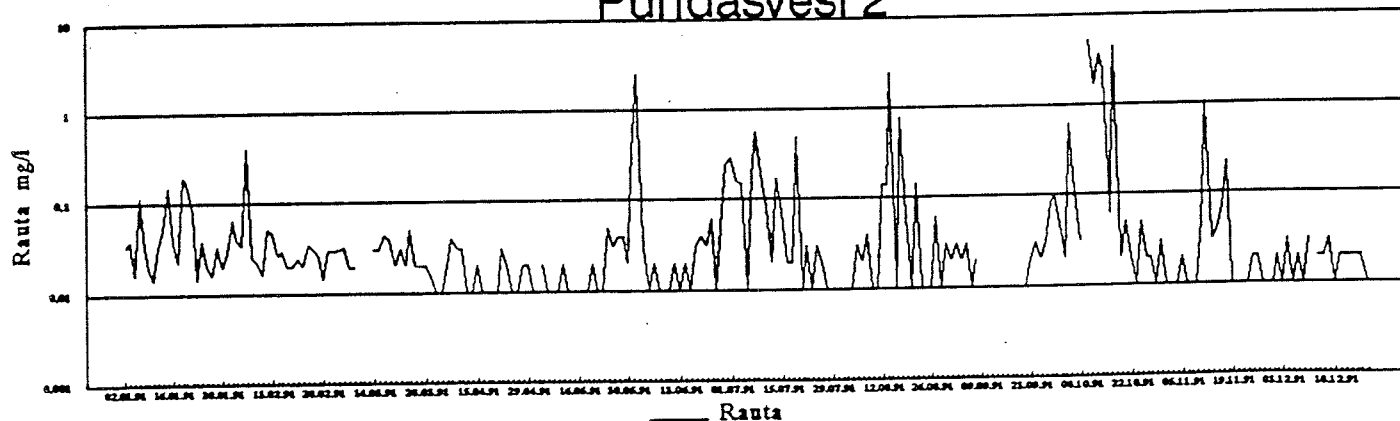


Puhdasvesi 2

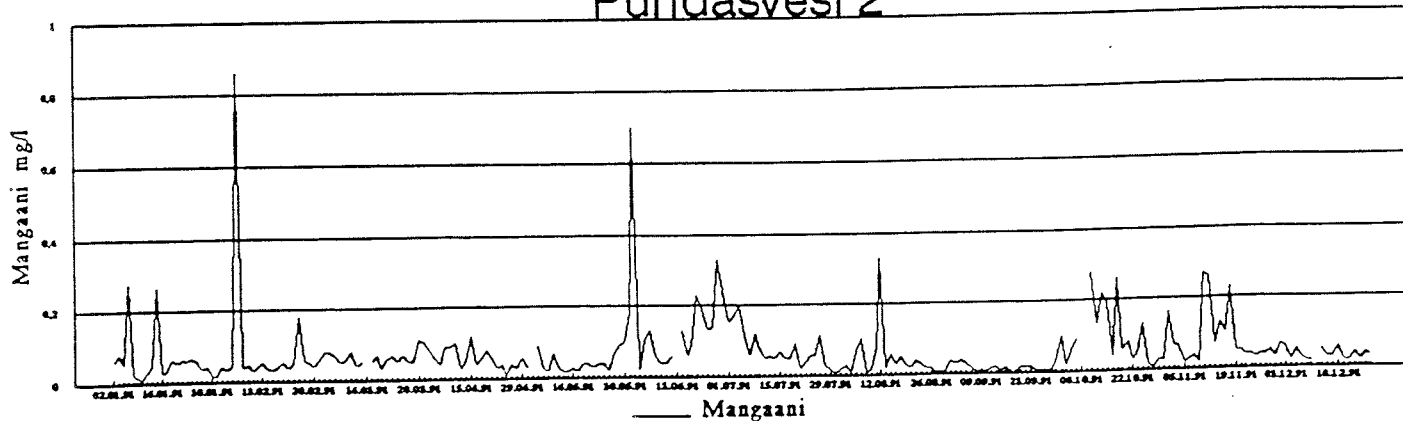


Logaritminen asteikko

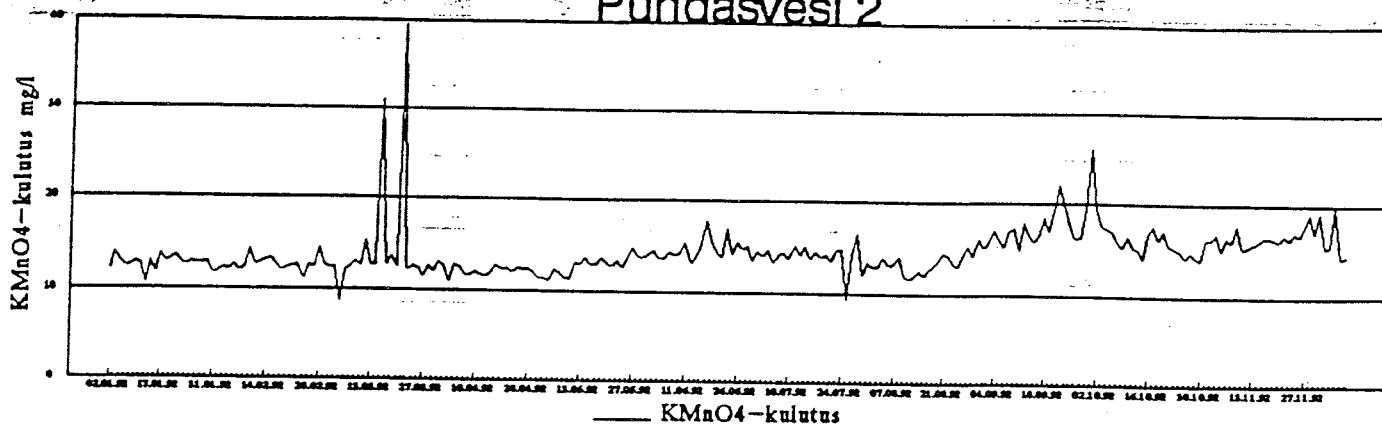
Puhdasvesi 2



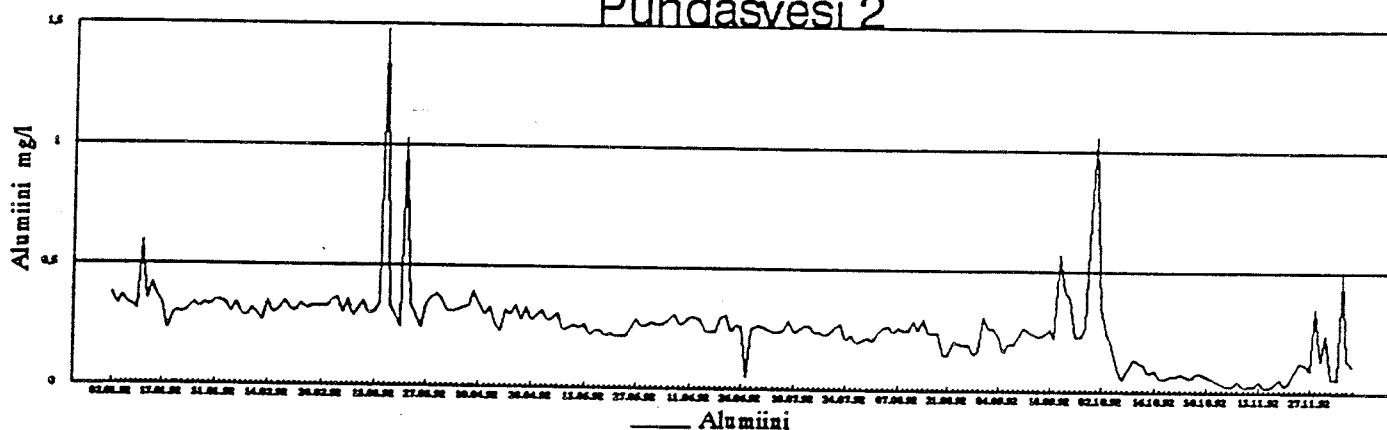
Puhdasvesi 2



Puhdasvesi 2

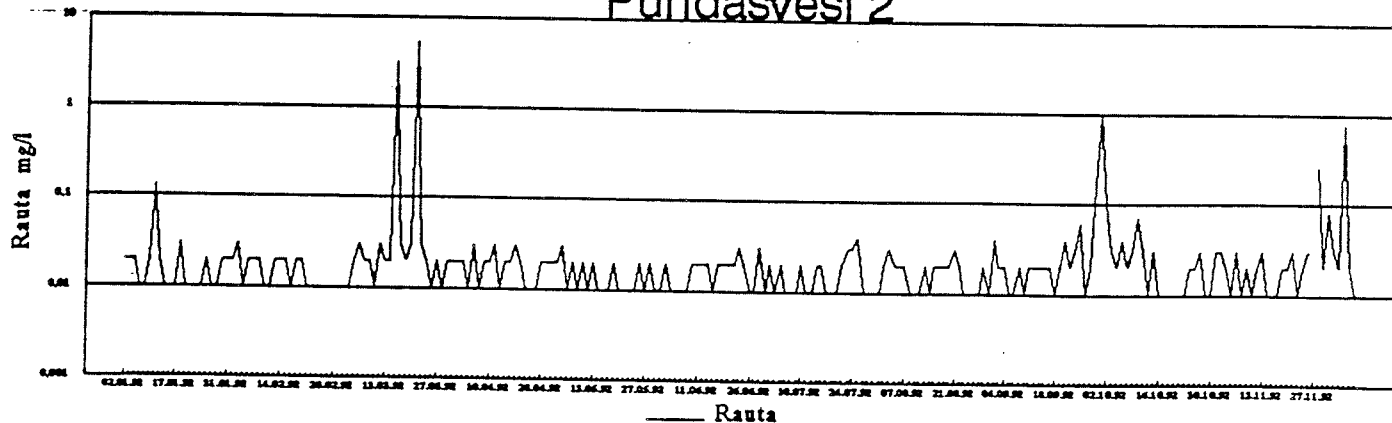


Puhdasvesi 2

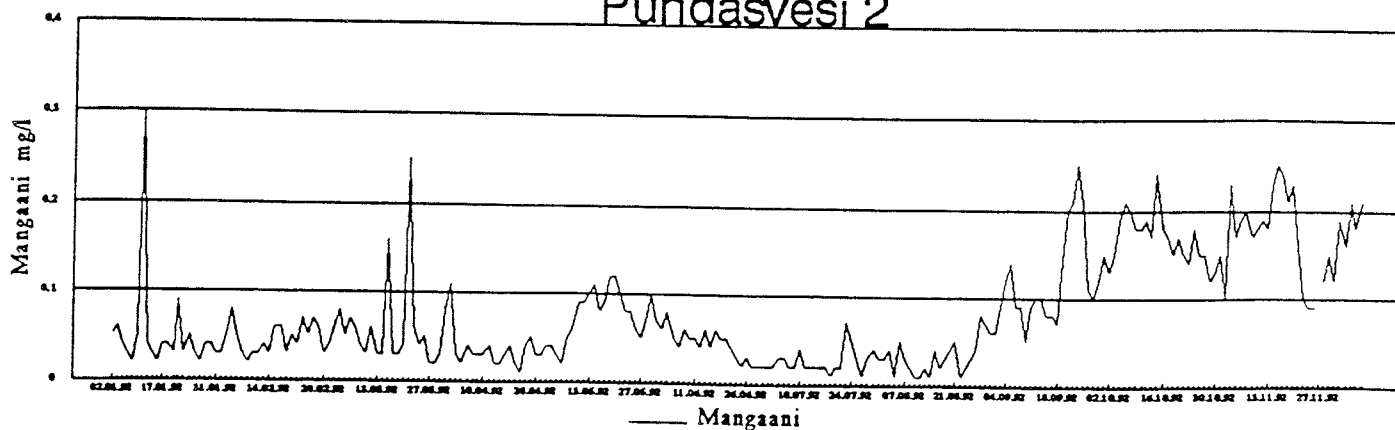


Logaritminen asteikko

Puhdasvesi 2



Puhdasvesi 2





WISAFOREST Kymmene

SELVITYS SK 1:n
SYÖTTÖVESI-, HÖYRY- JA
LAUHDEJÄRJESTELMÄN
TILASTA

TAMPEREEN PROSESSI-INSINÖÖRIT OY


JORMA KIIMALAINEN
FM, KEMISTI

Wisaforest Oy Ab

Pietarsaari

Selvitys SK 1:n syöttövesi- höyry- ja lauhdejärjestelmän tilasta.

Tilaaja: Keskeytysvakuutusosakeyhtiö Otso / Ensivakuutusyksikkö

10.11.1992 / Bror-Erik Mattsson

Tehtävä: Selvittää SK 1:n vesijärjestelmän tila ja analyysiraporttien perusteella tarkastella syitä, jotka ovat vaikuttaneet kattilan seinäputkien hiiliteräsmateriaalin haurastumiseen ja voimakkaaseen syöpymiseen sekä epätavalliseen kerrostumanmuodostukseen.

Tarkastelun kohteena ovat myös SK 1:n syöttöveden ja kattilaveden kemikaaliointijärjestelmät.

Selvityksen perustaksi saadut analyysiraportit:

1. SK 1:n kattilavesianalyysit 02.01.89—14.07.92
2. Puhdasvesi 2:n analyysiarvot 02.01.89—14.07.92
3. Lauhde ennen syve-säiliötä, analyysiarvot 02.01.89—14.07.92
4. Lisäveden analyysiarvot 02.01.89—14.07.92
5. Syöttövesien SK 1 imujohto- ja painejohto analyysiarvot 02.01.89—14.07.92
6. Natriumhydroksidin vastaanottotarkkailu - seurantaraportti 07.01.92—29.11.92
7. Soodakattilavesikorroosiotutkimus 92, molybdeeni-kloridi-sulfaatti-analyysitulokset viikoilta 43—46
8. NaOH-tillsats för pH-reglering av SK 1:s pannvatten, jan. 88—sept. 92
9. Soodakattilan korroosiotutkimus
 - Kaikkien järjestelmään tulevien lauhdeiden sekä lisäveden kupari-, pH-, sähkönjohtavuus- ja happimittausten arvot 17.11, 18.11, 19.11 ja 27.11.92.
 - SK 1:n kattilaveden, syve:n imu- ja painejohdon kloridi- ja happianalyysitulokset.
 - Lisäkemikaalien *Mitco LB-2000 S* ja *Azamina 8002 RD* natrium- ja fosfaattipitoisuudet.
10. Mitco LB-2000 S koeajo -käyttömääräys
 - Mitco LB-2000 S -käyttöturvallisuustiedote (Mitco Suomi Oy)
 - Mitco LB-2000 S -varuinformation (Mitco Ab, Sverige)
11. VTT:n tutkimusseloste MRG 752/92

Vedenkäsittely

Kemiallinen puhdistus

Wisaforest Oy ottaa raakaveden Luodon järvestä, josta vesi johdetaan välppien läpi pumppuasemalle. Välpätty eli mekaanisesti puhdistettu vesi johdetaan jäähdytys-, pesu- ja palovesiverkkoon. Toista linjaa pitkin vettä johdetaan kemialliseen puhdistukseen.

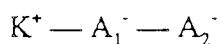
Ennen kemiallisen puhdistuksen saostusaltaita annostellaan putkeen flokkaus- ja pH:n-säätökemikaliot. Maaliskuuhun 1991 asti saostukseen käytettiin alumiinisulfaattia ja Na-aluminaattia. Sen jälkeen on alumiinisulfaatin annostelusta luovuttu ja se on korvattu rautasuolaflokkauksella. Ennen sekoitusaltaita veteen syötetään saostusapuainetta ¹, joka tehostaa flokinmuodostusta ja sen kestävyyttä.

Flotaatiolla poistetaan valtaosa muodostuneesta rautahydroksidi-alumiinihydroksidi-humus-flokista.

Raakaveden huonon laadun vuoksi vettä joudutaan hapettamaan ennen hiekkasuodatusta kaliumpermangnaatilla raudan ja mangaanin saostamiseksi. Lisäsaostettu vesi suodatetaan hiekkapatjan läpi, jonka jälkeen se johdetaan puhtasvesialtaisiin ja sieltä syöttövesilaitokseen.²

Syöttövesilaitos

Kemiallisesti puhdistettu vesi pumpataan ioninvaihtolaitokselle, jossa on kaksi rinnankytkettyä humussuodinta³. Tämän jälkeen on kolme kappaletta täyssuolanpoistosarjoja, jotka on kytketty seuraavasti:



¹ Fennofloc

² Liite 1, kaavio

³ Makrohuokoinen ioninvaihtoharts

Nämä sarjat ovat jatkuvaelvytteisiä, ns. ASAHI-menetelmä. Varalla em. sarjojen mahdollisten käyttöhäiriöiden vuoksi on yksi normaalielvytteinen varalinja, jonka kytkentä on edellisten kaltainen.

Sarjojen jälkeen vesi johdetaan välisäiliöön, jonka jälkeen on veden laatutason varmistamiseksi neljä sekavaihdinta (MB). Näistä on yksi kerrallaan käytössä, muut elvytyksessä ja varalla.

Täyssuolanpoistettu vesi varastoidaan lisävesisäiliöihin, joita on kaksi (2) kpl. Lisävesisäiliöistä vesi pumpataan syöttövesisäiliöihin, joita on kolme (3) kappaletta.

Syöttövesisäiliö (SK 1 ja öljykattila K7)

SK 1:n syve-säiliössä on levykaasunpoistin, johon lisävesi ja lauhde tulevat kokoomasäiliöstä erillisiä putkia pitkin.

Syve-säiliöön annosteltiin 10.02.92 asti monikomponenttikemikaliota, jonka kauppanimi on Azamina 8002 RD⁴. Samanaikaisesti kattilaveteen syötettiin trinatriumfosfaattia (Na_3PO_4).

Helmikuun 10. päivänä 1992 kemikalointia vaihdettiin niin, että edellä mainittu kemikalointi korvattiin monitoimiaineella. Uuden aineen kauppanimi on Mitco LB 2000 S. Tämän kemikalion syöttö jatkui 6.10.1992 asti, jolloin palattiin annostelevaan Azamina 8002 RD:tä sekä Na_3PO_4 :ää. Marraskuussa jälkimmäinen korvattiin mononatriumfosfaatilla (NaH_2PO_4).

Syve-säiliöstä vesi pumpataan kattilaan. Laitoksella on SK 1:tä varten kaksi sähkökäyttöistä ja yksi höyryturpiinikäyttöinen syöttövesipumppu.

Soodakattila 1

Kattilan normaali käyttöpaine on 63 bar ja höyrystys n. 30—35 kg/s. Höyry tulistetaan ja lämpötila säädetään alalieriössä olevan lämmönvaihtimen avulla. Ruiskutusta ei SK 1:ssä ole.

⁴ Liite käyttöturvallisuustiedote.

Höyry ja lauhteet

Kattilasta höyry ja lauhteet johdetaan turpiiniin sekä muihin käyttökohteisiin, joista palaavat lauhteet puhdistetaan. Tämän jälkeen niitä voidaan käyttää syöttövetenä.

Lauhteenpuhdistuslaitoksella oli 27.02.1992 asti käytössä

- yksi (1) magneettisuodin
- neljä (4) patruunasuodinta
- viisi (5) pehmennyssuodinta⁵

Magneettisuodin poistaa lauhteista magnetiittipartikkelit sekä niihin sitoutuneet kiinteät epäpuhtaudet.

Patruunasuotimet poistavat hienojakoiset partikkelit mekaanisesti.

Pehmennyssuotimet sitovat vahvaan kationinvaihtohartsiin (Duolite C26) mahdollisista raakavesivuodoista peräisin olevat kalsium- ja magnesiumionit (Ca^{++} ja Mg^{++}). Samalla hartsista vapautuu ekvivalentti määrä natriumia (Na^+).

27.09.1992 jälkeen toiminnassa on vain magneettisuodin.

Parhaillaan laitokselle asennetaan Pre-coat-suodattimia, jotka päällystetään Powdex-ioninvaihtohartsilla.

Havaintoja vesistä

Seurattaessa Puhdasvesi 2:n laatua ja laatuvaatimuksia vv. 1991—1992 ei KMnO_4 -kulutuksessa ole tapahtunut juurikaan muutoksia. Tosin vuonna 1991 (touko-elokuu) taso nousi systemaattisesti, mikä aiheutti rautapitoisuuden kasvua ja huomattavan korkeita piikkejä.

Elokuussa 1992 KMnO_4 -kulutus kasvoi hieman, ja samalla mangaanipitoisuudet nousivat huomattavasti tasosta 0,05 mg/l, tasolle 0,15 mg/l.

Puhdasvesi 2:n analyysien mukaan piirretyistä käyristä (KMnO_4 -kulutus - alumiini - rauta - mangaani) havaitaan seuraavat seikat:

Kun KMnO_4 -kulutus kasvaa, mikroflokin päästessä hiekkasuotimien läpi, flokkauskemikalioinin jäädessä alimääräiseksi tai reaktioajan jäädessä liian lyhyeksi, kohoavat veden rauta- (Fe), mangaani- (Mn) ja alumiinipitoisuudet (Al).

Tämän selittää se seikka, että luonnonvesissä rauta ja mangaani ovat positiivisella varauksellaan suuressa määrin sitoutuneet humuspartikkelin negatiivisiin kohtioihin. Jos humus ei poistu kyllin hyvin flokkauksessa, KMnO_4 -kulutus kohoaa; rauta ja mangaani seuraavat läpimennyttä humusta.

Havaittujen kattilakerrostumien kannalta ollee humukseen sitoutuneilla metalleilla vaikutusta, sillä niiden tarttuminen kationinvaihtimeen heikkenee.

Lisävesi

Lisävedestä on mitattu pH sekä analysoitu alumiini ja silikaatti.

Alumiinimäärä laski kemikaliovaihdon yhteydessä, kun alumiinisulfaatti vaihdettiin Finnferriin.

Silikaattimäärä on heitellyt suuresti huhtikuuhun 1992 asti, jolloin se näyttää tasaantuneen n. 0,01—0,02 mg/l tasolle.

Syve-säiliöön tuleva kokoomalauhde

Kokoomalauhteen pH on tasoltaan 8,5—9,0, joskin piikkejä puoleen ja toiseen näkyy runsaasti. Na^+ -pitoisuus on vuoden 1992 kesäkuusta syyskuuhun ollut erittäin korkealla, ja pH-taso on samalla noussut.

Na⁺-pitoisuudella näyttäisi olevan yhteyttä kattilaan tapahtuvaan NaOH-annostelun kanssa. Näin ollen voitaneen päätellä, että kattila on kuohunut, kun siihen on pumpattu lipeää. Ilmeinen kuohuminen selittää myös turpiiniin syntyneet kerrostumat.

SK 1:n imu- ja painejohto

Mitattujen johtokykyjen ja pH:n arvot vaihtelevat, mikä johtuu syve-säiliöön syötettävän kemikalion määrästä ja lauhde/lisävesi-suhteesta.

