

ETY-Soodakattilavaliokunta

SOODAKATTILAPÄIVÄ 1990

Hotelli Haaga, Helsinki 24.10.1990

EV-11696V-01

EV-11696V
ETY-Soodakattilavaliokunta
Soodakattilapäivä 1990, ohjelma

AIKA 24.10.1990 klo 9.00 -

PAIKKA Hotelli Haaga
Nuijamiestentie 10, 00321 HELSINKI
p. 90-578 311, fax. 90-571 443

OHJELMA

09.00-09.30	Ilmoittautuminen ja aamukahvi
09.30-09.35	Kokouksen avaus ja puheenjohtajan valinta
09.35-10.20	Tulipesätutkimukset, P. Siiskonen, Oy Tampella Ab Kattilateollisuus, Tampere
10.20-11.05	Akustiset tulipesän lämpötilamittaukset, P. Martikainen, VTT-PLT-laboratorio, Jyväskylä
11.05-11.20	Tauko
11.20-12.00	Lentotuhkan tarttuvuusominaisuudet, B-J. Skrifvars/M. Hupa, Åbo Akademi, Turku
12.00-13.15	Lounas
13.15-14.00	Mustaliipeän lämpökäsittely, P. Kiialainen, A.Ahlström Osakeyhtiö, Savonlinna
14.00-14.10	Tauko
14.10-14.55	Ilmansuojelun viranomaisvaatimusten kehitysnäkymiä, A. Estlander, EKONO Oy
14.55-15.15	Kahvi
15.15-15.45	Olemassaolevat ilmansuojelupäätökset, M. Hietamäki, Ympäristöministeriö, Helsinki
15.45-16.15	Hajuton tehdas, H. Monto, Enso-Gutzeit Oy, Varkaus
19.00-	Päivällinen

EV-11696V
 ETY-Soodakattilavaliokunta
Soodakattilapäivä 1990

Luennoitsijat

Yritys	Luennoitsija	kokous	päivällinen	majoitus 24.-25.10.
A. Ahlström, Savonlinna	P. Kiialainen	X	X	X
EKONO Oy, Espoo	A. Estlander	X		
Enso-Gutzeit, Varkaus	H. Monto	X	X	X
Oy Tampella Ab	P. Siiskonen	X	X	X
VTT, Jyväskylä	P. Martikainen	X		
Ympäristöministeriö	M. Hietamäki	X		
Åbo Akademi, Turku	M. Hupa	X	X	
	B-J Skrifvars	X	X	

Osanottajat

Yritys

Osallistuja

A. Ahlström, Varkaus	Timo Anttonen	X	X	X
	Marjo Kuusio	X	X	
	Timo Launo	X	X	X
	Raimo Paju	X	X	X
	Keijo Raak	X	X	X
	Jan Storbacka	X	X	X
	Timo Vihavainen	X	X	X
EKONO Oy, Espoo	Ari Asikainen	X	X	
	Björn Bäckström	X	X	
	Elisa Hänninen	X	X	
	Kyösti Koskinen	X	X	
	Dietrich Oehlandt	X	X	
	Hannu Maskuniitty	X	X	

15.10.1990

2

Yritys	Osallistuja	kokous	päivällinen	majoitus 24.-25.10.
Energiataloudellinen Yhdistys, Helsinki	Asmo Rantanen Olavi Vapaavuori	X X	X X	
Enso-Gutzeit Oy, Imatra	Juha Kosonen	X	X	X
Enso-Gutzeit Oy, Kotka	Jukka Puhakka Matti Takala	X X	X X	X X
Enso-Gutzeit Oy, Varkaus	Lassi Kankala	X	X	X
Kaukas Oy, Lappeenranta	Juha-Pekka Juuti Hannu Kytö Harry Sundqvist	X X X	X X X	X X X
Kemi Oy, Kemi	Pauli Harila Keijo Imeläinen	X X	X X	X X
Keskuslaboratorio, Espoo	Kaarlo Rainio	X	X	
Kymin Paperiteollisuus, Kuusankoski	Juha Kouki Pentti Nokelainen	X X	X X	X X
Metsä-Botnia, Kaskinen	Kari Auvinen	X	X	X
Metsä-Sellu Oy, Äänekoski	Maarit Herranen Reijo Kiuru Vesa Maso	X X X	X X X	X X X
Jaakko Pöyry Oy, Helsinki	Antti Jaakkola	X	X	
Rauma-Repola Oy, Pori	Reino Kärki	X	X	X
Rauma-Repola Oy, Rauma	Hannu Haaslahti Pertti Valtonen	X X	X X	X X
Sunila Oy, Sunila	Matti Aho Jukka Henriksson	X X	X X	X X
Tampella, Voimateoll., Tampere	Jari Ekholm Kari Kuukkanen Mauri Loukiala Tuomo Ruohola Matti Salmela Pekka Siiskonen	X X X X X X	X X X X X X	X X X X X X
Tampella, Steamservice, Tampere	Jouko Kurola Pertti Petänen	X X	X X	X X
Teollisuusvakuutus, Helsinki	Juhani Ingalsuo Helena Saukkonen	X X		

Yritys	Osallistuja	kokous	päivällinen	majoitus 24.-25.10.
Valmet Automation, Tre	Jukka Mikkonen	X	X	X
Veitsiluoto Oy, Kemi	Jukka Heiko	X	X	X
	Teuvo Poikela	X	X	X
Veitsiluoto Oy, Kemijärvi	Antero Raassina	X	X	X+23.10.
Veitsiluoto Oy, Oulu	Vesa Mikkola	X	X	X
	Heikki Sipilä	X		
Wisaforest, Pietarsaari	Håkan Sjö	X	X	X
Yhtyneet Paperitehtaat, Joutseno Pulp	Jouni Artola	X	X	X
	Jukka Veitola	X	X	X
	Jorma Viinikainen	X	X	X
Yhtyneet Paperitehtaat, Valkeakoski	Olavi Aaltonen	X	X	X
	Matti Kinnari	X	X	X

24.10.1990

TULIPESÄTUTKIMUKSET

JOHDANTO

Kattilakoon nopea kasvu sekä kiristyneet käytettävyyss- ja ympäristövaatimukset ovat asettaneet uusia haasteita soodakattilan tulipesäprosessien ymmärtämiselle. Suurissa tulipesissä ei voida perinteisellä 3-tason ilmanjakojärjestelmällä välttää virtausten kanavoitumista ja samalla huolehtia riittävästi kaasujen sekoittumisesta. Kehittyneemmällä ns. multilevel-ilmasysteemeillä pystytään näitä ongelmia vähentämään, mutta ilmanjaon optimaalinen säätö vaatii vielä lisää tutkimusta. Ilmanjaon lisäksi tulipesän toimintaan vaikuttaa oleellisesti lipeän syöttö ja käytetty kuiva-ainepitoisuus. Korkea kuiva-aineisen lipeän polton edut ovat kiistattomia. Käytännön havaintoja ovat parempi käytettävyyss, pienemmät päästöt ja korkeampi reduktioaste. Luonnollinen seuraus on myös kattila-hyötysuhteen paraneminen.

Tässä kirjoituksessa esitellään Tampellassa käynnissä olevia tulipesätutkimuksia. Teoreettisten tietokonemallien tueksi tehdään käytännön mittauksia sekä pienoismallilla että todellisella kattilalla. Tutkimuskokonaisuus valmistuu vuoden -91 aikana, joten esitetyt tulokset ovat alustavia.

24.10.1990

MUSTALIPEÄN POLTTOTEKNIIKAN KEHITYS

Soodakattilakoot ovat kasvaneet nopeasti viime vuosina. Tänä päivänä suunnitellaan jo yli 3000 tds/24 h polttavia soodakattiloita. Poltto-kapasiteetin lisääntyessä ovat luonnollisesti myös tulipesän mitat kasvaneet samassa suhteessa.

Samanaikaisesti on mielenkiinto lisääntynyt korkea kuiva-aineisen mustalipeän polttamiseen. Nämä ilmiöt yhdessä ympäristöystävällisen polttotekniikan kehittämisen kanssa ovat asettaneet uusia vaatimuksia soodakattilan tulipesäprosessien ymmärtämiselle.

Kemikaalien talteenoton maksimointi, hyvä käytettävyys ja päästöjen hallinta ovat tunnetusti tärkeimmät vaatimukset kattilan optimaaliselle toiminnalle. Nämä vaatimukset voidaan täyttää vain tuntemalla ja hallitsemalla tulipesän olosuhteet riittävän hyvin. Tulipesäprosessiin voimakkaasti vaikuttavia asioita ovat mm. mustalipeän palamisominaisuudet, ilmansyöttö ja kaasujen sekoittuminen. Tällä hetkellä on lähes mahdotonta hallita keitosta johtuvia mustalipeän ominaisuuksien muutoksia, jotka aiheuttavat häiriöitä palamiseen. Korkeampi kuiva-aineisen polttoaineen käyttö kuitenkin helpottaa palamista ja vähentää oleellisesti palamisprosessin herkkyyttä näille häiriöille.

Oikein suunnitellun ilmanjaon merkitys tulipesän toimintaan on jopa edelleen korostunut kattilakoon kasvaessa. Virtausten kanavoituminen kattilan keskelle ja kaasujen riittämätön sekoittuminen ovat olleet vaikeasti hallittavia asioita jo pienemmissäkin kattiloissa.