Viikoittain tehtävä happianalyysi on osoittanut vuonna 1989 viisi (5) 100 ppb:n arvoa ja muutamia arvoja, jotka ylittävät huomattavasti sallitun 10 ppb:n arvon.

Vuonna 1990 ja 1991 aina lokakuuhun asti happipitoisuus on ollut alhainen, mutta marraskuussa 1991 happimäärä on kohonnut tasolle, jolla se on pysynyt aina marraskuun 1992 lopulle asti. Tuolloin ns. hidaskiehutusta lisättiin syve-säiliössä, mikä auttoi laskemaan happimäärää.

Happi mitataan vesilaboratoriossa ns. CHEMETRIC-menetelmällä. Siinä vesinäyte otetaan alipaineen avulla lasiampulliin, jossa on indigokarmiinireagenssia. Ampullissa vesinäyte saa reagenssin värjäytymään punaiseksi; värin intensiteetti on suoraan verrannollinen veden happipitoisuuteen.

Tässä yhteydessä on huomutettava, että Wisaforestin laboratoriossa käytettävien ampullien mittausyläraja on 100 ppb — raportoidut 100 ppb-arvot voivat siis ylittää ampullin osoituskyvyn huomattavastikin.

Joulukuun alkupuolella laboratoriossa on mitattu jatkuvatoimisella ORBISPHERE-mittarilla lauhdeiden ja syven happipitoisuuksia. Imujohdon happi vaihteli 10—20 ppb:ssä, mutta syve-pumpun painepuolella pitoisuudet olivat 100—200 ppb. Syöttövesipumpusta siis menee ilmaa veteen.

Kattilavesi

pH

Kattilaveden pH on päivittäisten laboratoriomittausten mukaan pääsääntöisesti välillä 8—10, joskin jaksottaista, systemaattista tasonvaihtelua on selvästi nähtävissä. Esimerkiksi 10.11.1991—5.02.1992 pH on ollut korkealla. Alasajojen jälkeen startissa lähdetään matalista pH-arvoista — alle 8,0:n.

DENÅn suositustaulukoissa SK 1:n paineluokassa (67 bar) pH:n alarajaksi on annettu 9,0 ja ylärajaksi 9,1 + log sähkönjohtavuudesta (mS/m). Jos tätä noudatetaan, pH-alue on SK 1:n kattilavedessä 9,0—9,7. Saksalaisen suositustaulukon antamat arvot (VGB) poikkeavat näistä jonkin verran.

Kattilaveden pH:n äkilliset heilahtelut happamaan suuntaan vahingoittavat magnetiittikalvoa. Heilahdukset emäksiseen suuntaan, korkea pH, puolestaan saattavat aiheuttaa kuohumista ja mahdollisesti magnetiittivaurioita.

Rauta-, natrium-, silikaatti- ja humuspitoisuuksien vaihtelut seuraavat toisiaan; ne riippuvat kattilaveden konsentroitumisesta ja ulospuhalluksen määrästä.

DENÅ:n taulukoissa on annettu tähän paineluokkaan seuraavat ylärajat:

KMnO ₄ -kulutus	80 mg/kg
SiO ₂	7 mg/kg
Na ⁺ + K ⁺	150 mg/kg
Johtokyky	80 mS/m
PO ₄ ⁻	15 mg/kg

Mittausten mukaan näitä arvoja ei ole missään yhteydessä ylitetty.

Yhteenveto

Kun tarkastellaan Wisaforest SK 1:n ja siihen liittyvän vesi-höyrykierron kokonaisuutta, voidaan havaita ja todeta seuraavia seikkoja:

pH-mittaukset

Mittausten tarkkuuteen tulee kiinnittää huomiota. Prosessimittausten kalibrointi on järjestettävä niin, että kemikalioiden syöttö, joka perustuu pH:hon, voidaan hoitaa oikein.

Kun tarkastellaan esimerkiksi kattilaveden pH:n laboratorio- ja prosessimittausarvoja, havaitaan, että ne eroavat toisistaan enimmillään jopa n. 2 pH-yksikköä. 0,5—0,7 yksikön ero arvoissa ei ole kovinkaan harvinainen. Tällaisen eron minimoimiseksi prosessimittarit tulisikin huoltaa ja kalibroida säännöllisesti.

Mittarien oikea näyttö on erityisen tärkeää, koska syöttövesisäiliöön annosteltavia kemikalioiden⁶ ei pystytä analysoimaan laboratoriossa. Ainoa indikaatio on pH.

Ehkä juuri mittausvirheiden vuoksi on jouduttu tilanteisiin, joissa liian alhaista pH:ta on täytynyt nostaa äkillisesti natriumhydroksidilla. Hydroksidin syöttötartetta ei kuitenkaan selvästi näy laboratorioraporteista⁷; yhden vuorokauden aikana pH on saattanut laskea äkillisesti, jolloin tilannetta on jouduttu korjaamaan lipeällä.

Liitteenä olevasta NaOH-syöttödiagrammista käy ilmi kuukausittain syötetty lipeämäärä. Siitä eivät kuitenkaan ilmene syötön tarkka ajankohta ja kertaannoksen suuruus. Jos lipeää on syötetty liian nopeasti, kattila on saattanut kuohua hetkellisesti, mikä selittäisi turpiinikerrostumat. Höyryn silikaattianalyysien perusteella kerrostumia ei voida selittää.

⁶ Mitco LB 2000 S ja Azamina 8002 RD

⁷ Yksi mittaus päivässä

Sähkönjohtavuusmittaukset

Veden sähkönjohtavuus ilmaisee siinä olevien varauksellisten ionien määrää. Johtavuus riippuu myös ionien laadusta.

Kattilalaitoksissa puhutaan suorasta ja epäsuorasta sähköjohtokyvystä.

Suora sähkönjohtokyky mitataan näytevedestä suoraan, epäsuora puolestaan näytteestä, joka on johdettu ennen mittauksia happoelvytteisen kationinvaihtimen läpi.

Happoelvytteisen kationinvaihtimen läpi tulee ottaa syöttöveden, lauhteiden ja höyryjen näytteet, joista mitataan sähkönjohtokyky. Tämä vaihdin poistaa haihtuvien alkalien kationit näytteestä, ja näin neutraalit suolat muuttuvat vastaaviksi hapoiksi — johtokykymittaukset herkistyvät, sillä em. tavalla muodostuneiden happojen johtavuus on suurempi kuin vastaavien suolojen.

Taulukosta ilmenee happoelvytetyn kationinvaihtimen vaikutus johtokykyyn.

Yhdiste	Konsentr. [µg/l]	Johtokyky [mS/cm (20°C)]
H ₂ O		0.045
NaCl	5	0.050
NaCl	15	0.065
NaCl	25	0.080
NaOH	5	0.055
NaOH	15	0.080
NaOH	25	0.140
HCl	5	0.070
HCl	15	0.165
HCl	25	0.275

Taulukko 1. Vesiliuosten johtokykyjä

Nykyisin Wisaforestilla mitataan prosessissa ja laboratoriossa vain suoraa johtokykyä. Myös tehtaalla olevat lauhdevahdit mittaavat vain suoraa johtokykyä. Lauhdevahtien huonosta mittausherkkyydestä aiheutuu vaara, että niiden antaman viestin perusteella ei saavuteta asetettua hälytys-kaanaaliinajorajaa. Tällöin palautukseen hyväksytään epäkelpoja lauhhteita — syöttövesikattilakiertoon pääsee suoloja.

Liuenneen hapen mittaus syöttövedestä

Syve-pumpun imu- ja painepuolelta mitattiin happipitoisuuksia, jotka imupuolella kohosivat jopa 100 ppb:hen ja painepuolella 200 ppb:hen.

Näin korkeisiin arvohin olisi pitänyt kiinnittää huomiota ja niiden syy selvittää heti arvojen ilmaannuttua raporteihin. Näin ei kuitenkaan tehty — korkeita happipitoisuuksia ei selvitetty, vaikka niistä raportoitiin useiden kuukausien ajan.

Kattilavauriot ovat aiheutuneet ainakin osaksi tästä kattilaveden korkeasta happipitoisuudesta. Vaurioiden syntymekanismeista voidaan esittää vain oletuksia, mutta ainakin seuraavat syyt ovat ilmeisiä.

Korkea happipitoisuus on

- ♦ jossakin määrin aiheuttanut normaalia happikorroosiota
- ♦ muuttanut nesteen ja metallipinnan välistä potentiaalieroja epäedulliseen suuntaan ja näin edistänyt korroosiota
- ♦ saattanut aiheuttaa reaktioita syöttövedeen annosteltujen orgaanisten kemikalioiden kanssa; pilkkoutuessaan kemikalioiden on syntynyt kuumille teräspinnoille happamia, syövyttäviä yhdisteitä, esimerkiksi CO₂:ta
- ♦ vaikuttanut syntyvän magnetiittikalvon rakenteeseen niin, että se on suurta-keinen ja harva.

Kloridi ja kupari

Laboratorion prosessiseurannan aikana analysoitiin lauhteista, lisävedestä ja kattilavedestä kloridi- ja kuparipitoisuuksia⁸, jotta löydettäisiin korroosioyhdisteissä esiintyvien ko. aineiden alkuperä.

Kuparia ei pystytty toteamaan, koska määrittystarkkuus AAS:llä on 3 µg/l. Pitoisuudet jäivät tämän tarkkuusrajan alle.

Kloridia analysoitiin lauhteesta ennen puhdistusta 0,30 mg/l sekä lauhteesta ennen syve-säiliötä, keittämön lauhteesta, apulauhdutin 2:n lauhteesta ja omakäyttölahde 1:stä 0,10 mg/l. Muissa pitoisuus oli alle 0,10 mg/l.

pH:n säätämiseksi käytetyssä lipeässä NaCl-pitoisuus vaihteli 0,25%:n ja 1,78%:n välillä, mikä vastaa kloridina n. 2—15 g/l Cl⁻.

Kattilassa kloridi väkevoituu, ja pitoisuus on analyysien mukaan 0,35—0,66 mg/l. Tätä on pidettävä korkeana kloridipitoisuutena, joskin joissakin artikkeleissa annetaan korkeampiakin raja-arvoja.

Kloridin korrosiovaikutus riippuu muusta kattilavesikemiasta, joten tarkkaa rajaa on mahdoton ilmoittaa.

Molybdeeni

Molybdeenilähdettä ei ole todettu. Kattilavedestä on analysoitu 0,09 mg/l Mo-pitoisuus. Vähäisistä analyyseistä ei kuitenkaan käy ilmi, onko arvo normaali vai ilmeneekö joissakin tilanteessa korkeampia arvoja, joista saostumien molybdeeni voi olla peräisin.

Sulfaatti

Syöpymäkohtien kerrostumista löytyi rikkiä. Rikkilähdettä ei ole todettu lisävedestä tai lauhteista.

Kattilavedessä on 1,2—2,7 mg/l sulfaattia, josta kerrostumien rautaan yhtynyt rikki on peräisin. Mahdollisesti sulfaatti on jossakin vaiheessa ollut piiloutuneena saostuman alla, jolloin se on happomuodossa, rikkihappona, aiheuttanut syöpmää.

Kemikalioinit

Azamina 8002 RD + Na₃PO₄

Käyttöturvallisuustiedotteen mukaan Azamina 8002 RD sisältää sykloheksyyliamiinia 25% ja aminoetyylietanoliamiinia 30%. Nämä säättävät syöttöveden, kattilaveden ja lauhdeiden pH:ta. Lisäksi siinä on hapensidontakemikalioa, jonka koostumusta valmistaja ei ilmoita.

Azamina 8002 RD on yleiseen käyttöön levinnyt kattilavesikemikalio. Se syötetään syöttövesisäiliöön. Azamina ei yksin riitä kemikalointiin, vaan kattilaveteen syötetään sen lisäksi fosfaattia⁹.

Azamina 8002 RD:n käytön varjopuolena on se, että kemikalion pitoisuutta ei pystytä analysoimaan vedestä. Analyysimenetelmiä on kyllä julkaistu, mutta käytännössä mikään menetelmä ei toimi. Annostelun perusteena käytetään syöttöveden pH:ta.

Fosfaattia syötetään kattilaveteen pysyvän pH:n säätämiseksi sekä jälkikovuuden saostamiseksi. Fosfaattia on syötetty SK 1:een ilmeisesti liian vähän, koska se ei ole kyennyt puskuroimaan kattilaveden pH:ta tasaiseksi ja pH:ta on jouduttu säätämään lipeällä.

Mitco LB 2000 S

Mitco LB 2000 S -nimistä monikomponenttikemikaliota on syötetty SK 1:n syöttövesisäiliöön helmi—lokakuussa 1992.

⁹

Na₃PO₄, NaHPO₄ tai NaH₂PO₄

Mitco LB 2000 S:ään on vaihdettu ilmeisesti siksi, että sitä on helppo syöttää: yhtä kemikaliota syötetään matalaan paineeseen, syve-säiliöön. Valmistajan, ruotsalaisen Mitco Ab:n, mukaan kemikalio sisältää:

- ♦ 2-amino-2-metyyli-1-propanolia, joka haihtuu helposti höyryn mukaan ja alkaloi höyryt ja lauhteet.
- ♦ trietanoliamiinia, joka suurimmaksi osaksi jää alkaloimaan kattilavettä ja vain osittain siirtyy höyryyn.
- ♦ polymaleinaattia, joka on pienimolekyylinen dispergointiaine.
- ♦ 1-hydroksietyleeni-disfosfonaattia, joka on orgaaninen fosfaatti. Se saostaa jälkikovuutta. Kirjallisuustietojen mukaan fosfonaatit hajoavat n. 260 °C:n lämmössä (50 bar). Hajoamistuotteita ei ole ilmoitettu, mutta orgaanisesta osasta saattaa syntyä haitallisia yhdisteitä, kuten CO₂:ta.
- ♦ Azamina 8008 RD:tä, jossa on hapensidonta-ainetta, kuitenkin niin vähän, että valmistaja suosittaa hapenpoistoaineeksi Mitco 88 -lisäkemikaliota. Hapenpoistokemikalion annostelutarvetta ei ole otettu huomioon.

Keskusteluissa Wisaforest Oy:n henkilökunnan kanssa olen saanut sellaisen kuvan, että Mitco LB 2000 S on käsitetty kalvoamuodostavaksi amiiniksi, sillä tällaisia aineita on Suomessa käytössä useissa vastaavanlaisissa kattiloissa. Mitco LB 2000 S:ää ei tietääkseni ole kuitenkaan kokeiltu muualla Suomessa, ainakaan tässä paineluokassa (63 bar).

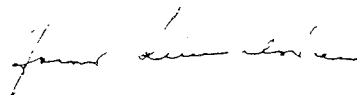
Kalvonmuodostaja-amiiniin viittaavan mielikuvan Mitco LB 2000 S:tä saa helposti Mitco Ab:n esitteestä "Amiinipohjaiset kattilavesikemikaalit", M. Böre 19.9.1991. Sen mukaan hapenpoistokemikaliosyöttö on tarpeen, kun happipitoisuus on "enemmän kuin puolisisensataa ppb:tä".

Kaikkien ohjearvojen mukaan, kaikissa paineluokissa, alkalisella ajotavalla, O₂-pitoisuuden yläraja on 10 ppb.

Johtopäätökset

Kattiloiden toimintavarmuuden lisäämiseksi ja kestävyysparantamiseksi Wisaforest Oy:n olisi nähdäkseni huolehdittava seuraavien asioiden kuntoon saatamisesta:

- ♦ Analyysiarvojen seuranta on aktivoitava
- ♦ Poikkeavien arvojen ilmaantuessa niiden syyt on selvitettävä viivyttelämättä, jotta viat saadaan poistettua.
- ♦ Koko vedenkäsittelyjärjestelmän kontrollointi on järjestettävä myös epätavallisten tilanteiden vaatimuksia vastaavaksi — käyttöhenkilökunnalle on selvitettävä, miten poikkevat tilanteet voidaan korjata ja mitä korjaustoimien laiminlyönti aiheuttaa.
- ♦ prosessimittareiden kalibroinnista on huolehdittava säännöllisesti. Nykyistä kemikalointia ei voida analysoida laboratoriossa ja annostelu perustuu prosessimittaukseen (jonka on siksi toimittava tarkasti ja luotettavasti häiriöttömän toiminnan takaamiseksi).
- ♦ syve-, lauhde- ja höyrynäytteenottoihin tulee asentaa happoelvytteiset kationinvaihtimet ennen sähköjohtokykymittauksia (mittareita).
- ♦ Kaanaaliinohjaukselle on asetettava johtokykyrajat (0,5—1,0 mS/m)



20.12.92

LIITTEET

1. Veden kemiallinen puhdistus (kaavio)
2. SYVE-laitos
3. Soodakattilavesien korroosiotutkimus -92
($\text{Mo-Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$)
4. Soodakattilan korroosiotutkimus
5. Natriumhydroksidin vastaanottotarkkailu
6. NaOH-tillsats för pH-reglering av SK1:s pannvatten
7. Mitco LB-2000 S -käyttöturvallisuustiedote
8. Mitco LB-2000 S -varuinformation
9. Azamina 8002 RD -käyttöturvallisuustiedote
10. Voimalaitoksen analyysit. Puhdasvesi 1989-1992
11. " SK1 Lisävesi 1989-1992
12. " SK1 Lauhde 1989-1992
13. " SK1 Syöttövesi 1989-1992
14. " SK 1 Kattilavesi 1989-1992

SUOSITUS SOODAKATTILAN POHJAN COMPOUND- RAKENTEIDEN TARKASTAMISEKSI

RITVA PAALANEN, TEKNILLINEN TARKASTUSKESKUS

**Teknillinen Tarkastuskeskus
Keskeytysvakuutusosakeyhtiö OTSO
ETY-Soodakattilavaliokunta**

**SUOSITUS SOODAKATTILAN POHJAN
COMPOUND-RAKENTEIDEN TARKASTAMISEKSI**

EVK-15401V-03

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
1. Johdanto	1
2. Tarkastuslaajuus	1
3. Valmistelevat toimenpiteet	1
3.1 Pohjan tyhjennys	1
3.2 Pintojen tarkastus	2
4. Tarkastus	2
4.1 Silmämääräinen tarkastus	2
4.2 Tunkeumanestetarkastus	2
4.3 Indikaatiooiden kirjaaminen	3
4.4 Muut mahdolliset tarkastukset	3
5. Vikojen korjaaminen	4
6. Seuraavat tarkastukset	4

Tarkastuspöytäkirja

VK-15401V-03

ETY-Soodakattilavaliokunta

Suositus soodakattilan pohjan compound-rakenteiden tarkastamiseksi

1. JOHDANTO

Suosituksen tarkoitus on antaa menetelmät ja toimenpiteet soodakattilan pohjan compound-rakenteiden tarkastukseen syöpymän ja jännityskorroosion tai termisen väsymisen aiheuttaman säröilyn toteamiseksi.

2. TARKASTUSLAAJUUS

Tarkastuslaajuus määritellään kussakin tapauksessa erikseen. Suositeltavin laajuus on pohjan 100-prosenttinen tarkastus, koska vikojen sijainti ei ole ennustettavissa.

3. VALMISTELEVAT TOIMENPITEET

3.1 Pohjan tyhjennys

Tarkastusta varten kattilan pohja tyhjennetään ja tarkastettavat pinnat puhdistetaan ja kuivataan huolellisesti.

Pohjan tyhjennys voidaan tehdä liuottamalla vedellä tai mekaanisesti (piikkaus tai painevesileikkaus). Piikkauksessa vaarana on putken vioittuminen ja vesipuhdistuksen jännityskorroosio, jos lämpötila ylittää 60 °C.

Suosittelavin tapa puhdistaa pohja on piikkaus. Jos puhdistus tehdään vedellä (esim. sularännit korkealla ja iso palamaton keko), on syytä käyttää mahdollisimman suurta vesimäärää, jotta pohjaa vasten oleva liuos on mahdollisimman laimea.

3.2 Pintojen puhdistus

Pintojen lopullinen puhdistus tehdään teräsharjalla (austeniittinen - teräs).

Olellainen työvaihe ennen tarkastusta on pohjan kuivaus, joka voidaan tehdä lämmittämällä pohjaa hieman yli 100 °C:een esim. primääri-ilmapuhaltimilla tai polttimilla.

4. TARKASTUS

Soveltuvimmat menetelmät ovat silmämääräinen tarkastus ja tunkeumanestetarkastus.

4.1 Silmämääräinen tarkastus

Ensimmäinen vaihe on aina silmämääräinen tarkastus, jolla havaitaan syöpymät ja pitkälle edennyt säröily. Silmämääräisessä tarkastuksessa erityisen tärkeää on riittävä valaistus.

4.2 Tunkeumanestetarkastus

Ennen tunkeumanestetarkastusta tarkastettava alue puhdistetaan poistoaineella (liuottimella). Kuivumisen varmistamiseksi voidaan käyttää kehitettä siten, että kehite levitetään, annetaan kuivua ja harjataan pois ennen tarkastusta.

Tarkastajista ainakin yhdellä tulee olla Nordtest-tason 2 lupa.

Suosittelavin menetelmä on tarkastus vedellä poistettavalla fluoresoivalla tunkeumanesteellä tai osatarkastuksissa liuottimella poistettavalla tunkeumanesteellä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää värillistä vedellä poistettavaa tunkeumanestettä.

Tarkastusvälineet:

- sarja vedellä poistettavaa fluorisoivaa tunkeumanestettä
 - halogeenivalo tai pistefokusoitu uv-valo
 - suojaerotusmuuntaja (220 V)
- tai
- sarja vedellä poistettavaa värillistä tunkeumanestettä
- tai
- sarja liuottimella poistettavaa tunkeumanestettä

Koko pohja-alueen tarkastus:

Tunkeumaneste levitetään kerralla koko pohjan alueelle. Tunkeutumis aika on vähintään 15 min, jonka jälkeen ylimääräinen tunkeumaneste poistetaan varovasti vedellä (letkuttamalla). Ylimääräinen vesi poistetaan esim. imurilla. Pinta kuivataan sieniliinalla tai kankaalla. Lopullinen kuivaus ja puhdistus ennen kehitteen levitystä tehdään saman sarjan poistoaineella ja/tai kuivalla kankaalla.

Pohja-alue jaotellaan esim. 1 m levyisiksi tarkastusvyöhykkeiksi seinästä lukien. Kehite levitetään kerralla kullekin vyöhykkeelle. työn nopeuttamiseksi tarkastusta tehdään samanaikaisesti kahdella vyöhykkeellä.

Kehite levitetään kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa levitetään ohut kerros ja tarkkaillaan indikaatioiden syntyä n. 10 min ajan. Tämän jälkeen kehitettä levitetään paksumpi kerros edellisen päälle ja tarkkaillaan jälleen 10 min.

Pohjan osatarkastus:

Jos tarkastettavat alueet ovat pieniä ja yksittäisiä, käytetään puhdistuksessa veden sijasta poistoainetta. Herkkyyden parantamiseksi voidaan valita yksinomaan poistoaineella poistettavia tunkeumaneste-laatuja. Kehite levitetään kahdessa vaiheessa kuten edellä.