Tampella on ollut edelläkävijä soodakattilan ilmanjakojärjestelmän kehittäjänä. Yleensä kolmitasoisen ilmanjakojärjestelmän ongelmana on ollut kattilan keskelle syntyvä voimakas happiköyhä virtaus, joka lisää sulapisaroiden kulkeutumista kattilan yläosiin ja vaikeuttaa tertiääri-ilman tunkeutumista.

Tampella on tutkinut ja edelleen kehittänyt ilmanjakojärjestelmäänsä. Uusi järjestelmä on syntynyt pienoismallikokeiden ja tietokoneella suoritettujen simulointien tuloksena. Ensimmäinen uutta ilmanjakojärjestelmää käytettävä kattila käynnistyy Kemi Oy:lla vuoden 1990 joulukuussa.

24.10.1990

TULIPESÄPROSESSIEN TUTKIMUKSET

Tutkimustöiden tavoitteena on tulipesässä tapahtuvien ilmiöiden parempi ymmärtäminen ja optimaalisen ajomallin löytäminen toimiville kattiloille.

Toimivan kattilan mittaaminen on vaikeaa, eikä se tulipesän alueelta käytännössä onnistu. Ajoparametrejä muuttamalla saadaan tiettyjä ilmiöitä näkyviin, mutta tarkkaa syy- ja seuraussuhdetta ei tunneta.

Soodakattilan tulipesän ilmiöt ovat hyvin monimutkaisia. Ilmiöiden vaikeus säilyy myös numeerisessa simuloinnissa. Tästä huolimatta simulointi on tuottanut runsaasti uutta tietoa ja auttanut ymmärtämään käytännön havaintoja. Varsinkin ilmanjaon suunnittelussa simulointi on osoittautunut erinomaiseksi työkaluksi.

Tampella on kehittänyt soodakattilan tulipesän numeerista simulointia yhteistyössä Tampereen Teknillisen Korkeakoulun kanssa vuodesta 1986. Tuloksena on toimiva malli, jolla voidaan tutkia eri parametrien, kuten pisarakoon, kuiva-ainepitoisuuden ja eri ilmansyöttövaihtoehtojen vaikutusta kattilan toimintaan. Voidaan esimerkiksi laskea tulistimiin kulkeutuvien pisaroiden määrä.

Soodakattilan tulipesässä tapahtuvien ilmiöiden monimutkaisuus aiheuttaa kuitenkin ongelmia myös laskentaan, varsinkin päästöjen osalta. Tarvitaan lisää kokellista tietoa muunmuassa mustalipeän palamiskäyttäytymisestä, päästöjen muodostumismekanismeista ja keossa tapahtuvista reaktioista. Näiden tekijöiden selvittämiseksi Tampella on työskennellyt Åbo Akademin kemianlaitoksen kanssa. Ilmiöitä kuvaavat alimallit saadaan valmiiksi ja liitetään tulipesän kokonaismalliin vuoden -91 aikana.

Virtausmallien kokeellista tutkimusta on tehty pääasiassa yhteistyönä Leningradin kattila- ja turpiini-instituutin kanssa. Instituutin isoteremisellä pilot-kattilalla tutkitaan erilaisia ilmansyöttömalleja. Nopeusmittauksilla ja visuaalisoinneilla pyritään selvittämään nopeusprofilit ja sekoittumisen tehokkuus. Nopeusmittauksissa käytetään sekä laser- että kuumalankamittauslaitteita.

24.10.1990

Vastaavia ilmansyöttömälle tutkitaan parhailaan myös täyden mittakaavan laitoksella Kemissä. Kemissä tehtävissä mittauksissa selvitetään eri ilmansyöttövaihtoehtojen vaikutusta virtausprofiiliin. Nopeusmittauksissa käytetään kuumalanka-tekniikkaa, jossa mittapäätä siirretään erityisen vaijeritoimisen kelkan avulla. Visualisoinnit tehdään käyttäen savunsyöttölaitteistoa ja videokuvausta. Lisäksi kaasujen sekoittumisen tehokkuuden selvittämiseksi mitataan höyrypatterilla lämmitetyn primääri-ilman synnyttämä lämpötilaprofiili kattilan yläosasta.

Kylmällä kattilalla tehtävät mittaukset antavat arvokasta tietoa uudesta ilmajärjestelmästä ja tuloksia voidaan myös käyttää arvoitaessa pienoismallimittausten ja numeerisen laskennan luotettavuutta.