4.3 Indikaatioidenkirjaaminen

Viivamaiset todelliset indikaatiot (säröt) ja silmämääräisessä tarkastuksessa todetut syöpymät kirjataan. Alaltaan yli 1 cm² ja/tai syvyydeltään yli 0,3 mm syöpymät kirjataan yksityiskohtaisesti ja näitä lievemmät vain maininnalla.

Kirjaamislomake täyttöohjeineen on liitteessä 1. Täytetty lomake soveltuu pöytäkirjan liitteeksi.

Kirjaamista on syytä täydentää valokuvilla.

4.4 Muut mahdolliset tarkastukset

Saumat tulee tarkastaa myös muilla menetelmillä kuten röntgenkuvausella tai ultraäänimenetelmällä, jos on epäiltävissä päittäisliitosten yliseostumista (ns. vanhat compound-hitsit, joissa hitsaus-sauma on hitsattu lähes kokonaan austeniittisella lisäaineella). Suomessa on kehitetty laite, jolla on mahdollista mitata austeniittisen kerroksen paksuus hitsausliitoksessa.

5. VIKOJEN KORJAAMINEN

Jos syöpymän tai särön syvyys on alle puolet austeniittisen pinnoitteen paksuudesta, vian korjaamiseksi riittää pelkkä hionta. Muussa tapauksessa korjaus tehdään hitsaamalla erillisten ohjeiden mukaan. Esimerkkiohje hitsauksesta (VTT KOT03141 B) on liitteessä 2. Tapauksista, joissa särö tai syöpymä on edennyt putken pinnoitteen läpi ferriittiseen materiaaliin, on tehtävä erillinen korjaussuunnitelma.

Hitsaajien tulee suorittaa työkoe ennen työn aloittamista.

Suoritetut korjaukset sekä korjauksen jälkeiset tarkastukset kirjataan kirjauslomakkeen kohtaan "Huomautukset".

6. SEURAAVAT TARKASTUKSET

Pohjan 100-prosenttista tarkastusta suositellaan aluksi kerran kahdessa vuodessa, joko kerta- tai osatarkastuksina. Pohjan kunnon perusteella TTK:n tarkastajan kanssa on sovittava seuraavan tarkastuksen ajankohta.

SOODAKATTILAN POHJAN SÄRÖT JA SYÖPYMÄT

KATTILAN REKISTERINUMERO _____ TUNNUS K- _____
TARKASTUSAJANKOHTA _____ PAIKKA _____
TARKASTAJA _____
TARKASTUSMENETELMÄ _____

	PUTKEN NUMERO/ KOHTA (+ tai -)	KOODI (x/ n/ y/ s/ p)	HUOMAUTUKSIA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

PUTKEN NUMERO:

Putken numerointi juoksevasti alkaen oikeasta seinästä

KOHTA:

Särön kohta kattilan pohjassa ilmoitetaan senttimetreinä etuseinästä (+ merkki mitan edessä) tai takaseinästä (- merkki mitan edessä).

KOODI:

SIJAINTI (x):

h = putken päittäishitsi

p = putken pinnalla

e = evässä

v = putken ja evän hitsissä

LUKUMÄÄRÄ (n):

1 = 1 kpl.

3 = 2-5 kpl.

7 = 6-10 kpl

9 > 10 kpl.

MUOTO TAI SUUNTA PUTKEEN NÄHDEN (y)

l = pitkittäinen

t = poikittainen

v = verkkomainen

z = mosaiikki, verkkomainen

SYVYYS max (s):

Hionnan syvyys alkuperäisestä pinnasta

PITUUS (p):

Yksittäisen särön osalta särön pituus. Jos on useita säröjä tai mosaiikkimaista verkkomuo-
dostelmaa pituus on säröalueen pituus.

PUTKEN NUMERO:

Putken numerointi juoksevasti alkaen oikeasta seinästä

KOHTA:

Särön kohta kattilan pohjassa ilmoitetaan senttimetreinä etuseinästä (+ merkki mitan edessä) tai takaseinästä (- merkki mitan edessä).

KOODI:

SIJAINTI (x):

h = putken päittäishitsi

p = putken pinnalla

e = evässä

v = putken ja evän hitsissä

LUKUMÄÄRÄ (n):

1 = 1 kpl.

3 = 2-5 kpl.

7 = 6-10 kpl

9 > 10 kpl

MUOTO TAI SUUNTA PUTKEEN NÄHDEN (y)

l = pitkittäinen

t = poikittainen

v = verkkomainen

z = mosaiikki, verkkomainen

SYVYYS max (s):

Hionnan syvyys alkuperäisestä pinnasta

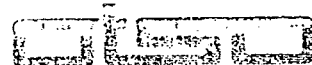
PITUUS (p):

Yksittäisen särön osalta särönpituus.

Jos on useita säröjätai mosaiikkimaista verkkomuo-dostelmaa pituus on säröalueen pituus.

Tilaaaja Otso Keskeytysvakuutus Oy, Bulevardi 10 B, 00120 Helsinki

Tilaus 12.11.1990, Esa Ilves



Käsittelijä Dipl.ins. Pekka Mäkinen p. 456 5373

11-12-1990

Tehtävä Soodakattilan korjaushitsausohjeen laatiminen.

Saadut asiatiedot

Soodakattilan compound-tyyppisissä putkissa esiintyy jännityskorroosi-
on aiheuttamia säröjä. Säröt sijaitsevat noin kämmenen kokoisilla
alueilla eri kohdissa rakennetta ja niiden syvyys on 2 - 3 mm.

Compound-putkien pintakerrokset ovat AISI 304 -tyyppistä ruostuma-
tonta terästä (SS 2352 ja SS 2333) ja sisäputket tavanomaista
hiiliterästä, jonka hiilipitoisuus on 0,22 %.

Suoritettut tutkimukset

Korjaushitsausohjeen laadinta saatujen asiatiетоjen pohjalta sekä
puikko- että MIG-hitsausta (täytelanka) varten.

Toimenpide-ehdotukset

Kyseessä olevan compound-rakenteen korjaushitsauksessa ovat
puikkohitsaus sekä MIG-hitsaus täytelangalla tarkoituksenmukaisia
menetelmiä. Täytelankahitsauksen käyttö tulee kysymykseen lähinnä
silloin, kun korjattavan alueen kokonaispinta-ala on suuri. Tällöin
täytelankamenetelmän parempi hitsiaineen tuotto korvaa puikkohitsausta
suuremmat lisäaine- ja suojakaasukustannukset.

Riipumatta siitä, kumpi menetelmistä otetaan käyttöön, ovat korjauksen vaiheet samankaltaiset lukuun ottamatta hitsausparametreja ja käytettävää lisäainetta + suojakaasua.

Korjaushitsauksen tulee sisältää vaiheet:

1. Korjattavien alueiden pesu ja kuivaus
2. Säröytyneet alueet hiotaan siten, että hiiliteräspankki tulee näkyviin ruostumattoman pintakerroksen alta. Turhaa hiiliteräksen hiomista on vältettävä, mutta sitä on kuitenkin jatkettava, kunnes pinta on täysin puhdas ja särötön.
3. Hiottujen alueiden säröttömyys varmistetaan tunkeumanestetarkastuksella.
4. Mikäli hiiliterästä on jouduttu hiomaan runsaasti, on syntynyt ainevajaus täytettävä hitsaamalla kyseisiin kohtiin pohjapalko käyttäen seostamatonta lisäainetta.
5. Varsinaisten pintapalkojen hitsauksessa on pyrittävä mahdollisimman alhaiseen lämmöntuontiin. Työlämpötila ei saa nousta yli 150 °C:n. Hitsaus tapahtuu putken pituusakselin suuntaisesti alkaen putken kyljistä ja edeten kohti putken lakea. Seuraava hitsipalko tulee aina puoliksi edellisen palon päälle. Hitsauksen aloitus- ja lopetuskohdat ovat ruostumattoman kerroksen puolella.
6. Pintapalkojen säröttömyys ja huokosettomuus varmistetaan tunkeumanestetarkastuksella. Aivan pintakerrokseen rajoittuvat viat hiotaan pois.

Hitsauksessa käytetään seuraavia parametrejä sekä lisäaineita:

Puikkohitsauksessa:

- lisäaineena käytetään yliseostettua puikkoa ESAB OK 67,60 tai vastaavaa, puikkojen on oltava kuivia
- lisäainevalmistajan suosituksen mukaisesti sopiva hitsausvirta 2,5 mm puikolla on 60 - 70 A

Täytelankahitsauksessa:

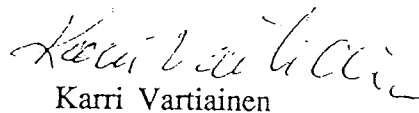
- lisäaineena käytetään 1,2 mm:n asentohitsauslankaa ESAB OK 14,22 Tubrod ja suojakaasuna seosta, jossa on 80 % argonia ja 20 % CO₂:a, tai vastaavan hitsiaineen koostumuksen antavaa lisäaine/suojakaasu -yhdistelmää
- sopiva hitsausvirta on 150 - 200 A ja kaarijännite 20 - 25 V

Espoo, 23.11.1990

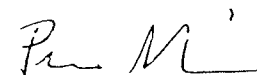
VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS

Konepajan tuotantotekniikan laboratorio

Laboratorionjohtaja


Karri Vartiainen

Tutkija


Pekka Mäkinen

LIITTEET

JAKELU

Tilaaja
VTT/TET/Arkisto
VTT/KOT/Arkisto



**SOODAKATTILAN POHJAN COMPOUND-
RAKENTEIDEN SÄRÖILYTUTKIMUS**

**MATTI KARHULA, LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN
KORKEAKOULU**

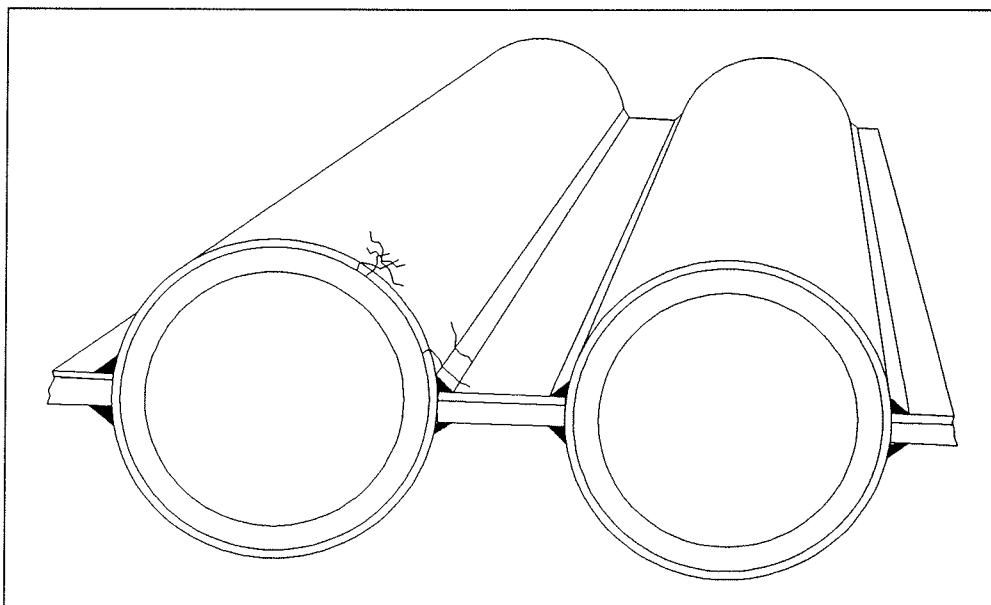
SOODAKATTILAN POHJAN COMPOUND-PUTKIEN SÄRÖILYTUTKIMUS

Soodakattilan tulipesän pohjaputkien säröily on viime vuosina aiheuttanut paljon ylimääräisiä korjaustoimenpiteitä. Säröilyä on esiintynyt compound-putkissa austeniittisen ruostumattoman teräksen (AISI 304 sekä AISI 304L) osalla. Säröilyyn johtava syntymekanismi on pääasiallisesti jännityskorroosio, mutta myös nopeat lämpötilavaihtelut käytön aikana voivat korroosioväsymisen muodossa lisätä säröjen muodostumista. Tulipesän pohjaputkien korjaustoimenpiteet, yhdessä lisääntyneillä puhdistustöillä ja tarkastustoiminalla, ovat nostaneet korjauskustannuksia korjausseisokeissa. Kun tuotannonmenetykset lasketaan yhteen korjauskustannusten kanssa, puhutaan vuosittain jo useista miljoonista markoista.

Sulfaattisellutehtaan talteenottoprosessi perustuu soodakattilapolttoon ja kaustisointiin. Talteenottoprosessin tärkein ja kallein osa on soodakattila, joka usein muodostaakin koko talteenottoprosessin kapasiteetin pullonkaulan. Siten soodakattilan käytettävyys ja kapasiteetin turvaaminen ovat koko talteenottoprosessille ratkaisien tärkeitä.

Soodakattiloilla on viime vuosikymmeninä tapahtunut muutoksia, jotka ovat lisänneet korroosioriskiä. Kattilan painetaso on noussut yli 80 bar:n, jolloin materiaalilämpötiloissa on tapahtunut nousua. Polttoliipeän kuiva-ainepitoisuus on noussut yli 70%:n, jopa yli 80%:n, jolloin kattilan hyötysuhde on parantunut ja on pystytty lisäämään polttokapasiteettia. Kuiva-ainepitoisuuden kasvulla on merkitys mm. korkeampaan keon lämpötilaan. Polttokapasiteetin kasvu ylikuormatilanteissa lisää kattilarasitusta.

Tulipesän pohjan compound-putkien pintakerroksen (austeniittinen ruostumaton teräs AISI 304 tai AISI 304L) säröily on nykyisin tullut ongelmaksi soodakattiloissa. Säröilyä esiintyy evähitsissä ja compound-putkien pinnoilla (kuva 1).



Kuva 1 Compound-putkien säröilyä evähitsissä ja putken otsapinnalla.

Säröilyn edetessä syvemmälle kohti austeniittisen ruostumattoman teräksen ja hiiliteräksen rajapintaa tapahtuu särön haaroittumista, ja kun etenevä särö saavuttaa rajapinnan pysähtyy särönkasvu säteensuunnassa. Särönkasvu tapahtuu tämän jälkeen rajapinnan suunnassa. Säröilyn laajentuessa tapahtuu pahimmillaan pintakerroksen irtoamista hiiliteräksen pinnasta, jolloin korroosio pääsee tapahtumaan vapaasti hiiliteräksessä.

Compound-putken seinämään kohdistuu jännityksiä pääasiassa lämpöjännityksistä, mitkä aiheutuvat materiaalien erilaisista pituuden lämpötilakertoimista, sekä asennusvirheistä ja lämpötaipumista.

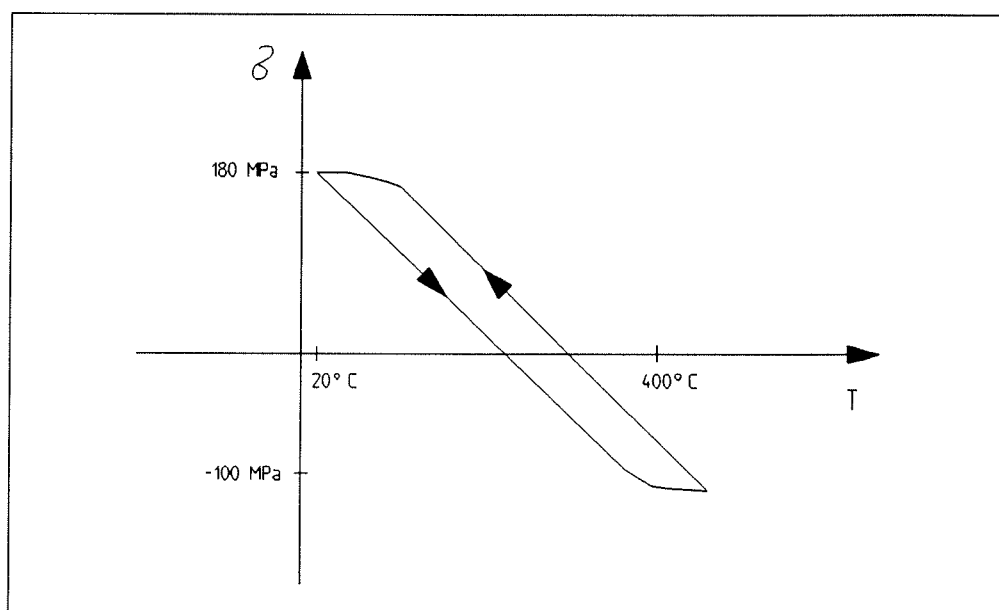
Tulipesän pohjan vaurioita on korjattu päällehitsauksella sekä vaihtamalla vaurioituneita putkia uusiksi. Korjauksien aiheuttama rahallinen kulu ei synny pelkästään korjauskustannuksista, vaan tuotannon menetyksistä aiheutuvat rahalliset menetykset voivat nousta suuriksi soodakattilan käytettävyyden alentuessa. Korjauskustannusten lisäksi sekä pohjan puhdistustyötettä pohjatarkastus lisäävät kustannuksia. Keskikokoisessa soodakattilassa (pohjan pinta-ala n. 80 m²) voidaan arvioida pohjan puhdistustöiden ja pohjatarkastuksen kustannukseksi n. 250 000 mk. Suomalaisen keskikokoisen sellutehtaan keskimääräinen tuotannon menetys korjausseisokeissa on n. 900 000 markkaa vuorokaudessa.

Jännityskorroosion edellytyksenä rakenneaineessa ovat sekä korrodoiva ympäristö että staattinen tai lievästi vaihteleva vetojännitystilä. Lisäksi materiaalin metallurgisen rakenteen täytyy olla taipuvainen jännityskorroosioon. Soodakattilan tulipesässä vaikuttavat erittäin ankarat olosuhteet. Kemikaalien talteenotto edellyttää soodakattilan tulipesän alaosassa pelkistävää vyöhykettä ja prosessi sisältää runsaasti rikkiä sisältäviä yhdisteitä, jolloin korrodoivien yhdisteiden muodostuminen on runsasta. Tulipesän pohjalle muodostuva sula koostuu pääasiassa sellaisista epäorgaanisista, suolapitoisista aineista kuin natriumkarbonaatti (Na₂CO₃), natriumsulfaatti (Na₂SO₄) ja natriumsulfidi (Na₂S). Lisäksi sulassa on pienempiä määriä muita yhdisteitä, kuten Na₂S₂O₃, NaOH, Na₂S₂, NaCl, KCl, KOH, K₂S ja K₂CO₃.

Selluprosessin sulkemisasteen kasvu lisää korroosiota edesauttavien yhdisteiden (K ja Cl) rikastumista kemikaalikiertoon ja sitä kautta pitoisuuksien kasvua soodakattilassa. Lisäksi normaalistikin prosessissa tarvittavien kemikaalien, kuten rikin, pitoisuus lisääntyy sulkemisasteen kasvun myötä. Vaikkakin kloorin käyttö eri muodoissaan valkaisukemikaalina on vähentynyt, joutuu sitä lipeäkiertoon mm. puun mukana. Kaliumin rikastuminen alentaa jähmettyneen sulakerroksen sulamispistettä, jolloin sula voi tunkeutua paikoitellen lähellekin pohjaa keon läpi.

Happi ja muut voimakkaat hapettajat lisäävät jännityskorroosioherkkyyttä ja jännityskorroosio nopeutuu lämpötilan noustessa. Esimerkiksi austeniittisella ruostumattomalla teräksellä esiintyy jännityskorroosiota hapettavissa kloridiliuoksissa ja murtumiseen riittää hyvinkin pienen vetojännitystilän olemassaolo. Kun lämpötila on alhaisempi kuin 50...60°C:tta, ei jännityskorroosiota yleensä esiinny. NaOH- ja KOH-vesiliuoksilla ei jännityskorroosiota esiinny alle 90°C:n lämpötilassa, mutta murtumislämpötilaraja ja murtumisen nopeus riippuvat suuresti lipeän väkevyydestä.

Tulipesän pohjan compound-putkien pintakerrosten jännitykset vaihtelevat soodakattilan käytön aikana siten, että kattilan ollessa alasajettuna (putken lämpötila n. 20°C) pintakerros on myötörajan suuruisen vetojännitystilän alaisena ja kattilan ollessa ajossa (putken lämpötila 300...400°C) pintakerros on myötörajan luokkaa olevan puristusjännityksen alaisena. Mikäli pintakerroksessa tapahtuu kattilan käytön aikana plastisoitumista, plastisoituu pintakerros myös alasajossa. Kuva 2 havainnollistaa compound-putken pintakerroksen jännitysvaihteluja.



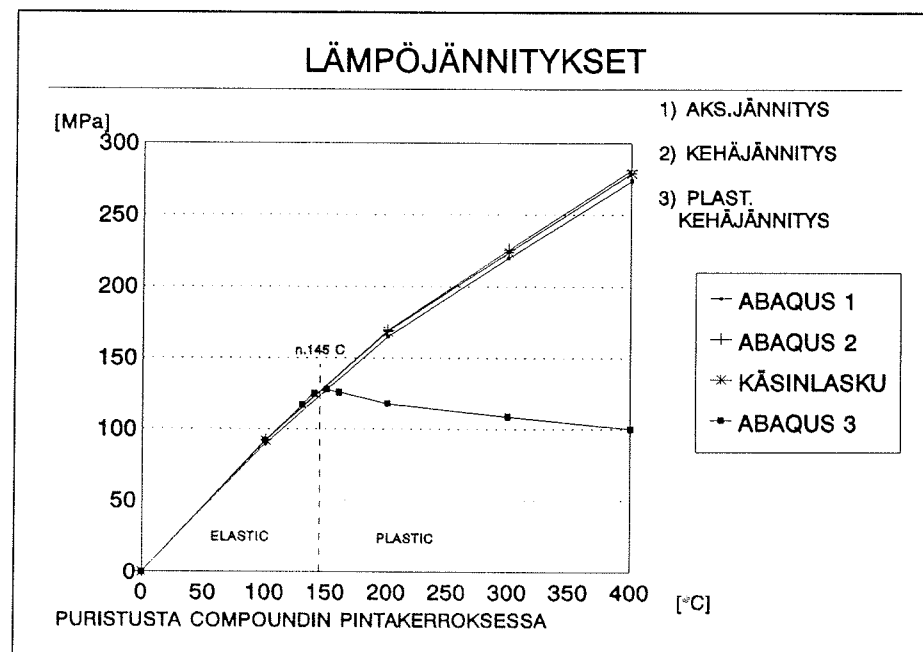
Kuva 2 Pintakerroksen plastinen käyttäytyminen.