MULTILEVEL -JÄRJESTELMÄ OPTIMAALISEEN ILMANSYÖTTÖÖN

Numeerinen laskenta yhdistettynä pienoismallilla tehtyihin mittauksiin on tällä hetkellä tehokkain keino optimaalisen ilmanjaon selvittämisessä. Tältä pohjalta on kehitetty uusi ns. multi-level ilmajärjestelmä, joka mahdollistaa tasaisemman nopeusprofiilin ja hyvän kaasujen sekoittumisen. [Kuva 1].

Uudessa järjestelmässä on lipeäruiskujen alapuolelle sijoitettu kolme eri ilmansyöttötasoa. Primääri-ilmalla huolehditaan keon reuna-alueista noin kahden metrin etäisyydelle seinästä perinteisen mallin mukaan.

Seuraavalla ns. alasekundääri-ilmalla aktivoidaan loput keon pinnasta. Tällöin koko keon pinta-ala saadaan tehokkaaseen käyttöön. Huolehtimalla lipeän tasaisesta ruiskutuksesta tulipesän pohjalle voidaan keon lähellä ja keossa tapahtuvan palamisen osuutta lisätä.

Palamisen siirtyessä alas lipeäpisaroiden karkaaminen virtauksen mukana vähenee ja kaasujen lämpötila tulipesän ulosvirtauksessa alenee. Tämän seurauksena kattilan likaantuminen vähenee samalla, kun kapasiteettia voidaan nostaa. Korkeat lämpötilat keon alueella ovat lisäksi edullisia sulassa tapahtuville endotermisille kemikaalien pelkistysreaktioille.

24.10.1990

Sekundääri-ilman tehtävänä on polttaa keon alueelta nousevat palavat kaasut. Tämä edellyttää ilmasuihkuilta tehokasta tunkeutumista ja sekoitumista koko tulipesän poikkipinnassa. Tällöin sekundääri-ilmatasoon muodostuu myös tehokas kuivumisvyöhyke lipeäpisaroille ennen kuin ne putoavat kekoon. Jos nämä vaatimukset toteutetaan perinteisellä ilmansyötöllä, jossa suihkut on sijoitettu kaikille seinille vastakkain, muodostuu suihkujen törmätessä voimakas ylöspäin suuntautunut virtaus. Kun tällainen "tavarahissi" syntyy, ei likaantumisongelmilta voida välttyä.

Multi-level ilmansyöttömallissa sekundääri-ilmat ovat vain etu- ja takaseinällä ja lisäksi porrastettuina eri korkeuksille. Tällä ratkaisulla saadaan aikaan suihkujen huomattava limittyminen. Ylöspäin suuntautuvan virtauksen nopeushuiput pienenevät, ja lipeäpisarat läpäisevät helpommin sekundääritason päätyen kuivana kekoon.

Tertiääri-ilman tehtäväksi jää jäännöskaasujen polttaminen. On tärkeätä pystyä huolehtimaan hiilimonoksidin ja TRS -yhdisteiden hapettamisesta mahdollisimman pienellä yli-ilmamäärällä. Samalla on huolehdittava lämpötilaprofiilin tasaisuudesta kattilan sivusuunnassa, koska lämpötilahuiput voivat tuhkan alhaisen sulamispisteen vuoksi aiheuttaa vaikeita tukkeutumisongelmia.

Huonosti säädetty kattilan sivuseiniltä tuleva tertiääri-ilma voi lisätä lämpötilaprofiilin epätasaisuutta ja näin pahentaa tilannetta. Yllättävää on myös se, että tertiääri-ilmalla aiheutettu virtauksen vinoutuma vaikuttaa myös alaspäin kekoon asti.

Hyvin suunniteltu tulipesän alaosan ilmansyöttö tasoittaa nopeusprofiilia ja helpottaa tertiääri-ilman toimintaa. Sen sijaan huonosti toimiva tertiääri-ilma voi vastaavasti jopa pilata hyvin suunnitellun sekundääritason ilmanjaon.

Tästä riippuvuussuhteesta johtuen on tertiääri-ilman syötössä päädytty periaatteiltaan sekundääritasoa vastaavaan malliin. Ilma-aukot on sijoitettu pelkästään etu- ja takaseinille, ja suihkujen törmääminen on minimoitu käyttäen porrastusta vastakkaisilla seinillä.

24.10.1990

KORKEAN KUIVA-AINEPITOISUUDEN EDUT

Taloudellisten tekijöiden lisäksi jokaisen sellutehtaan on tänä päivänä otettava huomioon ympäristönsuojelulliset näkökohdat. Kiristyneiden päästönormien vuoksi alhainen SO_2 ja H_2S taso on hyvän käytettävyyden ja tehokkaan kemikaalien talteenoton ohella tärkein vaatimus nykyaikaiselle soodakattilaprosessille.