Compound-putken pintakerroksen lämpötilan kohoamisesta aiheutuvia jännityksiä voidaan laskea kaavan 1 mukaan, kun tiedetään materiaalien pituuden lämpölaajenemiskertoimien erotus ja pintakerroksen kimmokerroin eri lämpötiloissa. Poissonin luvun arvojen ei oleteta muuttuvan lämpötilan kasvaessa.

$$\sigma_{ss} = \frac{\Delta\alpha E_{ss} \Delta T}{(1-\nu) \left(1 + \frac{t_o}{t_i}\right)} \quad (1)$$

σ_{ss}	= Pintakerroksen jännitys [MPa]
$\Delta\alpha$	= Materiaalienpituuden lämpölaajenemiskertoimien erotus [$1/^\circ\text{C}$]
E_{ss}	= Pintakerroksen kimmokerroin [MPa]
ΔT	= Lämpötilojen vaihteluväli [$^\circ\text{C}$]
ν	= Pintakerroksen Poissonin luku
t_o	= Pintakerroksen seinämän paksuus [mm]
t_i	= Hiiliteräksen seinämän paksuus [mm]

FEM - mallin vastaavuutta lämpöjännitysten osalta käsinlaskentaan havainnollistaa kuva 3 (lähtötilanteessa putki jännityksetön), jossa elastisesti suoritettujen ABAQUS-ajojen tuloksista saatuja kehäjännityksiä ja aksiaalisia jännityksiä verrataan käsinlaskettuihin arvoihin. Lisäksi kun plastisoituminen otetaan huomioon ABAQUS-mallissa, saadaan käyrän (ABAQUS 3) mukainen puristusjännitys eri lämpötiloissa.

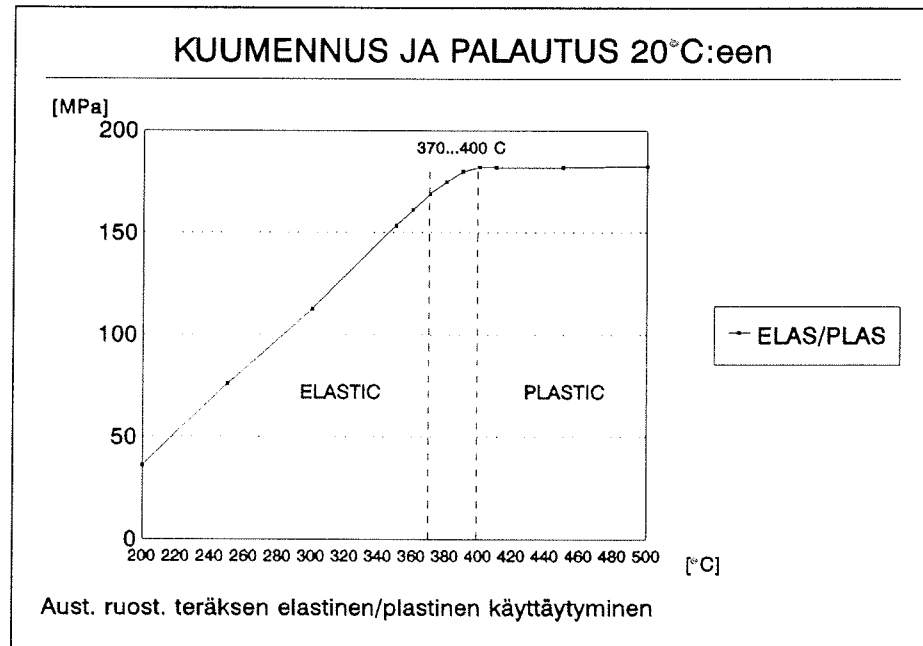


Kuva 3 Lämpöjännitykset pinnoitteessa.

Compound-putken elastista aluetta (austeniittisen ruostumattoman teräksen osalta) ylös- ja alasajoissa havainnollistaa kuva 4, jossa compound-putki ensin kuumennetaan ja sen jälkeen jäädytetään 20°C:een. Pinnoite käyttäytyy elastisesti alasajossa mikäli vetojännitys ei ylitä myötörajaa (180 MPa 20°C). Plastisoitumista alkaa tapahtua kun lämpötila on 370...400°C:tta.

Samoin kuvasta 4 ilmenee pintaan, esim. kuulapuhalluksella, aikaan saadun jäännösjännityksen katoaminen lämpötilan kasvaessa. Esimerkiksi mikäli kuulapuhalletun compound-putken lämpötila käytön aikana on korkeintaan 300°C:tta, on alasajon jälkeen (20°C) pinnoitteen aivan pinnassa n.115 MPa:n vetojännitys.

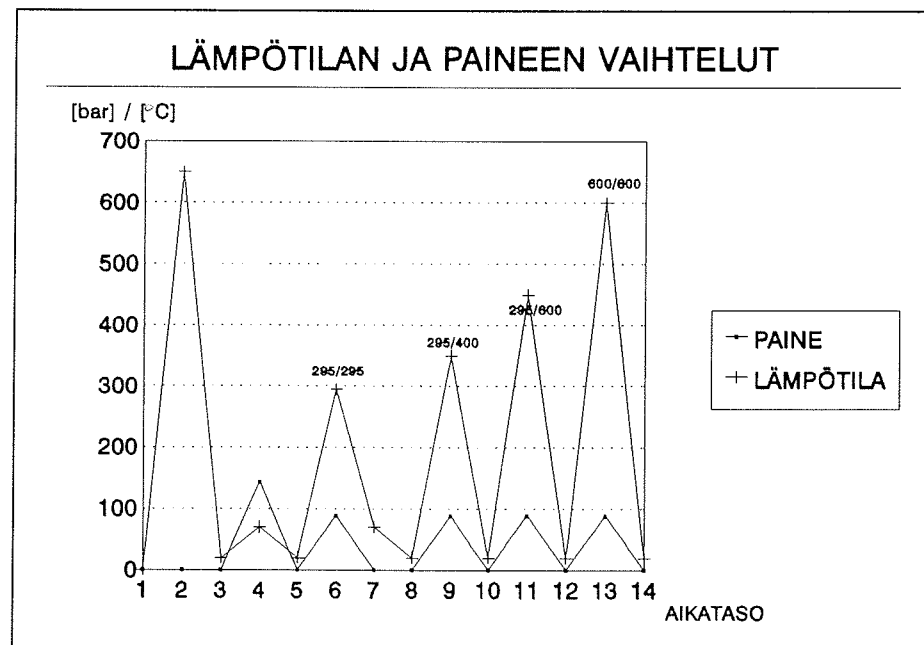
Kuvassa 7 on esitetty kuulapuhallutetun compound-putken jännitysvaihtelut.



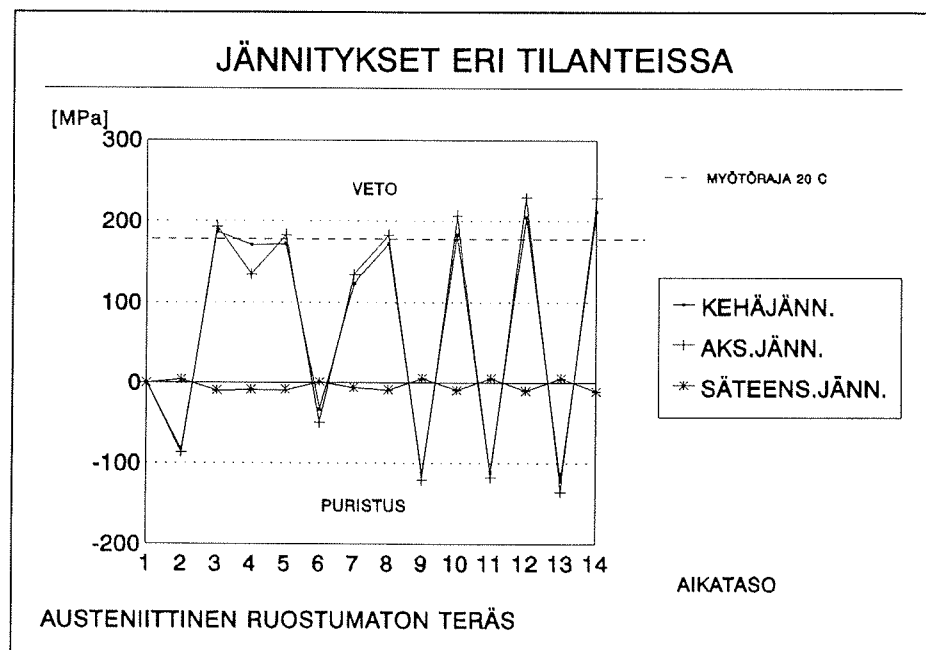
Kuva 4 Pinnoitteen elastinen ja plastinen käyttäytyminen.

Compound-putkeen kohdistuvia rasituksia kattilan eri ajotilanteissa on simuloitu kuvan 5 mukaisesti. Kuvassa 5a on soodakattilan käyttöjakson paineen ja lämpötilan vaihtelut aikatasossa, ja kuvassa 5b syntyneet jännitykset pintamateriaalissa eri tilanteissa. Liitteessä 1 on esitetty kuvan 5 vaiheet.

Kuvasta 5b havaitaan aksiaali-jännitysten olevan alasajon jälkeen aina vähintään myötörajan suuruisia. Säteensuuntaiset jännitykset ovat merkityksettömiä.

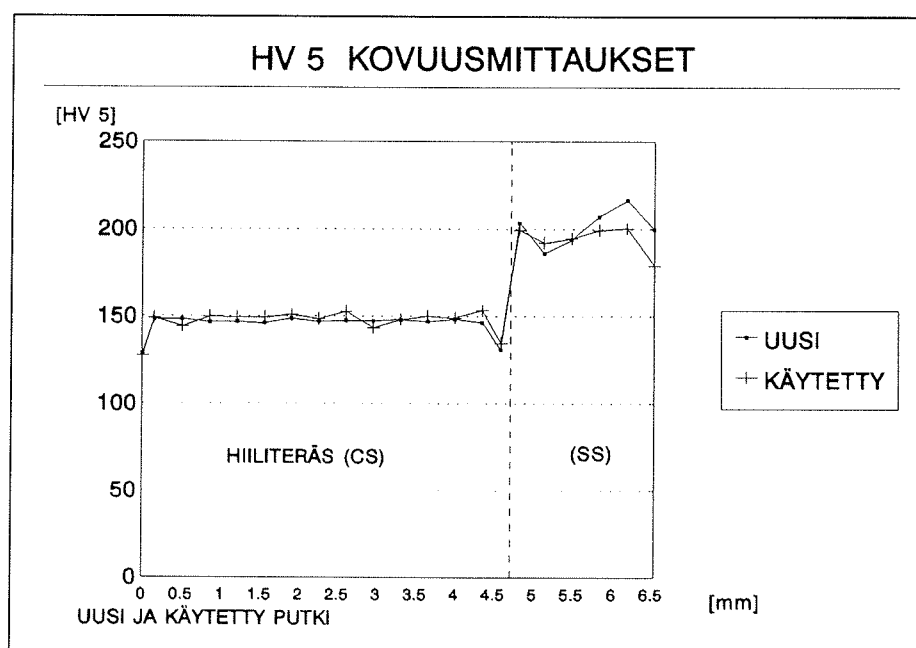


Kuva 5a Soodakattilan käyttöjaksen paineen ja lämpötilan vaihtelut aikatasossa.



Kuva 5b Jännitykset pintamateriaalissa kuvan 5a mukaisella käyttösekvenssillä.

Käytössä olleen ja uuden compound-putken kovuuksia on vertailtu kuvassa 6. Kovuusmittaustuloksissa ei käytetyn ja uuden compound-putken välillä ole suurtakaan eroa. Ainoastaan pintakovuudessa on tapahtunut hiukan tasoittumista. Rajapinnalla sijaitseva (putken valmistuksesta aiheutuva) hiilen kato aiheuttaa kovuuden alenemisen hiiliteräksen puolella, sekä samoin compound-putken valmistusvaiheesta aiheutuva korkeampi pintakovuus on tasoittunut n. 200 HV kovuuteen.



Kuva 6 Uuden ja käytetyn compound-putken kovuusjakaumat.

Tarkasteltaessa alkuainepitoisuuksia säröjen läheisyydessä ei taulukon 1 mukaan alkuainejakaumassa ole tapahtunut oleellisia muutoksia. Taulukosta 2 (sakan alkuainejakauma) havaitaan, että rikkipitoisuus on korkea ja natriumia ei ole löytynyt lainkaan.

TAULUKKO 1

Alkuainejakaumat käytetyn compound-putken austeniittisessa ruostumattomassa teräksessä (AISI 304) verrattuna käyttämättömään.

Etäisyys compound-putken ulkopinnasta [mm]	Alkuainepitoisuudet (käytetty putki) [paino%]	Alkuainepitoisuudet (käyttämätön putki) [paino%]
0.05	Fe 68.82, Cr 19.53 Ni 9.65, Mn 1.44 Si 0.55	Fe 68.84, Cr 19.50, Ni 9.91, Mn 1.18, Si 0.57
0.50	Fe 68.00, Cr 19.67 Ni 10.21, Mn 1.43 Si 0.69	
1.00	Fe 69.31, Cr 19.19 Ni 9.34, Mn 1.56 Si 0.60	
1.50	Fe 68.09, Cr 19.78 Ni 10.11, Mn 1.47 Si 0.55	

TAULUKKO 2

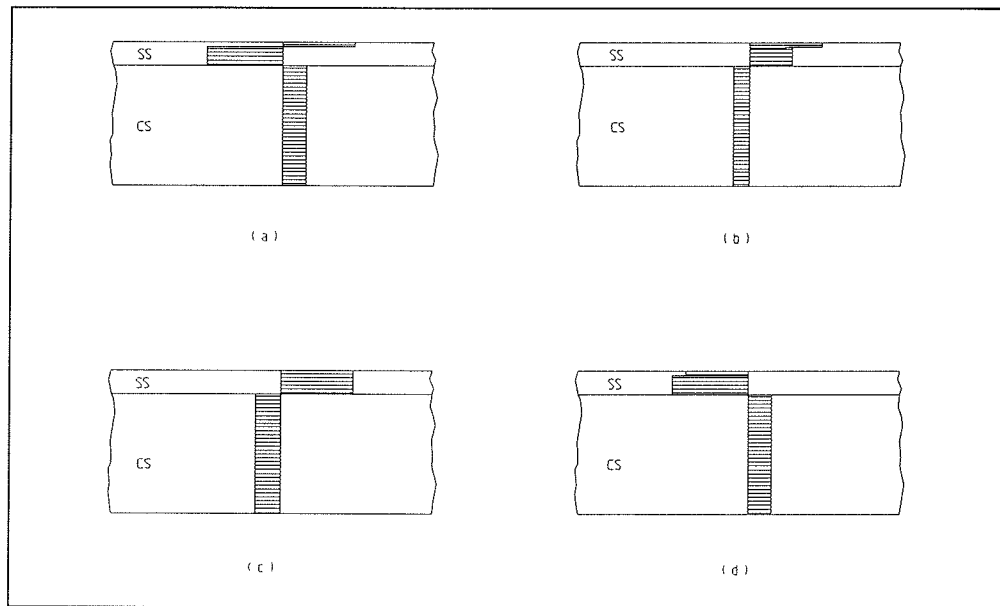
Alkuainejakaumat painoprosentteina särön sisältä (sakasta).

Fe	S	Ni	Cr	K	Ca	Mn	Si
59.04	18.97	12.00	5.01	2.81	1.32	0.60	0.25

Soodakattilan pohjasta otetusta sekä uudesta compound-putkesta valmistetuista mikrohiekuvista havaitaan säröjen runsaasti haaroittuvan ja etenevän sekä raerajoja pitkin että rakeiden läpi. Murtopinnoilla - mikäli sakkaa esiintyy särön sisällä - on havaittavissa syöpymistä. Mitään muutoksia kiderakenteessa, tai raerajakoloja, ei ole havaittavissa.

Soodakattiloiden tulipesän pohjan compound-putkia on myös pyritty suojaamaan säröilyltä kuulapuhalluksella (pintamateriaalin pintaan saadaan aikaan puristujännitys), jolloin alasajon jälkeen pintakerrokseen syntyvä vetojännitys alentuisi. Nykyisin käytössä olevien compound-putkien osalta kuulapuhalluksesta ei kuitenkaan ole juuri muuta hyötyä kuin jännityskonsentraatiota tasoittava vaikutus, koska saatu hyöty häviää kun koko pintakerros plastisoituu käytön aikana. Kuulapuhalluksesta tulee olemaan konkreettista hyötyä silloin, kun jännitysvaihtelut compound-putken pintamateriaalissa pysyvät elastisella alueella.

Jännitysvaihteluväliä voidaan pienentää käyttämällä uusia pintamateriaaleja, joilla sisä- ja ulkomateriaalien pituuden lämpölaajenemiskertoimien erotus pienenee, tai suunnittelemalla soodakattilan tulipesän pohjan vedenkierron edistämiseksi erillinen, nykyistä n. 100°C:tta matalampi lämpötilainen sivukierto. Näillä toimenpiteillä pintamateriaalin pinnan vetojännitys jää alasajon jälkeen huomattavasti alle myötörajan ja siten jännityskorroosiovaara pienenee. Kuvassa 7 on esitetty compound-putken jännitysvaihtelut, kun putken pintaan on saatu kuulapuhalluksella aikaan myötörajan suuruinen puristusjännitys.



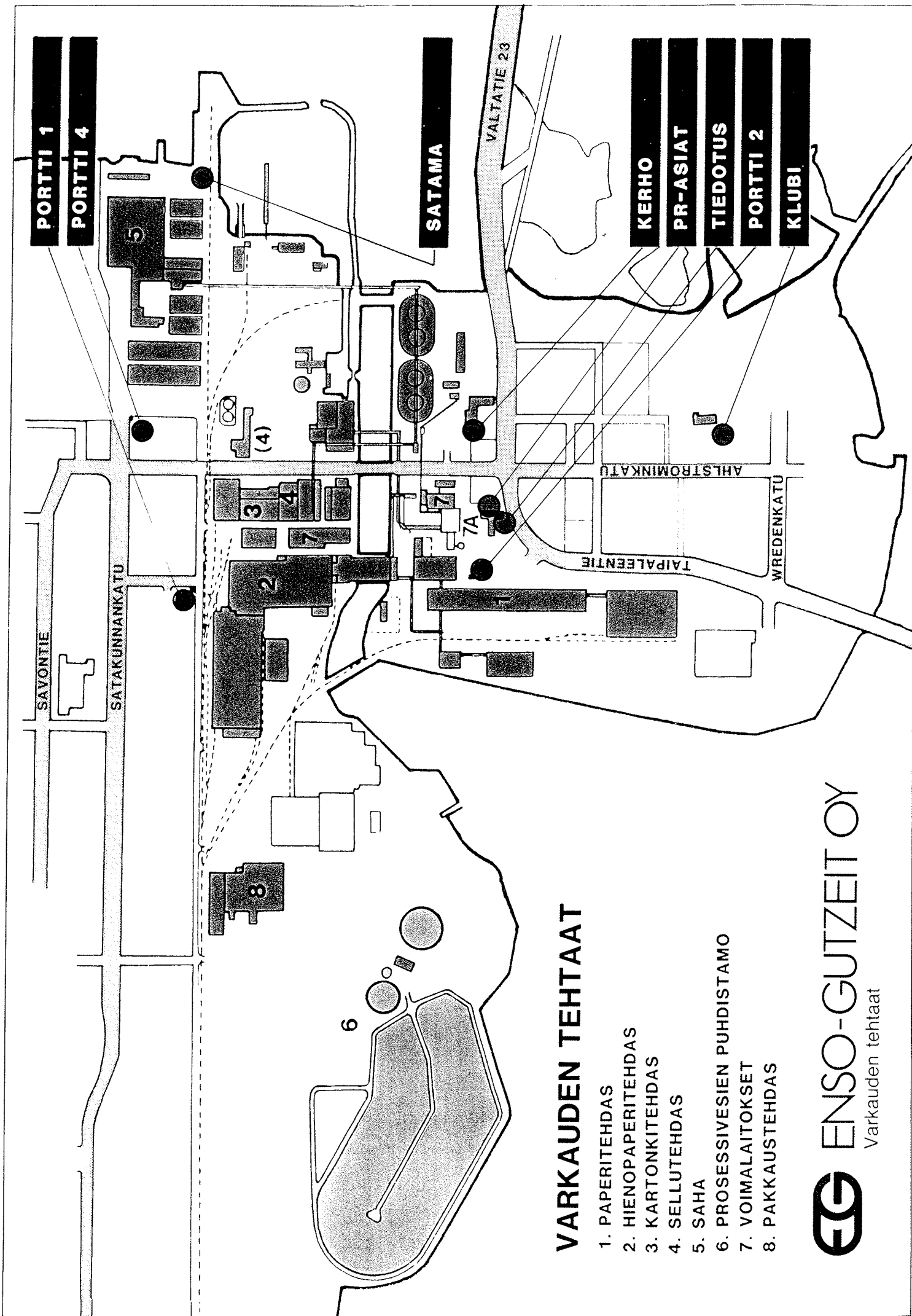
Kuva 7 Kuulapuhallutetun compound-putken jännitysvaihtelut. Lähtötilanteessa (a) putken pintaan on kuulapuhalluksella saatu aikaan puristusjännitys. Jännitykset käyttötilanteessa (b) ja tilanteessa, jolloin kuulapuhallus menettää merkityksensä (c). Jännitykset kattilan alasajon jälkeen (d), kun käyttötilanteessa (b) ei ylitetty pintamateriaalin myötörajaa.

Kuvan 5 vaiheet ovat seuraavat:

- 1) Putki valmistuksen jälkeisessä tilassa. Jäännösjännityksiä putkessa (oletetaan kuitenkin, että jäännösjännityksiä ei ole). $p = 0 \text{ bar}$, $T = 0^\circ\text{C}$.
- 2) Päästöhehkutus. $p = 0 \text{ bar}$, $T = 650^\circ\text{C}$.
- 3) Putki toimitus- ja asennustilassa.
 $p = 0 \text{ bar}$, $T = 20^\circ\text{C}$.
- 4) Koeponnistus. $p = 143 \text{ bar}$, $T = 70^\circ\text{C}$.
- 5) Kattila alasajettuna. $p = 0 \text{ bar}$, $T = 20^\circ\text{C}$.
- 6) Kattila normaalikäytössä.
 $p = 90 \text{ bar}$, $T = 295^\circ\text{C}$.
- 7) Kattila alasajettuna. $p = 0 \text{ bar}$, $T = 70^\circ\text{C}$.
- 8) Kattila alasajettuna. $p = 0 \text{ bar}$, $T = 20^\circ\text{C}$.
- 9) Kattila normaalikäytössä. Putken ulkopinnalla kohonnut lämpö. $p = 90 \text{ bar}$, $T = 295^\circ\text{C}/400^\circ\text{C}$.
- 10) Kattila alasajettuna. $p = 0 \text{ bar}$, $T = 20^\circ\text{C}$.
- 11) Kattila normaalikäytössä. Putken ulkopinnalla kohonnut lämpö. $p = 90 \text{ bar}$, $T = 295^\circ\text{C}/600^\circ\text{C}$.
- 12) Kattila alasajettuna. $p = 0 \text{ bar}$, $T = 20^\circ\text{C}$.
- 13) Kattila häiriötilassa. Putken ulko- ja sisäpinnalla kohonnut lämpö.
 $p = 90 \text{ bar}$, $T = 295^\circ\text{C}/600^\circ\text{C}$.
- 14) Kattila alasajettuna. $p = 0 \text{ bar}$, $T = 20^\circ\text{C}$.