Onnistunut ilmanjako yhdistettynä korkea kuiva-aineisen, 75 - 80 %, mustalipeän polttoon varmistaa näiden tavoitteiden saavuttamisen. Tampellalla on jo usean vuoden ajalta kokemusta ja tutkimustietoa ns. superpoltosta. Rauma-Repolan Porin sellutehtaalla on todettu rikkipäästöjen pudonneen lähes nolnaan ja reduktioasteen nousseen aikaisemmista huippuarvoista vielä 1 - 2 % superpolttoon siirtymisen jälkeen. Samanaikaisesti käyttöhenkilökunnan säätötoimenpiteiden tarve on vähentynyt oleellisesti. [Kuva 2].

Viimeisimmät kokemukset korkea kuiva-aineisen lipeän poltosta ovat Tampellan Heinolan flutingtehtaalta, jossa superpoltto on ollut käytössä kevästä -90 lähtien. Heinolan NSSC-lipeä on palamiskäyttäytymiseltään hyvin vaikeasti hallittava.

Ennen superpolton käyttöönottoa tehdyt yritykset hakea hyvää ajomallia perinteisellä kuiva-ainepitoisuudella eivät olleet kovin onnistuneita. Keon kokoa ei hallittu, sula valui primääriaukkoihin ja tukiöljypolttimia tarvittiin säännöllisesti. Superpolton käynnistämisen jälkeen nämä ongelmat loppuivat kokonaan.

Vleisesti tiedetään, että korkeampi kuiva-aineisen lipeän poltto kohottaa tulipesän alaosan lämpötilaa ja mahdollistaa suuremman pisarakoon käyttämisen. Tämän tuloksena palaminen tehostuu, päästöt pienenevät ja carryover vähenee. Ilmiöiden yksityiskohtainen ymmärtäminen vaatii kuitenkin lisää tutkimusta. Koska tulipesän lämpötila- ja konsentraatiojakautumien mittaaminen on lähes mahdotonta, jää parhaimmaksi keinoksi numeerinen simulointi. Saadut laskentatulokset tukevat käytännön havaintoja.

24.10.1990

LASKENTATULOKSIA KUIVA-AINEPITOISUUDEN VAIKUTUKSISTA

Esimerkkilaskennassa on käytetty tyypillistä 1500 tds/24 h polttavaa soodakattilaa, jonka tulipesän poikkipinta-ala on $10 \times 10 \text{ m}^2$. Symmetrisen ilman- ja lipeänsyötön vuoksi laskennassa on tarkasteltu vain yhtä kattilan neljänneistä, jolloin laskenta-aika on saatu lyhenemään ratkaisevasti.

Kuvassa 3 on esitetty lämpötilajakautuma ruiskutasolta ja vastaavasti tertiäärin yläpuolelta. Korkea kuiva-ainepitoisuus selvästi kohottaa tulipesän alaosan lämpötilaa. Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava korkea kuiva-aineisen lipeän pisarakoon muutos. Tunnetusti kuiva-ainepitoisuuden lisääminen kasvattaa pintajännitystä ja viskositeettia, jolloin pisarakoko pyrkii kasvamaan. Laskennassa käytetty pisarakojakautuma selviää kuvasta 4.

Erittäin kiinnostavia tuloksia on saatu tarkastelemalla säteilylämpövirrantiheyksiä tulipesän seinään.

Kuvasta 5 nähdään, kuinka lämpövirrantiheydet kasvavat kuiva-ainepitoisuuden mukana. Kuitenkin kattilan yläosassa saattaa tapahtua jopa päinvastoin. Tämä ilmiö on toivottava, koska samalla kun tulipesän alaosan lämmönsiirto tehostuu saadaan alhaisempi kaasujen lämpötila tulipesän ulosvirtauksessa. Käytännön havainnot tukevat näitä tuloksia. Kuvasta 6 lipeäpisaroiden ratoja tarkasteltaessa voidaan havaita 80 % kuiva-aineella tapahtuva aikaisempi pyrolyysi ja paisuminen, jolloin pisarat tempautuvat kaasuvirtauksen mukaan. Kuitenkin on muistettava, että tässä tapauksessa pisarakokojakautuman muuttuminen vähentää carry-overin kokonaismäärää. Yllättävää sensijaan on, että pienimmän, halkaisijaltaan 0.5 mm, pisaran palamisnopeus korkealla kuiva-aineella on hitaampi kuin vastaavan kokoisien 65 % kuiva-aineella.

Tähän löytyy selitys kuvasta 7, jossa on esitetty happikonsentraatio samasta leikkauksesta. Palamisen siirtyessä korkealla kuiva-aineella alas vähenee vastaavasti hapen määrä tällä alueella. Tilanne voidaan välttää muuttamalla ilmasuhteita kattilassa.