ENSO-GUTZEIT OY, VARKAUDEN TEHTAAT

TEHTAANJOHTAJA VELI-ANTTI KORTELAINE



VARKAUDEN TEHTAAT

1. PAPERITEHDAS
2. HIENOPAPERITEHDAS
3. KARTONKITEHDAS
4. SELLUTEHDAS
5. SAHA
6. PROSESSIVESIEN PUHDISTAMO
7. VOIMALAITOKSET
8. PAKKAUSTEHDAS



ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat

TUOTANTOKAPASITEETIT

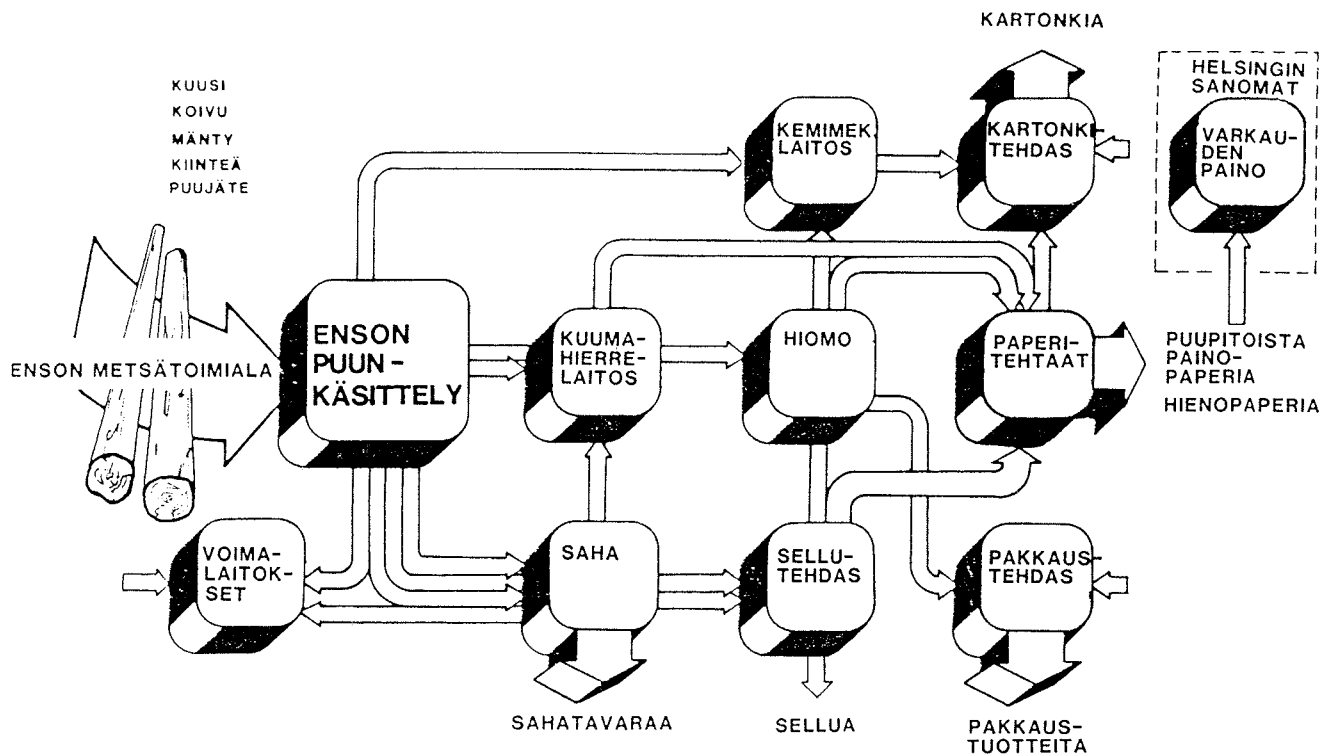
	t/a	t/a	t/a	m ³ /a
PAPERITEHTAAT				470 000
- PAPERITEHDAS		250 000		
- HIENOPAPERITEHDAS		220 000		
KARTONKITEHDAS				60 000
PAKKAUSTEHDAS				3 000
- KENNOTUOTTEITA				
SELLUTEHDAS		200 000		
- TÄYSVALKAISTUA KOIVUSELLUA	130 000			
- TÄYSVALKAISTUA MÄNTYSELLUA	70 000			
SAHA				190 000
KUITURAAKA-AINEEN VALMISTUS :				
- KEMIMEKAANINEN		40 000		
- KUUMAHIERRE		170 000		
- HIOKE		120 000		



ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat

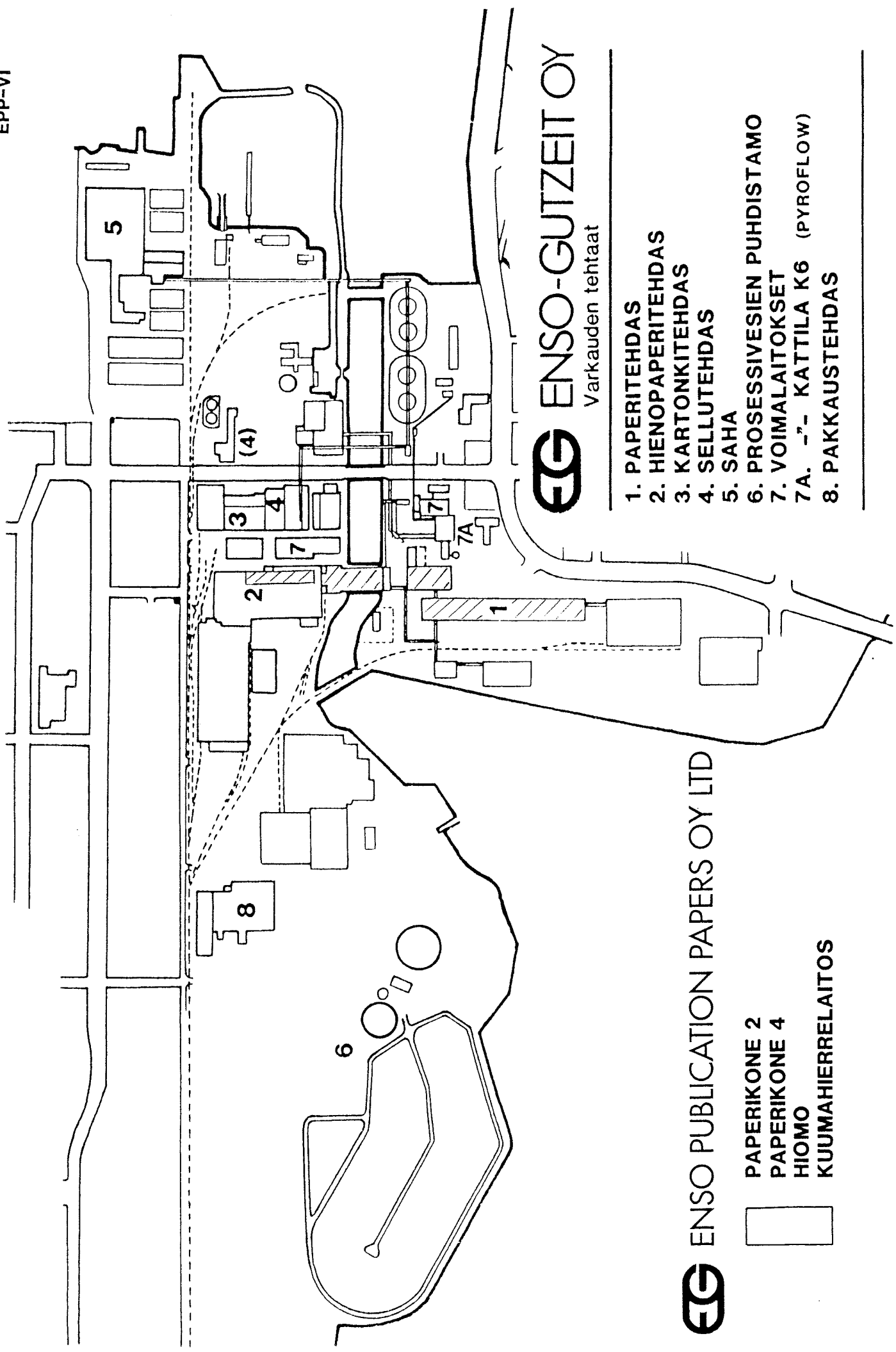
PMo 8/89

PUUNJALOSTUKSEN KOKONAISINTEGRAATIO VARKAUDESSA



ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat

PMo 5/90



ENSON PAPERITEHTAAT VARKAUDESSA

PAPERITEHDAS (PUUPITOISET PAINOPAPERIT)

VALMISTAA PUUPITOISIA PAINOPAPEREITA, JOTKA SISÄLTÄVÄT RAAKA-AINEENAAN PÄÄOSIN MEKAANISIA MASSOJA: HIOKETTA JA KUUMAHIERRETTÄ. LISÄNÄ KÄYTETÄÄN KEMIALLISTA MASSAA LUJUUDEN ANTAMISEKSI PAPERILLE.

HIENOPAPERITEHDAS

VALMISTAA NS. PUUVAPAITA HIENOPAPEREITA, KUITURAAKA-AINEOSUUS ON KOKONAISUUDESSAAN TÄYSVALKAISTUA SULFAATTISELLUA, MINKÄ LISÄKSI HIENOPAPERISTA NOIN YKSI NELJÄSOSA ON TÄYTE- JA LISÄAINEITA.

HIENOPAPERITEHDAS

HIENOPAPERITEHTAAN TUOTTEET JA KONEET

PAPERILAADUT	NELIÖPAINO g/m ²	PAPERI- KONEET No.	RATA- LEVEYS cm	KAPASITEETTI t/a
PUUVAPAITA ON-MACHINE PÄÄLLYSTETTYJÄ PAINOPAPEREITA	80-130	PK 1	410	70 000
HIOKEPITOISIA ON-MACHINE PÄÄLLYSTETTYJÄ PAINOPAPEREITA	80-100			
PUUVAPAITA JATKOLOMAKEPAPEREITA	60-80	PK 3	765	150 000
PUUVAPAITA KIRJOITUSPAPEREITA JA KOULUVIHKOPAPEREITA	60-90			
PUUVAPAITA PÄÄLLYSTÄMÄTTÖMIÄ PAINOPAPEREITA	60-100			



ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat

RAP, PMo 7/89

PAPERITEHDAS

PUUPITOISIA PAINOPAPEREITA VALMISTAVAN PAPERITEHTAAN TUOTTEET JA KONEET

PAPERILAADUT	NELIÖPAINO g/m ²	PAPERI- KONEET No.	RATA- LEVEYS cm	KAPASITEETTI t/a
OHKOSANOMALEHTIPAPERI	28-40	PK 2	560	65 000
VÄRILLINEN SANOMALEHTIPAPERI	30-45			
LUETTELOPAPERI	30-45			
STD. SANOMALEHTIPAPERI	45-48,8	PK 4	860	185 000
OHKOSANOMALEHTIPAPERI	36-40			
VÄRILLINEN SANOMALEHTIPAPERI	36-45			
LUETTELOPAPERI	36-45			

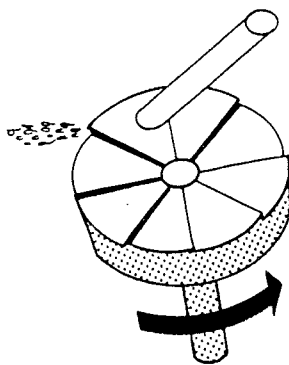


ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat

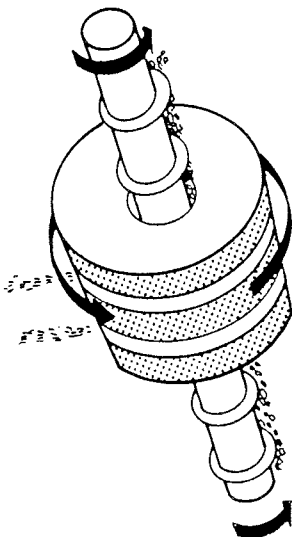
KS, PMo 7/89

HAKKEEN JA MEKAANISTEN MASSOJEN VALMISTUS PUUSTA



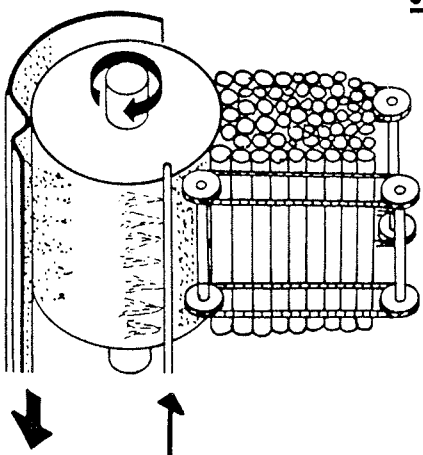
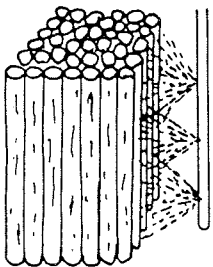
HAKKURIN
TOIMINTAPERIAATE

KUUMAHIERREPROSESSI
- HAKKEEN JAUHATUS
KUIDUKSI
(KAKSOISJAUHIN)



HIOOPROSESSI

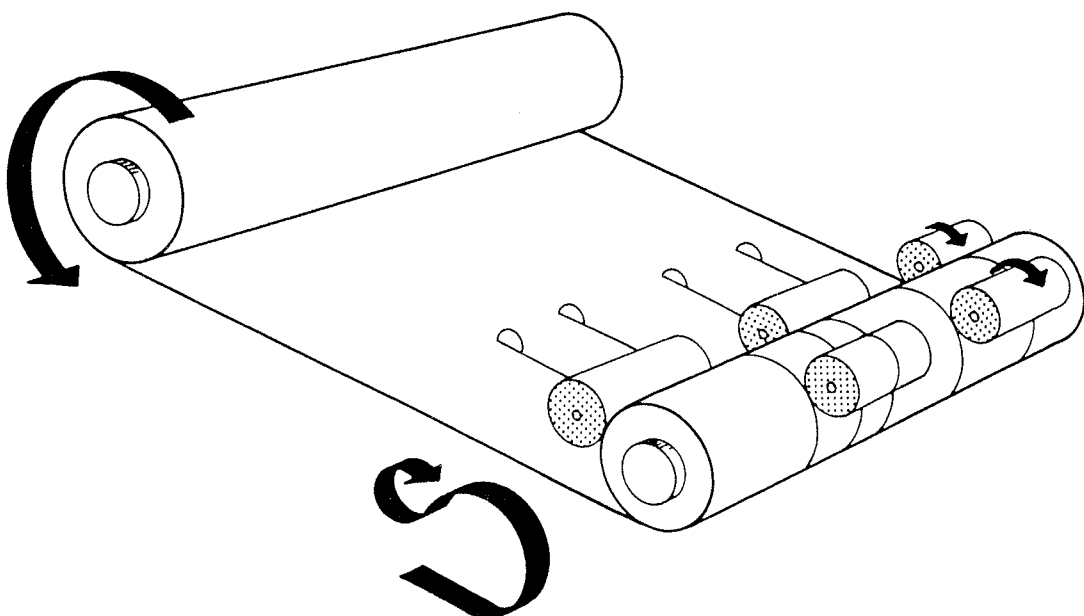
- PUUN HIOMINEN KUIDUKSI
HIOMAKIVÄÄ KÄYTTÄEN
HIOKEMASSAN
VALMISTUKSESSA



ENSO
EG

ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaait

KESKIÖRULLAIMEN TOIMINTAPERIAATE



ENSO
EG

BOARD MILL

- AN OLD SULPHITE PULP DRYER TRANSFORMED INTO BOARD MACHINE IN 1970, REBUILT 1989.

●	TRIM WIDTH	max	290 cm
●	SPEED	max	240 m/min
●	BASIS WEIGHT RANGE	200 – 500 g/m ²	
●	PRODUCTION CAPACITY	60 000 t/a	

- RAW MATERIALS SEMI-CHEMI-MECHANICAL PULP, RECIRCULATED FIBRE

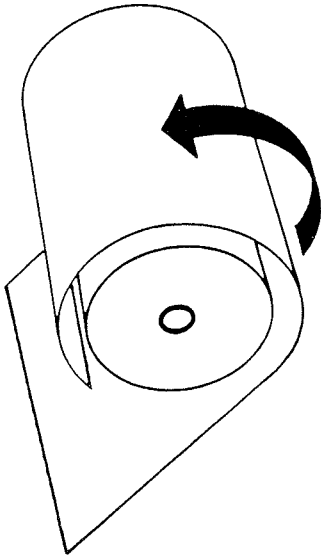
- PRODUCTS COREBOARD

- GRADES AND END USE APPLICATIONS

X0	CORES FOR THE PAPER, BOARD AND TEXTILE INDUSTRY, LOW REEL WEIGHT, LOW SPEED
X1	BASIC CORE FOR THE BOARD AND PAPER INDUSTRY, TEXTILE CORES UP TO 4000 RPM
X3	MIDDLE SIZE PAPER REELS
X7	LOWER CLASS JUMBO REELS, HIGH SPEED TEXTILE CORES AND HIGHLY DEMANDING CORES FOR PLASTIC FILMS
X10	REAL JUMBO CORES FOR PAPER INDUSTRY, CORES FOR POLYESTER AND NYLON YARNS

- PERSONNEL 83 PERSONS

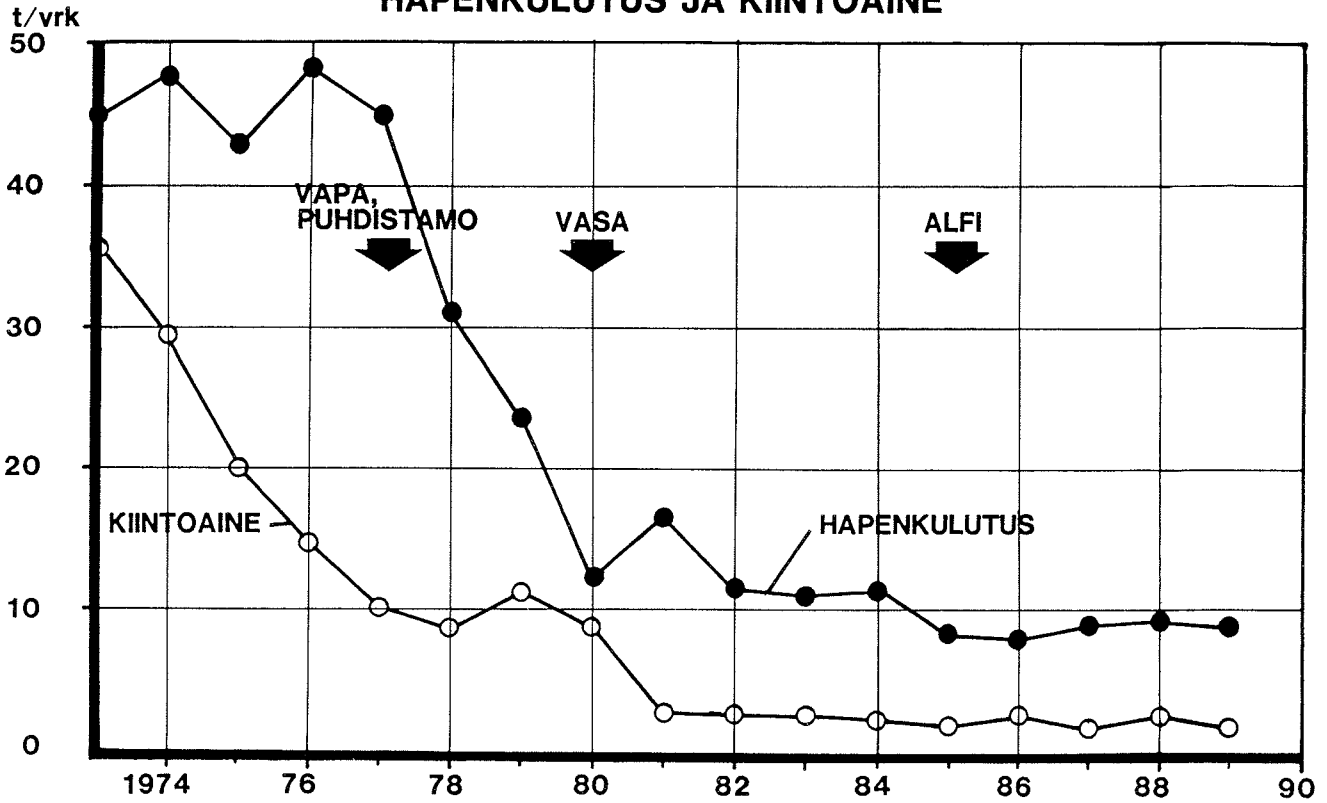
SYNERGY BETWEEN ENSO'S PANKAKOSKI BOARD MILL, VARKAUS BOARD MILL AND ENSO'S OWN CORE INDUSTRY IS OF ESSENTIAL IMPORTANCE.



PAPERITEHTAAN VALMIIN TUOTTEEN PAPERIRULLAN PAKKAAMINEN

VARKAUDEN TEHTAIDEN PÄÄSTÖJEN KEHITYS 1973-1989

HAPENKULUTUS JA KIINTOAINE



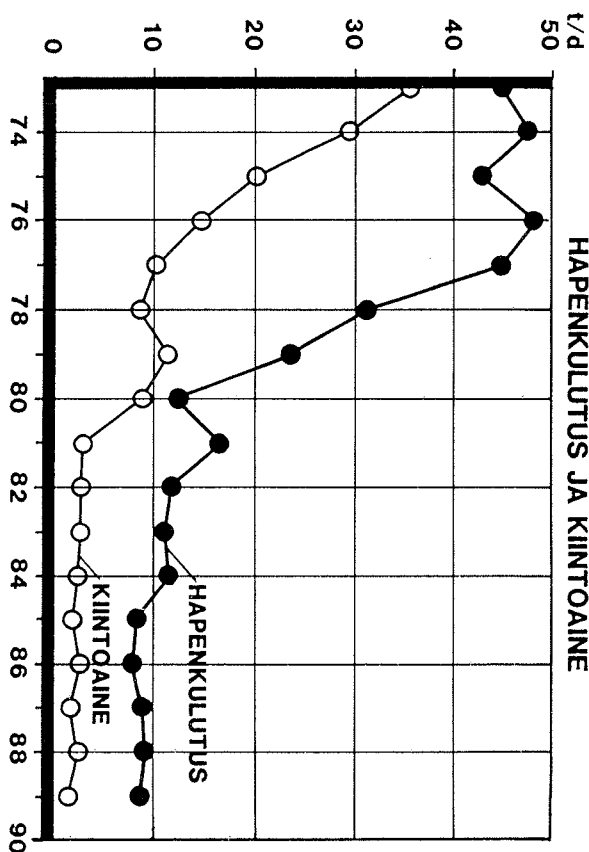
ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat

HMo, PMo 3/90

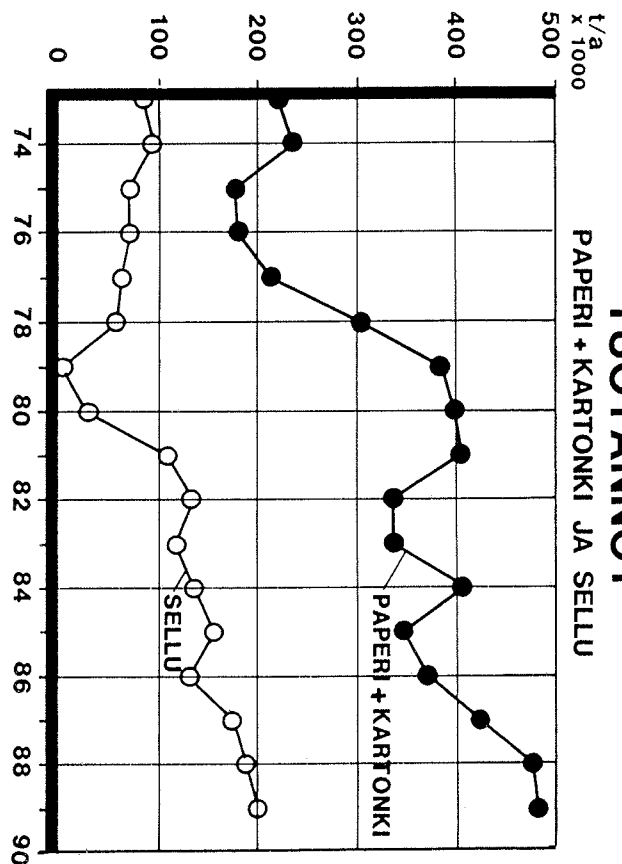
JÄTEVESIKUORMITUS

HAPENKULUTUS JA KIINTOAINE



TUOTANNOT

PAPERI + KARTONKI JA SELLU



ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat

HMo, PMo 3/90

LÄMMÖNKÄYTTÖ VARKAUDEN TEHTAILLA

LÄMMÖN KULUTUS

● noin 1800 GWh vuodessa

MIKÄ VASTAA NOIN 180 000 T/VUODESSA

RASKASTA POLTTOÖLJYÄ.

JOS TÄMÄ LÄMPÖMÄÄRÄ TUOTETTAISIIN ÖLJYLLÄ,
YHDESSÄ TUNNISSA KULUISI 21,5 TONNIA POLTTO-
ÖLJYÄ, MÄÄRÄ, JOLLA PYSTYISI LÄMMITTÄMÄÄN
7 OMAKOTITALOA KOKONAISEN VUODEN AJAN.

PUUN KUORTA POLTETAAN TEHTAILLA
NOIN YKSI MILJOONA IRTOKUUTIOMETRIÄ-
VUODESSA.

SÄHKÖNKÄYTTÖ VARKAUDEN TEHTAILLA

SÄHKÖN KULUTUS

● noin 1000 GWh vuodessa

MIKÄ ON RUNSAS YKSI KOLMASOSA KUOPION LÄÄNIN
SÄHKÖN KULUTUKSESTA JA VASTAA
IMATRANKOSKEN YHDEN VUODEN
KOKO ENERGIA TUOTANTOA

**VOIMALAITOSTEN
RIKKIDIOKSIDIPÄÄSTÖT
1989 JA 1991**
TONNIA VUODESSA

VUOSI	KATTILA				YHT.
	K2	K4	K5	K6	
1989	15	75	1220	-	1310
1991	-	20	180	800	1000
		(20)	(180)	(400)	(600)

**LASKELMISSA ON KÄYTETTY
RIKKIPITOISUUTENA**

- ÖLJYLLÄ	1,8 %
- KIVIHIILELLÄ	1,0 %

(NYKYISIN KÄYTETTY HIILI ON RIKKIPITOISUUDELTAAN 0,6 %)

LEIJUPOLTON EDUT

1. ALHAISET RIKKIPÄÄSTÖT
 - EDULLISIN LÄMPÖTILA TÄLLE REAKTIOILLE 850 °C
2. ALHAISET TYPPIPÄÄSTÖT
 - TERMISEN NO_{x:n} MUODOSTUMINEN VÄHÄISTÄ
3. ALHAISET "PALAMATTOMAT" SAVUKAASUISSA
4. LAAJA POLTTOAINEVALIKOIMA
5. KORKEA PALAMISHYÖTYSUHDE "HUONOILLA" POLTTOAINEILLA (VRT. ARINAPOLTTO)
6. TEHOKAS LÄMMÖNSIIRTO
 - SUSPENSION JA SEINÄN VÄLILLÄ
PAREMPI LÄMMÖNSIIRTO KUIN KAAСУN JA SEINÄN VÄLILLÄ

KATTILA K6 / PYROFLOW

LÄMPÖTEHO

150 MW

POLTTOAINE

TEHTAITTEN PUUJÄTTTEET
JA KUORI
KIVIHIIILI

TÄMÄ KATTILA MAHDOLLISTAA LÄHES KOKONAAN
VAPAUTUMISEN RASKASPOLTTOÖLJYN TUONNISTA
VARKAUDEN TEHTAILLE

YMPÄRISTÖNSUOJELULLISESTI TÄMÄ UUSI

PYROFLOW KATTILA

EDUSTAA ILMAN LAADUN SUHTEEN KORKEAA KANSAIN -
VÄLISTÄ TASOA

MYÖS KIVIHIILEN KÄSITTELYYN SOVELLETAAN PARASTA
TUNNETTUA TEKNOLOGIAA, MM. TÄYSIN SULJETTUA
VASTAANOTTO-, MURSKAUS- JA SIIRTOKULJETUS -
TEKNIKKAA

KATTILA K6 / PYROFLOW SUORITUSARVOT

HÖYRYTEHO

● 60 kg/s = 216 t/h max

HÖYRYN PAINE

● 113 bar

HÖYRYN LÄMPÖTILA

● 535 °C

PYROFLOW-KATTILA K6

PERIAATEKAAVIO

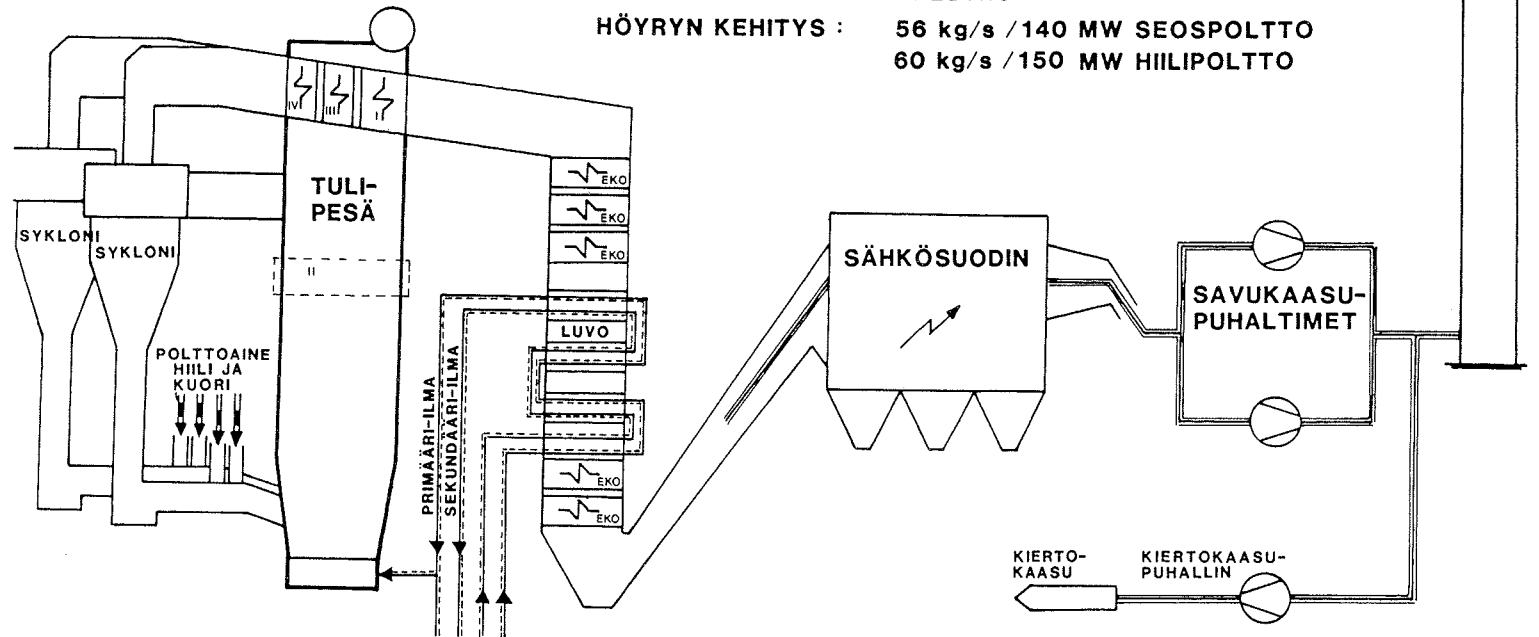
VALMISTAJA :

AHLSTROM

HÖYRYN KEHITYS :

56 kg/s / 140 MW SEOSPOLTTO

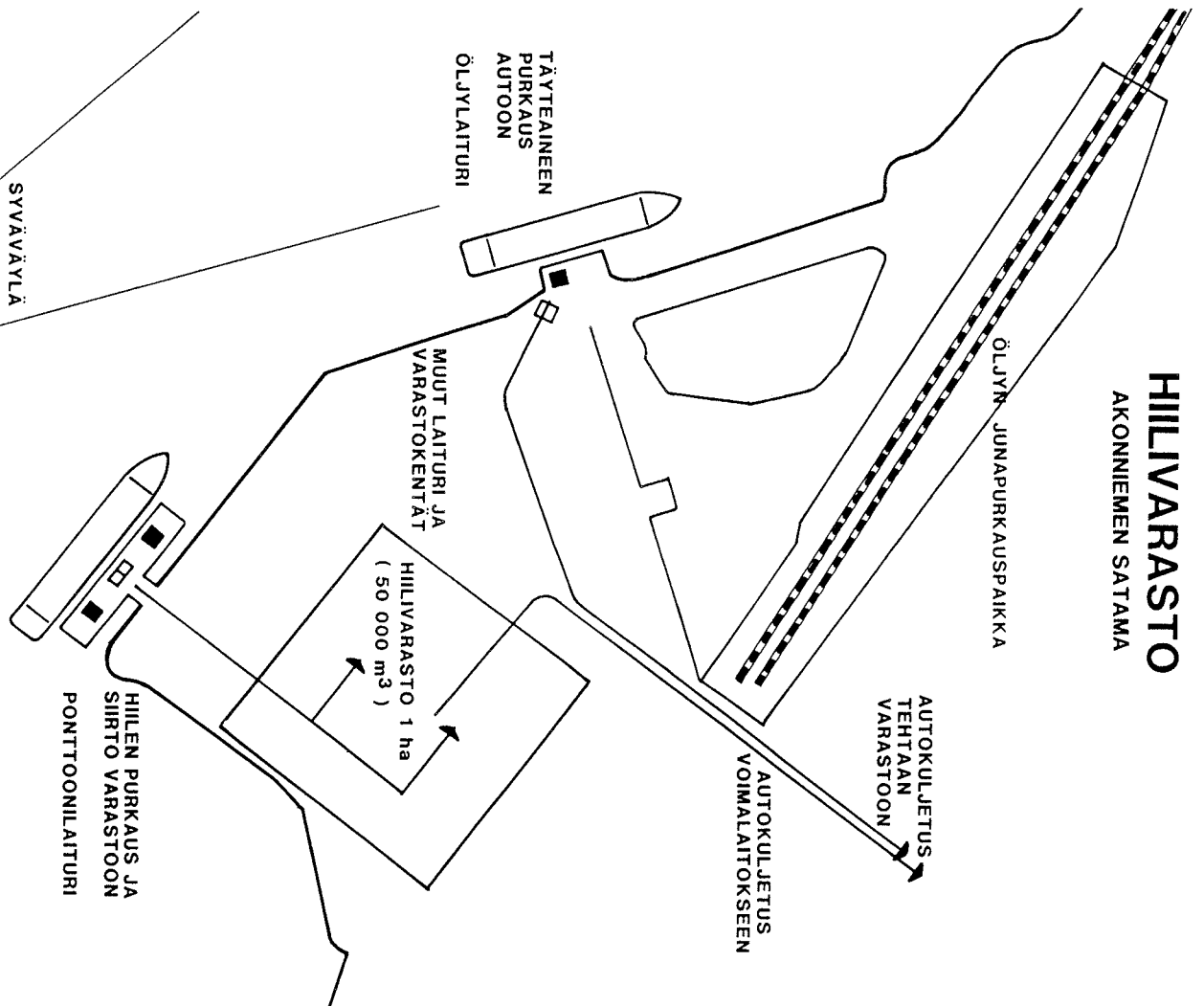
60 kg/s / 150 MW HIILIPOLTTO



ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat

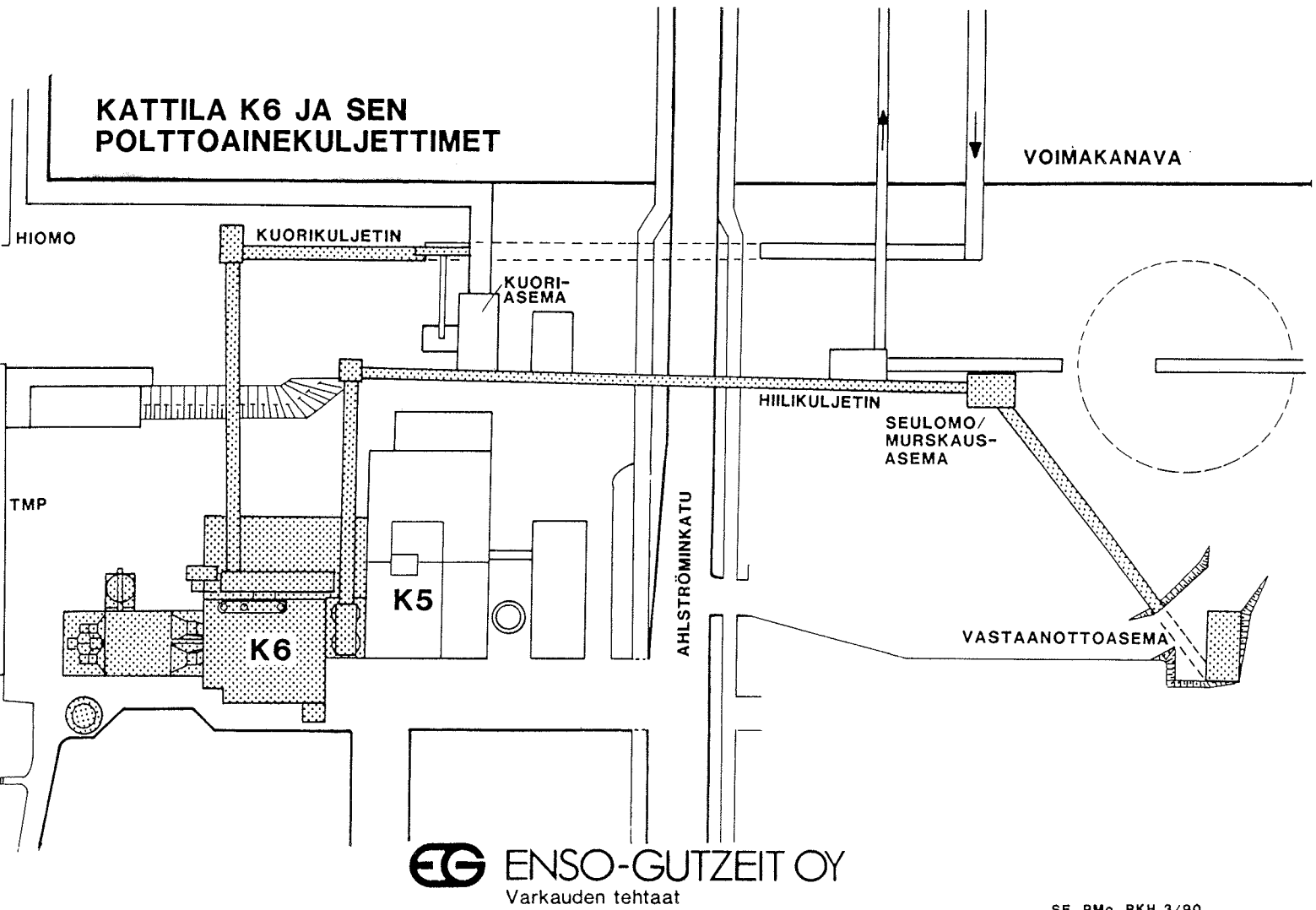
SE, PMo, RKH 3/90



ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat

MLg, SE, PMo 3/90



LEIJUPOLTON EDUT

1. ALHAISET RIKKIPÄÄSTÖT
 - EDULLISIN LÄMPÖTILA TÄLLE REAKTIOILLE 850 °C
2. ALHAISET TYPPIPÄÄSTÖT
 - TERMISEN NO_x:n MUODOSTUMINEN VÄHÄISTÄ
3. ALHAISET "PALAMATTOMAT" SAVUKASUISSA
4. LAAJA POLTTOAINEVALIKOIMA
5. KORKEA PALAMISHYÖTYSUHDE "HUONOILLA" POLTTOAINEILLA (VRT. ARINAPOLTTO)
6. TEHOKAS LÄMMÖNSIIRTO
 - SUSPENSION JA SEINÄN VÄLILLÄ PAREMPI LÄMMÖNSIIRTO KUIN KAASUN JA SEINÄN VÄLILLÄ

**VOIMALAITOSTEN
HIUKKASPÄÄSTÖT
1988 JA 1991**
TONNIA VUODESSA

VUOSI	KATTILA				YHT.
	K2	K4	K5	K6	
1988	95	95	30	-	220
1991	-	25	10	100	135

HIUKKASPÄÄSTÖ ON LASKETTU
SAVUKAASUJEN PITOISUUKSILLA

KATTILA	K2	300 mg/Nm ³
	K4	100 "
	K5	50 "
	K6	50 "

**VOIMALAITOSTEN
RIKKIDIOKSIDIPÄÄSTÖT
1989 JA 1991**
TONNIA VUODESSA

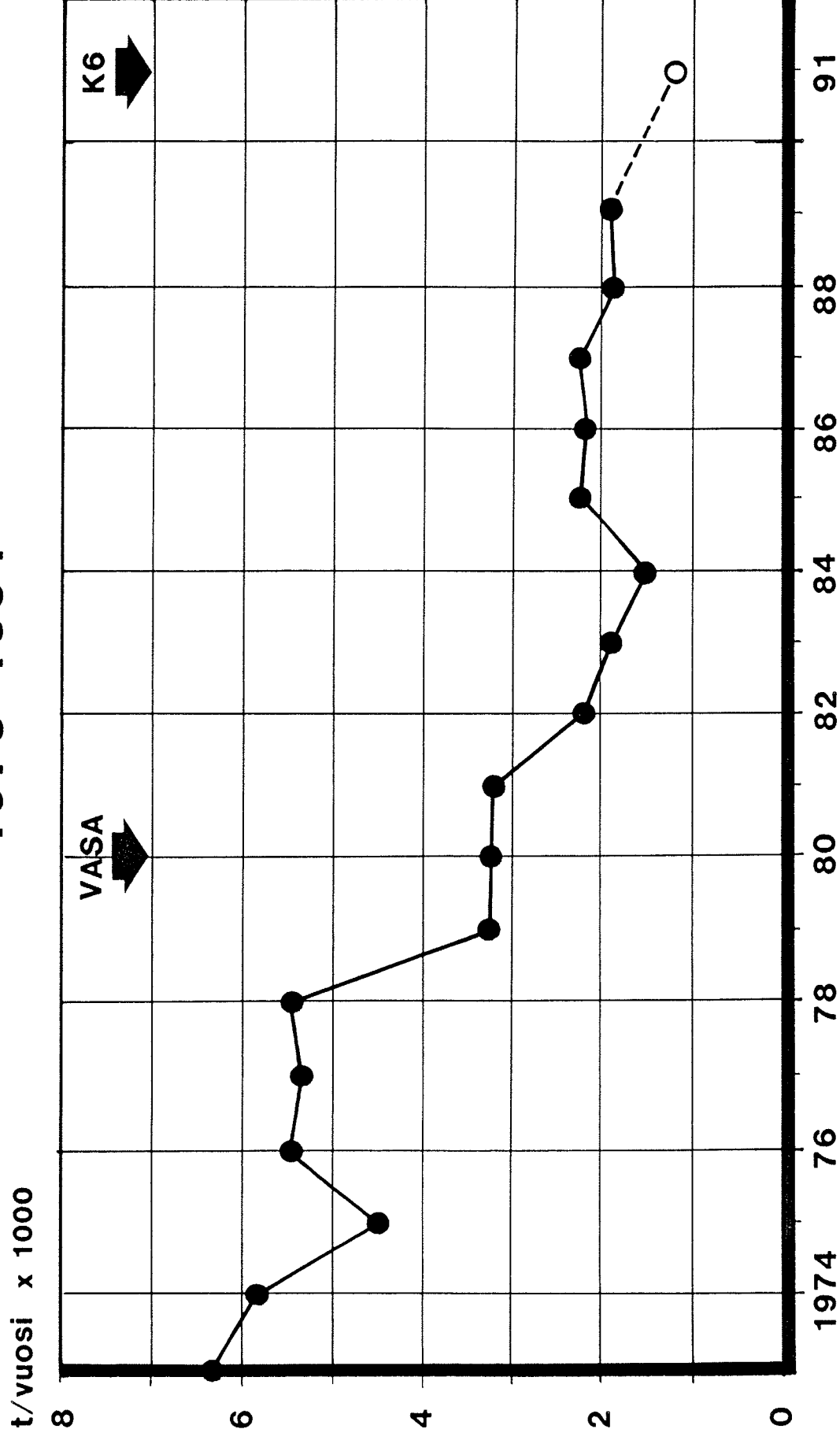
VUOSI	KATTILA				YHT.
	K2	K4	K5	K6	
1989	15	75	1220	-	1310
1991	-	20	180	800	1000
		(20)	(180)	(400)	(600)