24.10.1990

YHTEENVETO

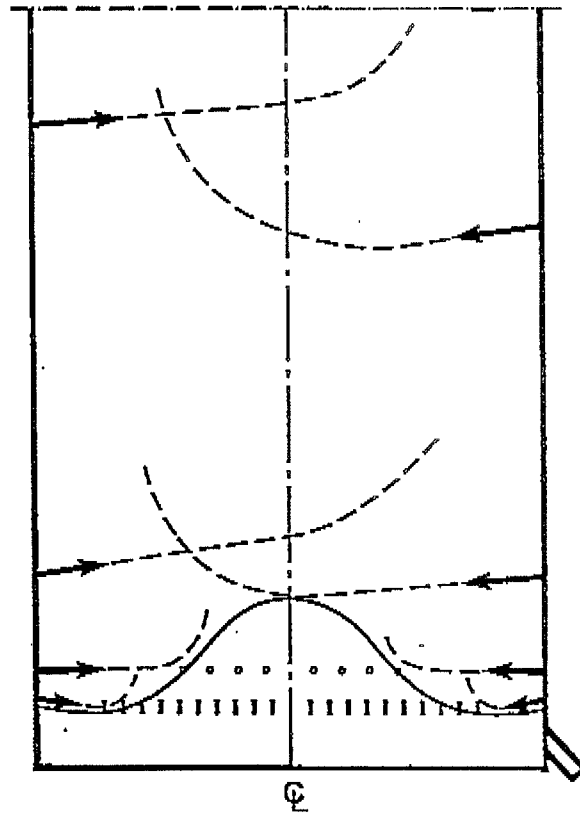
Poltto- ja talteenottoprosessien kehittäminen on tällä hetkellä eräs sellu- ja paperiteollisuuden avainkysymyksiä. Soodakattilan kehitystyö onnistuu vain systemaattisesti tutkimalla tulipesän ilmiöitä. Tampellassa käynnissä oleva tutkimusohjelma on antanut runsaasti uutta tietoa tulipesän toiminnasta ja tuloksia on jo voitu hyödyntää kattilan suunnittelussa. Kehittynyt numeerinen simulointimalli on varmasti tulevaisuudessa yksi tärkeimmistä kattilan suunnittelun apuvälineistä. Tulipesän simulointimallin kehittäjänä Tampella on ollut edelläkävijä koko maailmassa. Tulipesämallin kehitystyö jatkuu ja ehkä jo ensi vuoden aikana mallilla pystytään laskemaan rikki-päästöjen määrä tulipesästä.

OY TAMPELLA AB
Voimateollisuus
Talteenottojärjestelmät

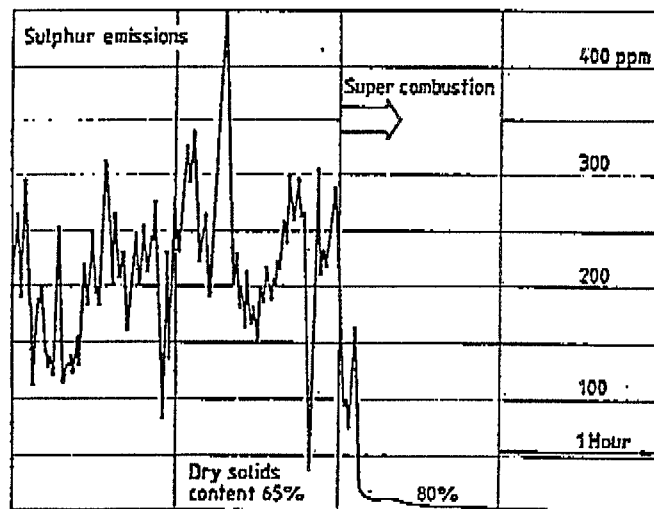
Pekka Siiskonen
Kehitysinsinööri

LIITTEET

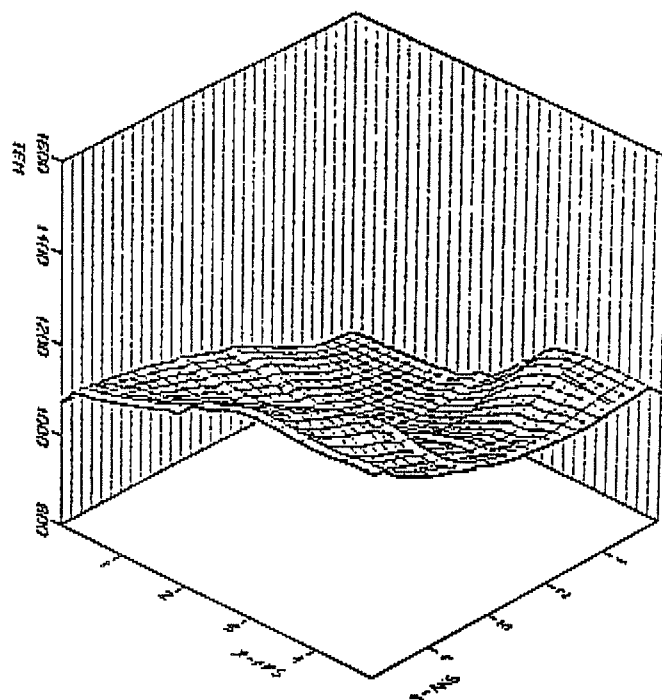
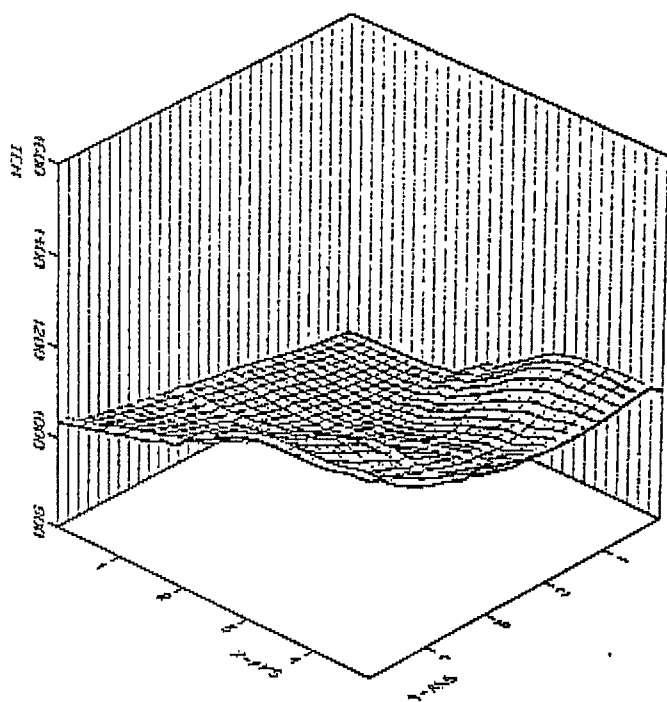
4 sivua



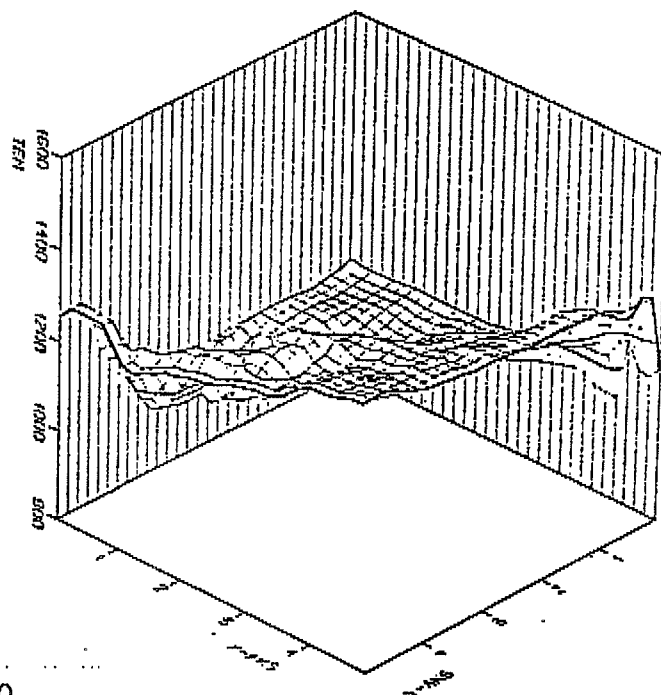
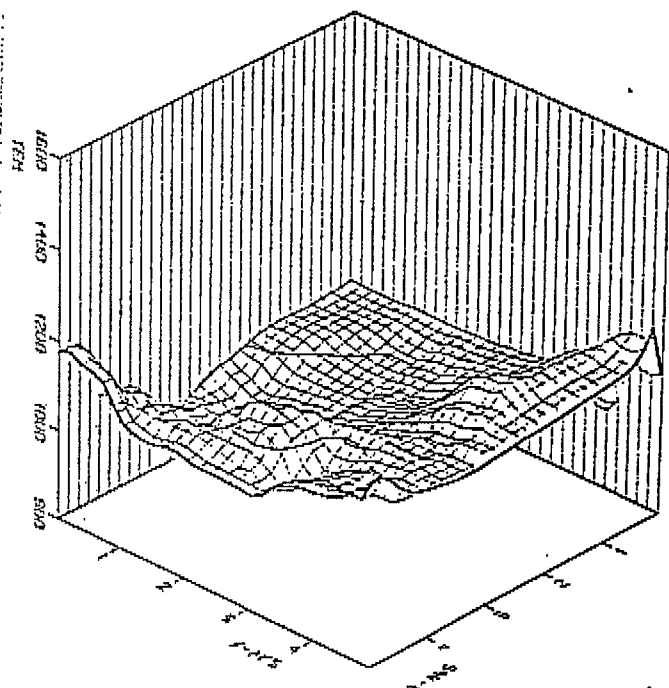
KUVA 1 PERIAATEKAAVIO
MULTILEVEL -ILMAJÄRJESTELMÄSTÄ