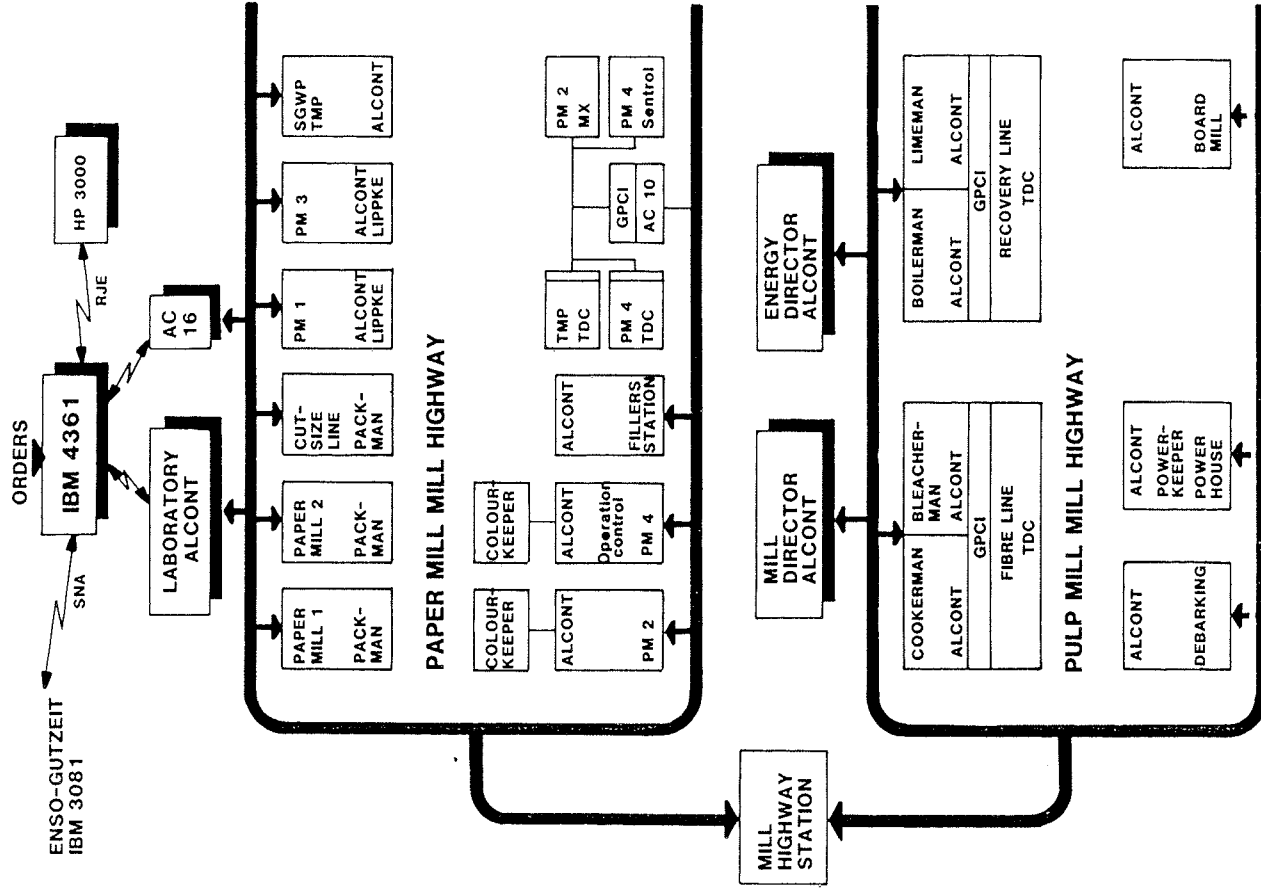
LASKELMISSA ON KÄYTETTY
RIKKIPITOISUUTENA

- ÖLJYLLÄ	1,8 %
- KIVIHIILELLÄ	1,0 %

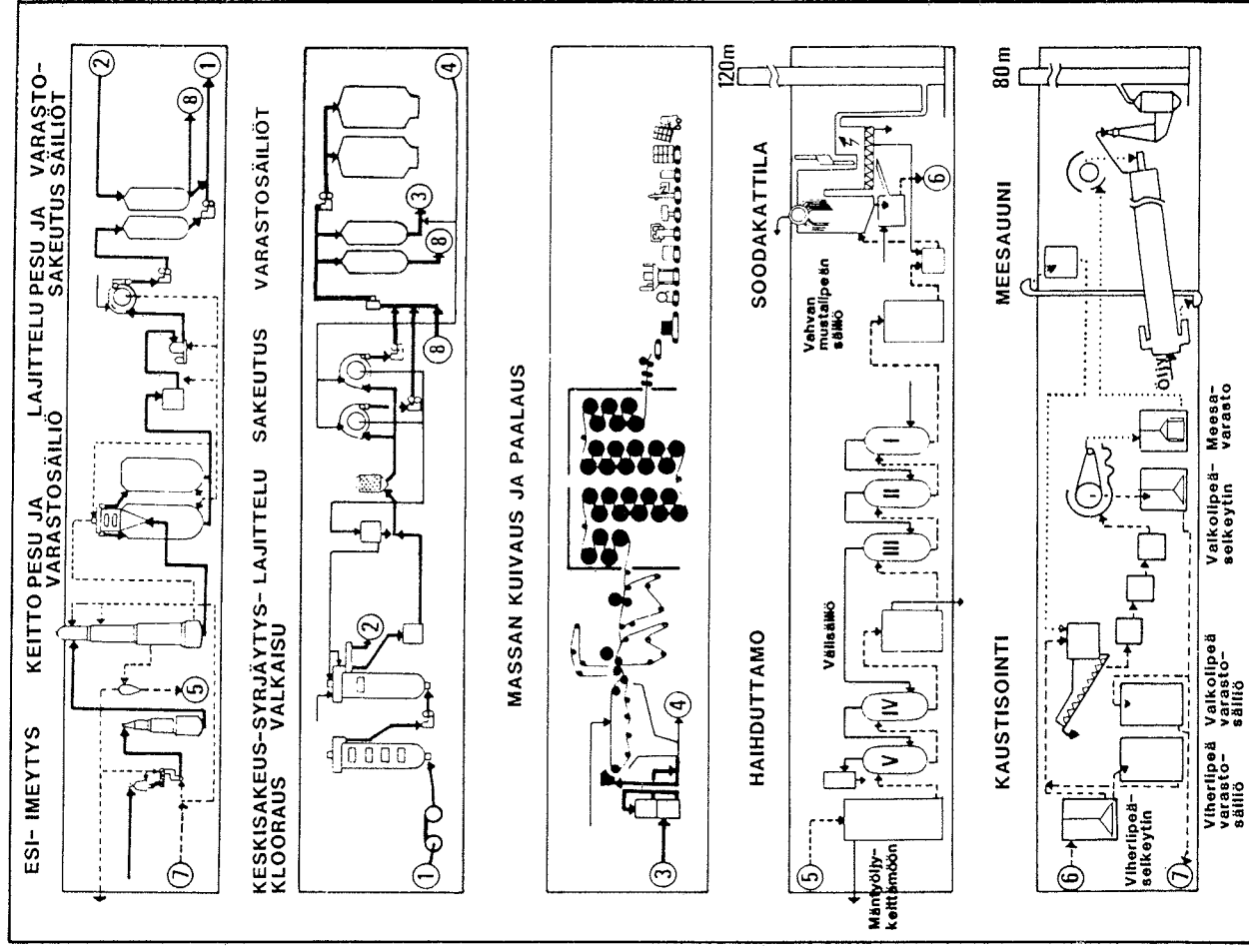
(NYKYISIN KÄYTETTY HIILI ON RIKKIPITOISUUDELTAAN 0,6 %)

VARKAUDEN TEHTAIDEN RIKKIDIOKSIDIPIÄÄSTÖT **1973-1991**

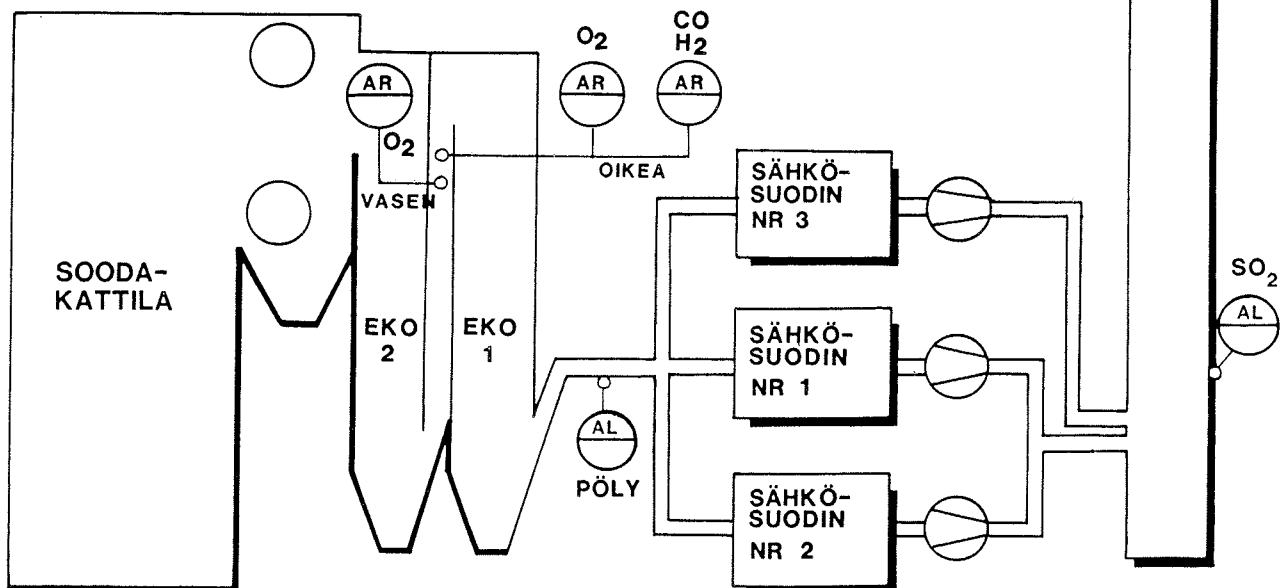




SULFAATTISELLUPROSESSI



SOODAKATTILA SAVUKAASUJEN PUHDISTUS JA JATKUVATOIMISET MITTAUKSET



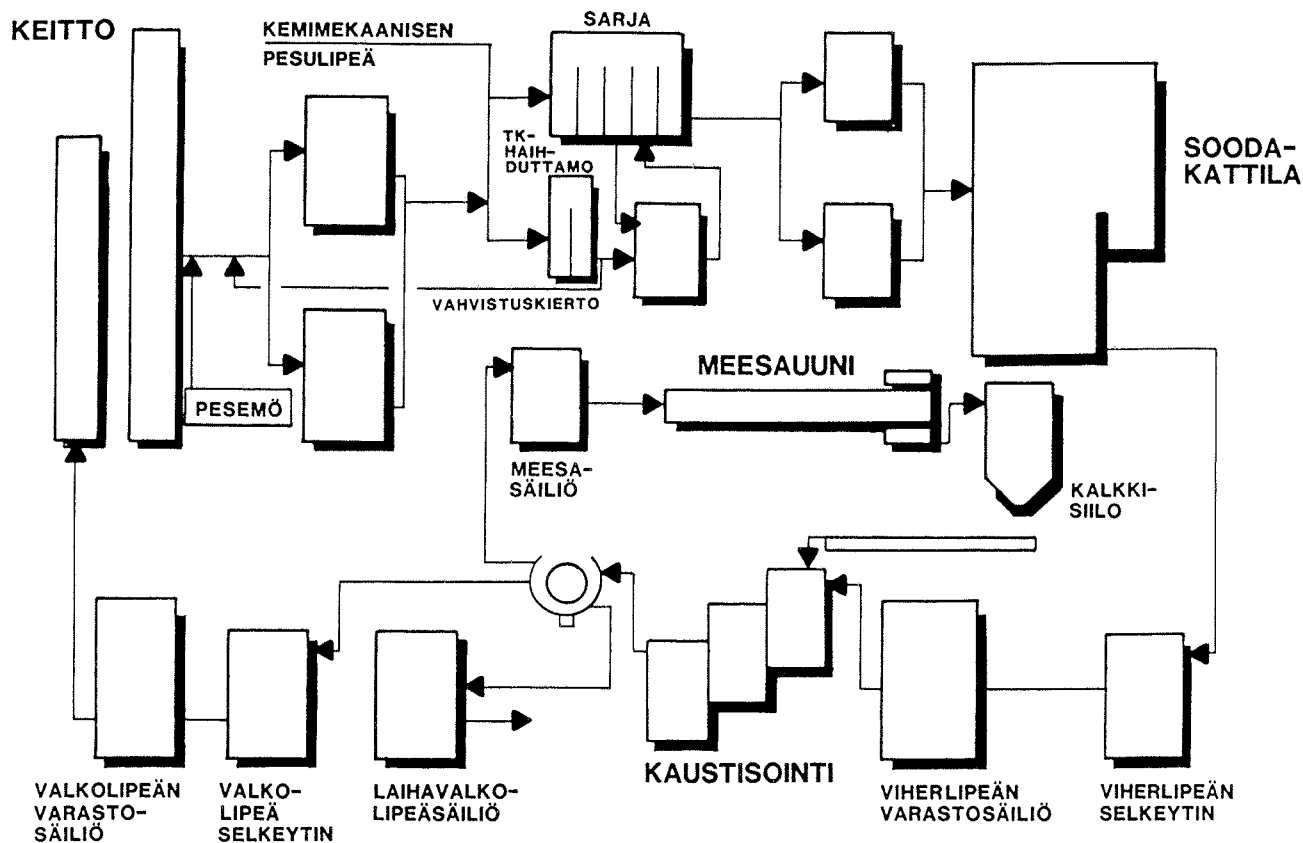
SUUNNITTELU ARVOT		
KUIVA- AINEKAPASITEETTI	tka / 24 h	650 ^{x)}
HÖYRYN KEHITYS	kg/s	25,8
TULISTETUN HÖYRYN PAINES	MPa	6,2
- " - LÄMPÖTILA	°C	480
SYÖTTÖVEDEN LÄMPÖTILA	°C	105
RAKENNEPAINES	MPa	7,4
SAVUKAASUN LOPPULÄMPÖTILA	°C	155