KUVA 2 SUPERPOLTON VAIKUTUS
RIKKIPÄÄSTÖIHIN



TULIPESÄN YLÄOSA

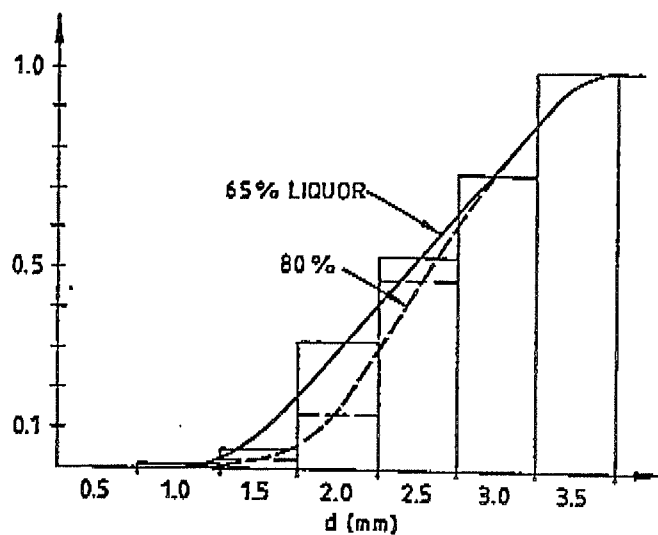


RUISKUTASO

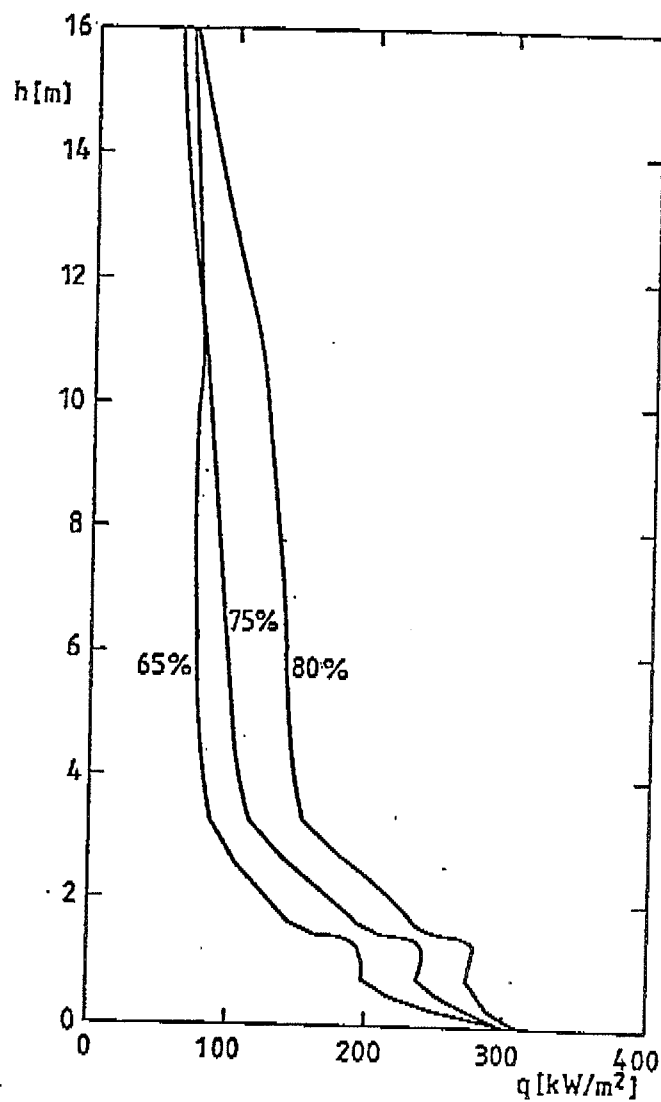
KUIVA-AINEPITOISUUS 65 %

KUIVA-AINEPITOISUUS 80 %