x) NYKYISIN AJETAAN NOIN 1000 tka/24 h

EG ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat

KOH, PMo 7/89

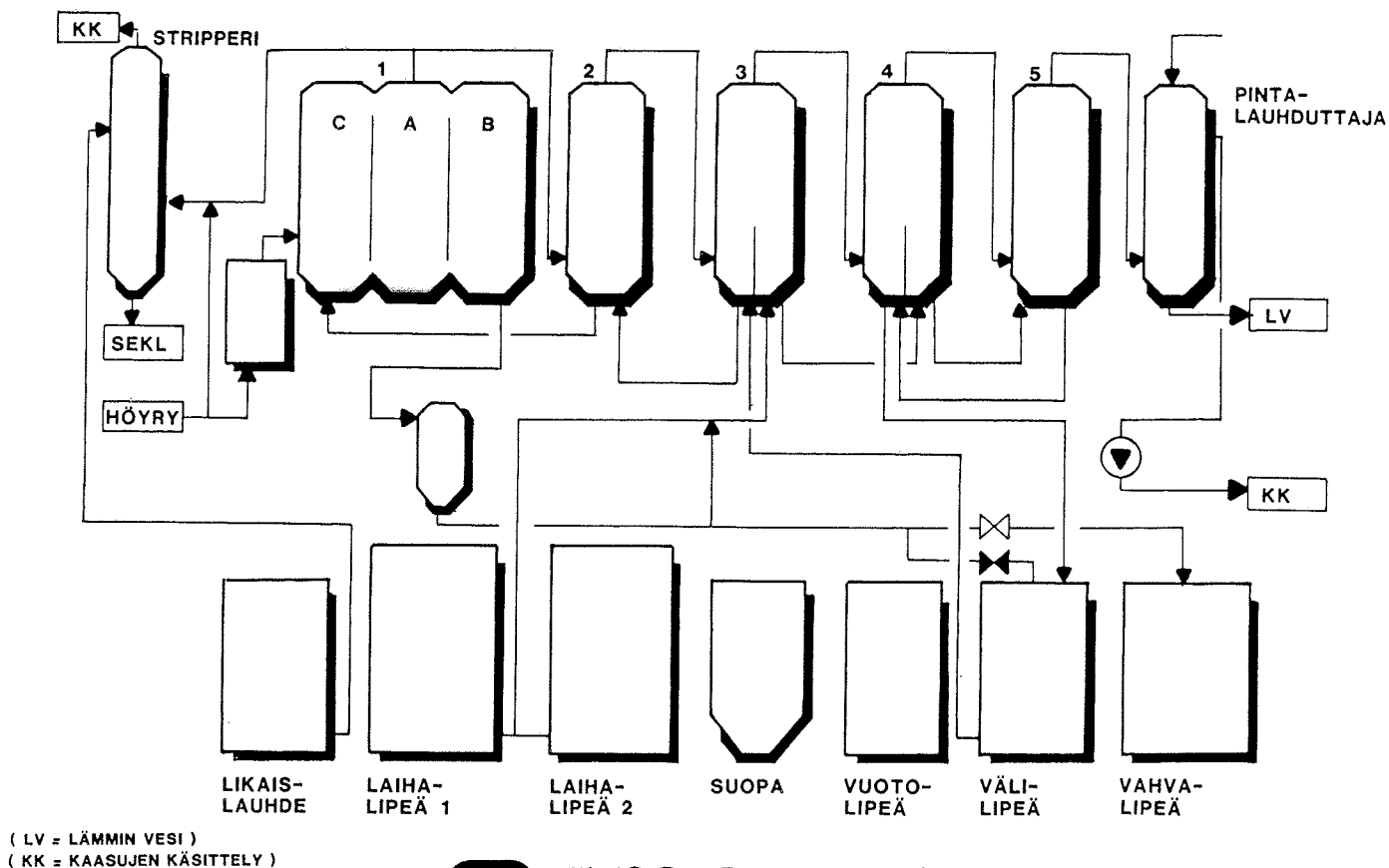
TALTEENOTTOLINJAN VIRTAAUSKAAVIO



EG ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat
Sellutehdas

KOH, PMo 7/89

HAIHDUTTAMO

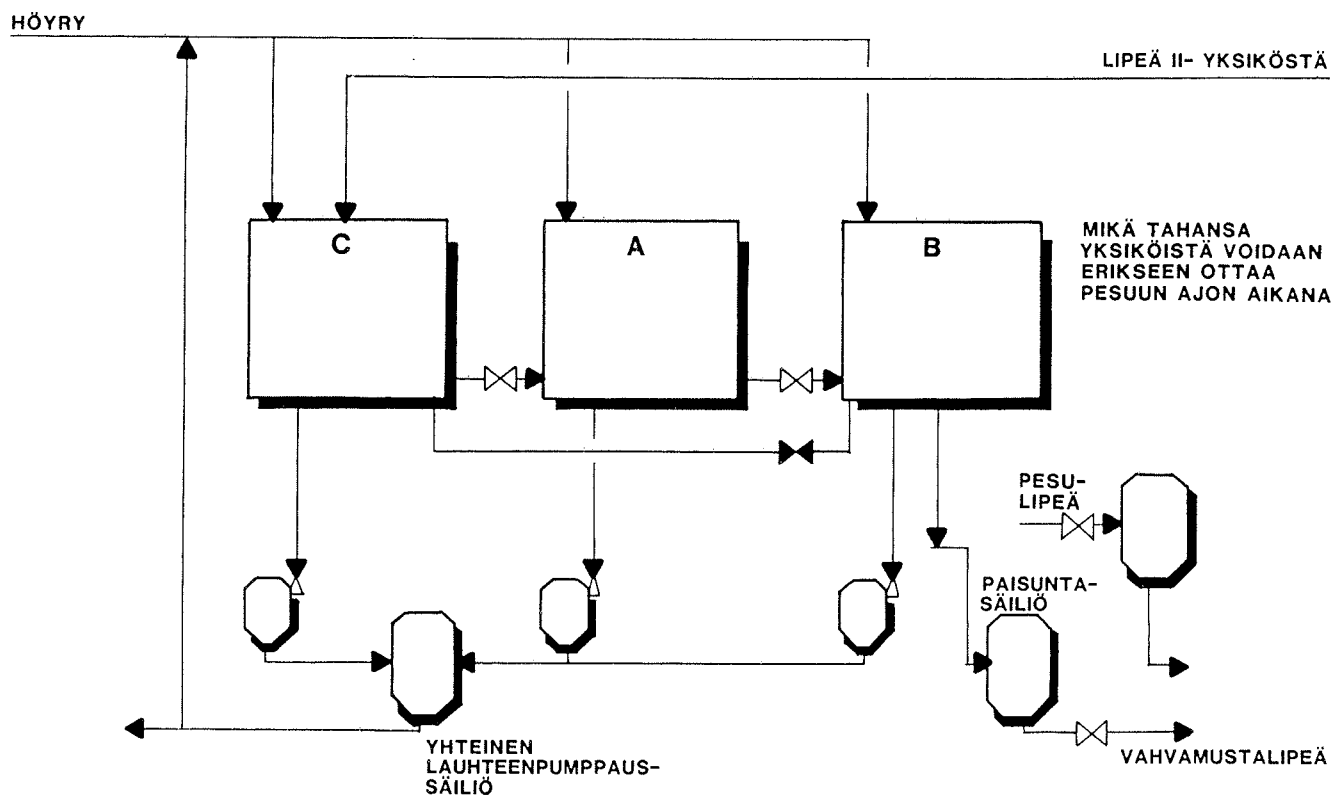


ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaas
Sellutehdas

KOH, PMo 7/89

HAIHDUTTAMO

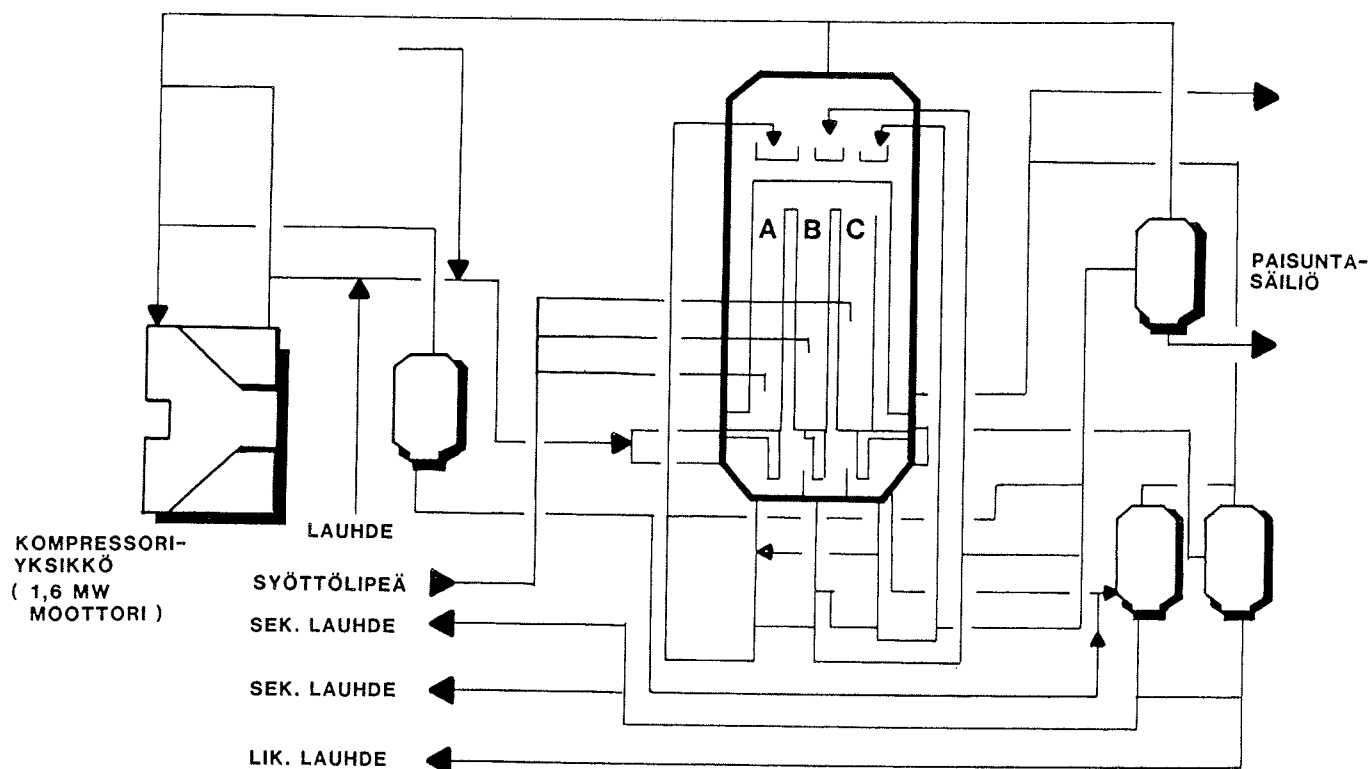


ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaas
Sellutehdas

KOH, PMo 7/89

TK - HAIHDUTTAMO



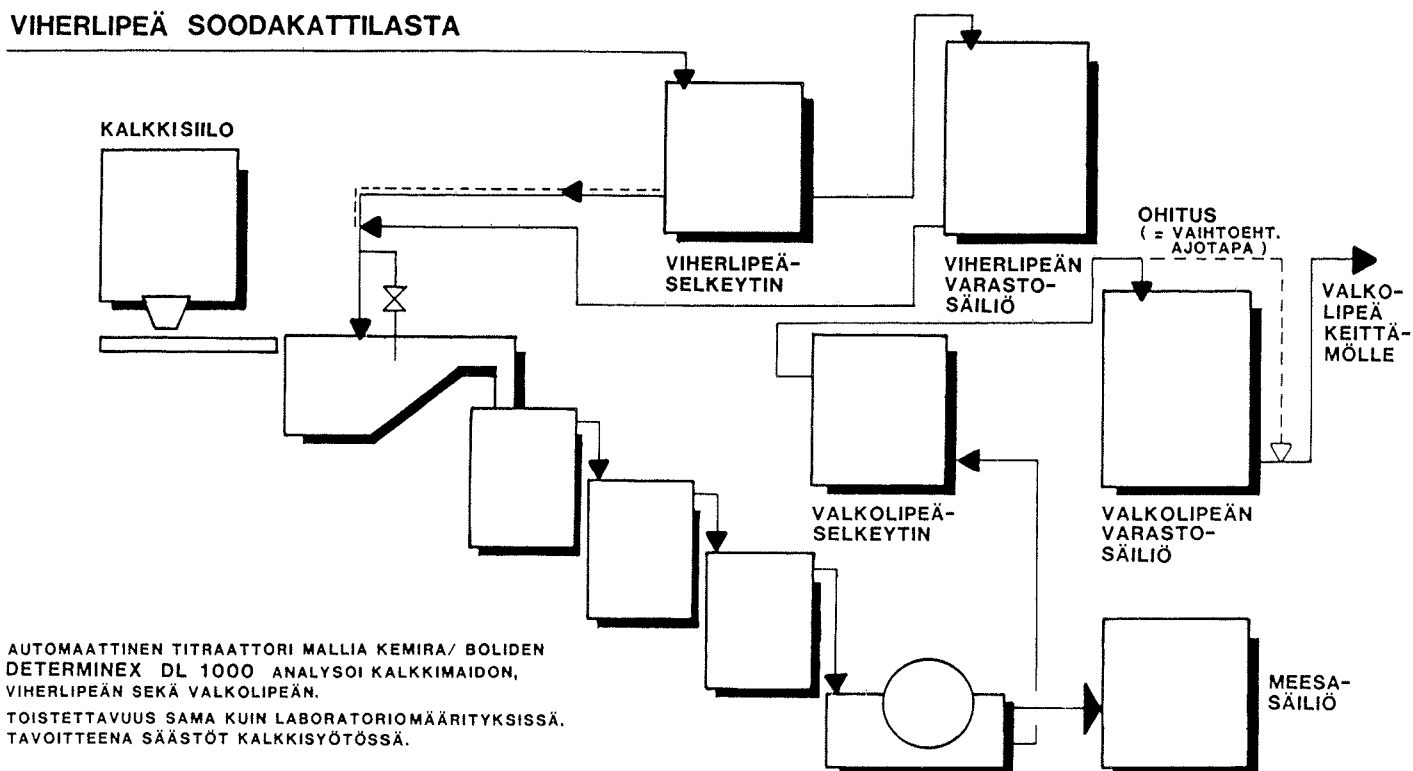
(TK = TERMOKOMPRESSORI)

EG ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat
Sellutehdas

KOH, PMo 7/89

KAUSTISOINTI

VIHERLIIPEÄ SOODAKATTILASTA

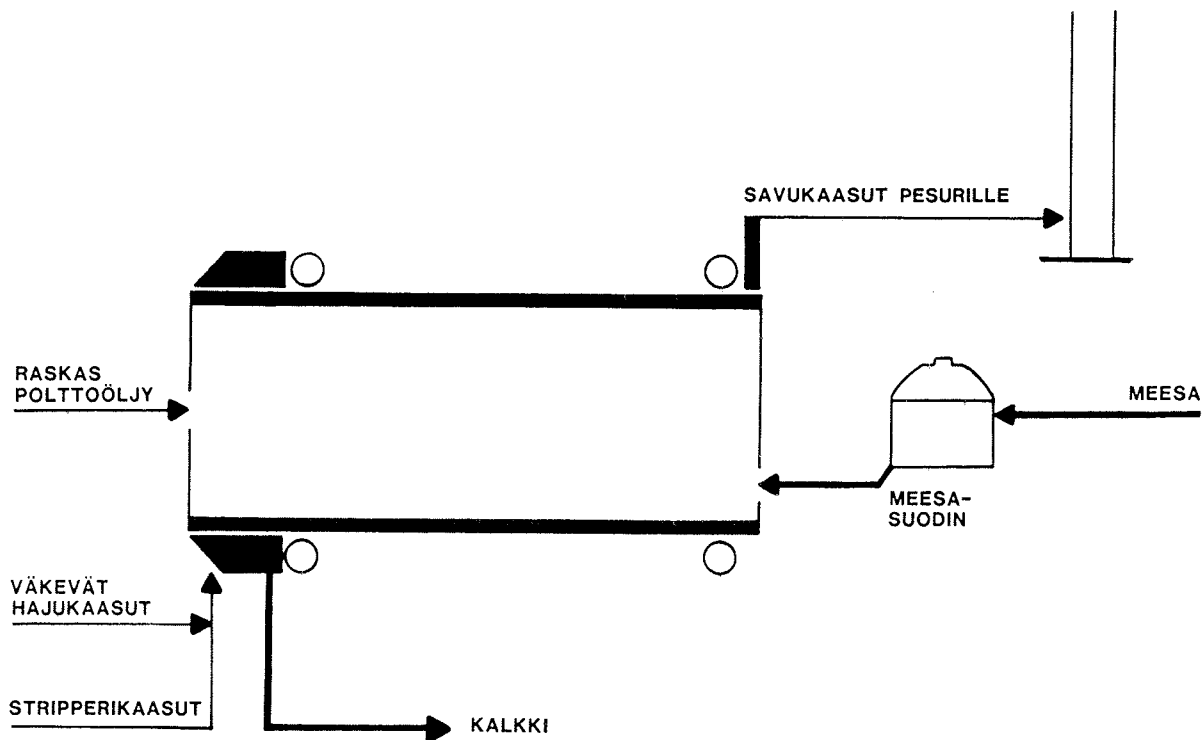


AUTOMAATTINEN TITRAATTORI MALLIA KEMIRA/ BOLIDEN DETERMINEX DL 1000 ANALYSOI KALKKIMAIDON, VIHERLIIPEÄN SEKÄ VALKOLIPEÄN.
TOISTETTAVUUS SAMAN KUI LABORATORIOMÄÄRITYKSISSÄ.
TAVOITTEENA SÄÄSTÖT KALKKISYÖTÖSSÄ.

EG ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat
Sellutehdas

KOH, PMo 7/89

MEESAUUNI

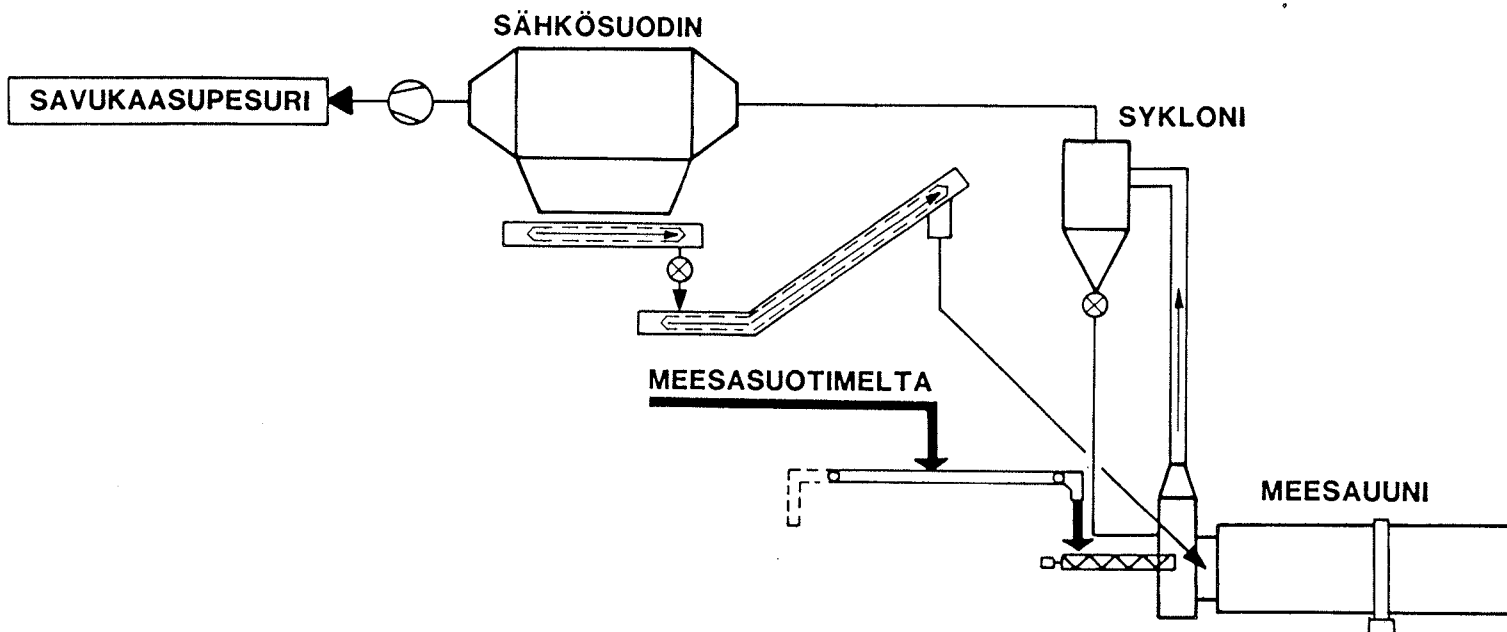


ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat
Sellutehdas

KOH, PMo 7/89

MEESAUUNIN PÖLYNEROTUSJÄRJESTELMÄ PERIAATEKAAVIO



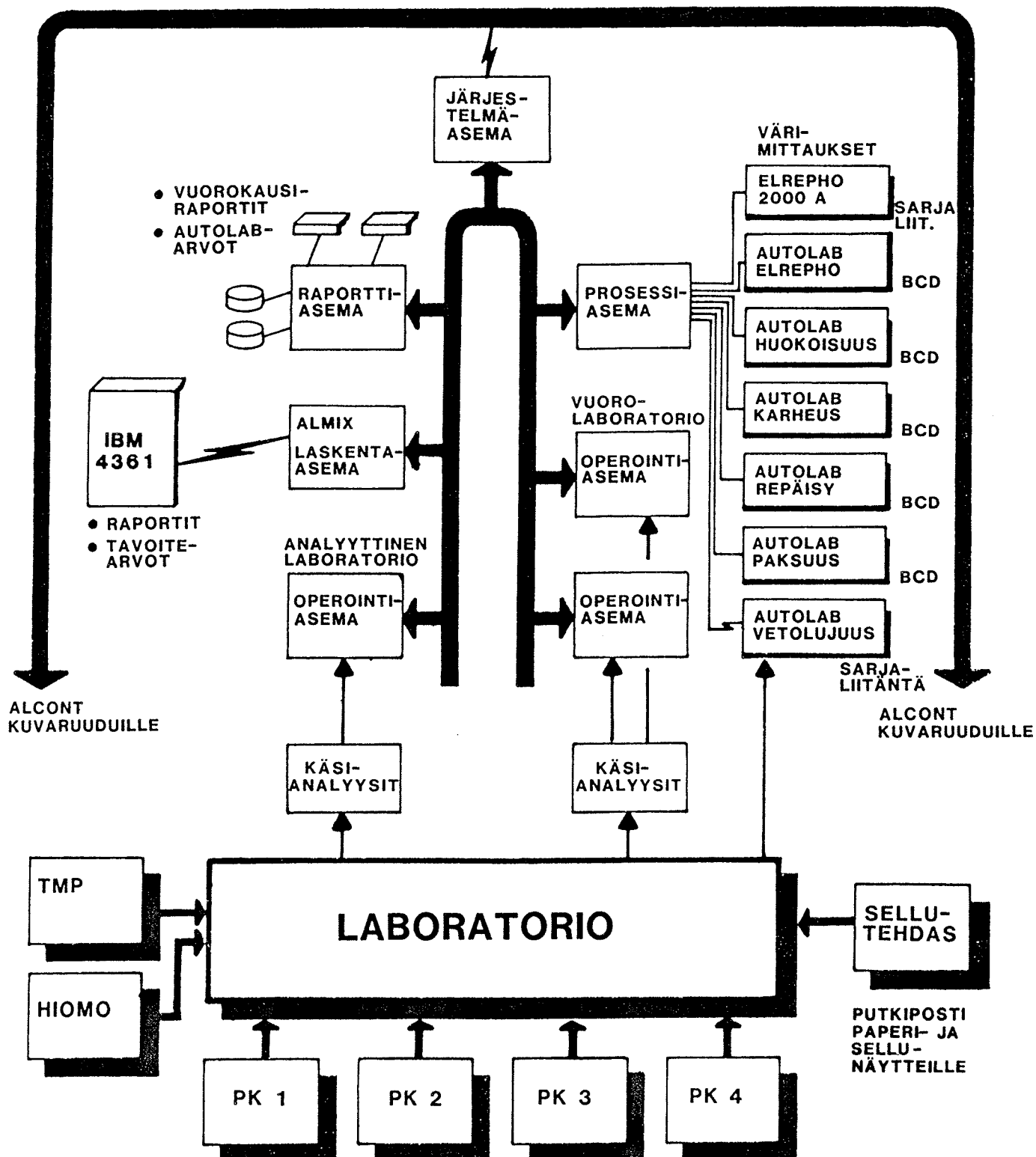
ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden sellutehdas

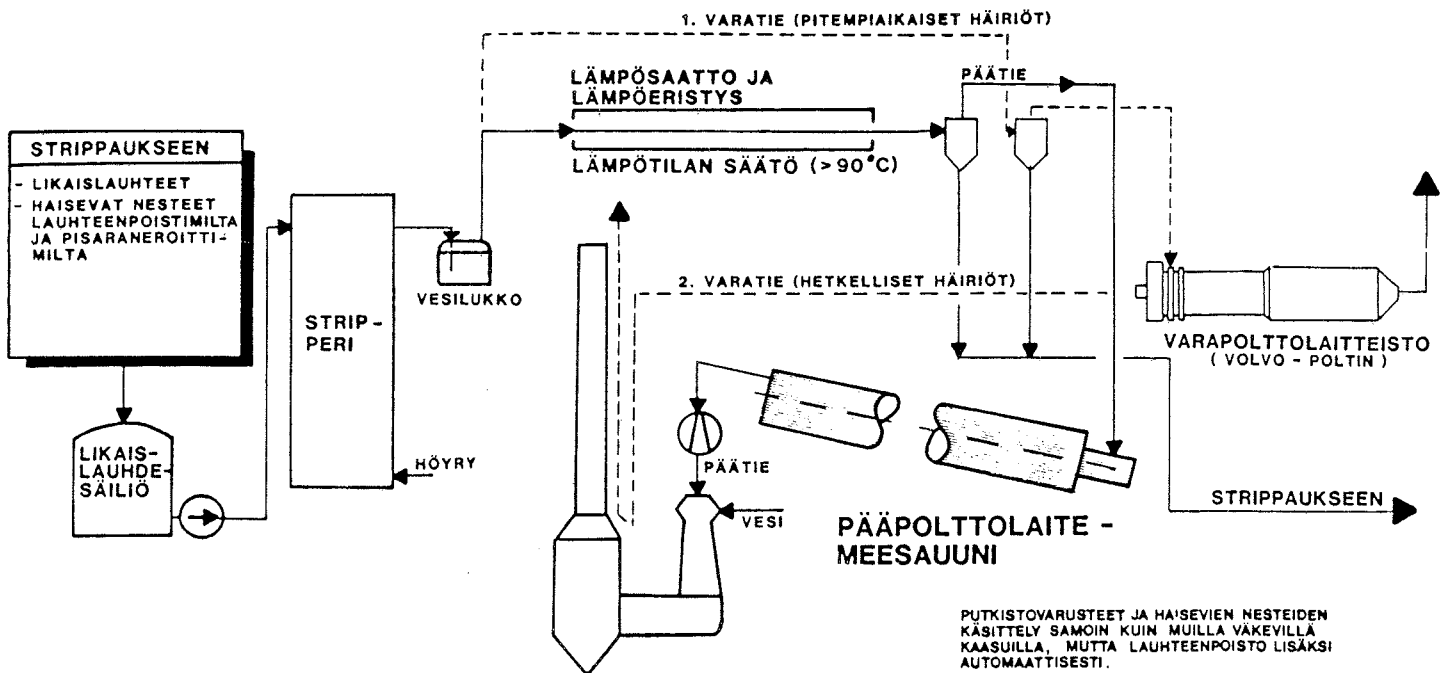
KOH, PMo 10/91

LAADUN VALVONTA

TEHDASVÄYLÄ



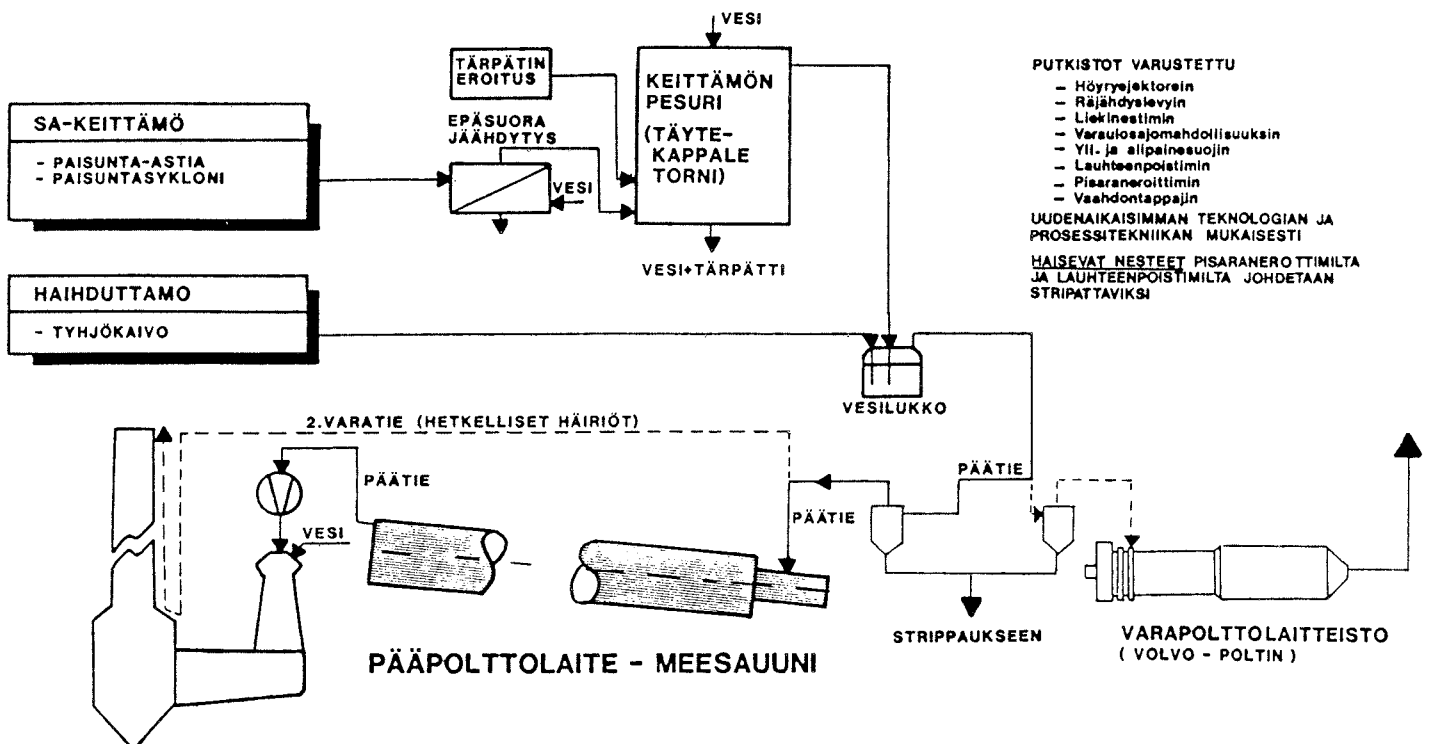
SELLUTEHTAAN STRIPPERIKAASUJEN KÄSITTELY



EG ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat
Sellutehdas

KOH, PMo 7/89

SELLUTEHTAAN VÄKEVIEN TEHDASTELUKAASUJEN KERÄILY JA HÄVITYS (MUUT PAITSI STRIPPERIKAASUT)



EG ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden tehtaat
Sellutehdas

VARKAUDEN SELLUTEHTAAN HAJUNTORJUNNAN TULOKSET 1989

- **VÄKEVIEN JA STRIPPERIKAASUJEN POLTTO ON
TOIMINUT 99,8 % AJASTA
(POISLUKIEN PAKOLLISET TES – SEISAKIT JA
NÄIHIN LIITTYNEET KORJAUSSEISAKIT SELLU –
TEHTAALLA YHT. 12 vrk)**
- **LAIMEAT HAJUKAASUT ON POLTETTU
SOODAKATTILASSA VASTAAVASTI 96,8 %:N
TEHOKKUUDELLA**
- **SELLUTEHTAAN RIKKIPÄÄSTÖ RIKKIDIOKSIDINA
ILMOITETTUNA OLI 3,7 KG /TS,
ELI ALITTAAN SELVÄSTI VALTIONEUVOSTON
OHJEARVON VANHOILLE SELLUTEHTAILLE**



ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat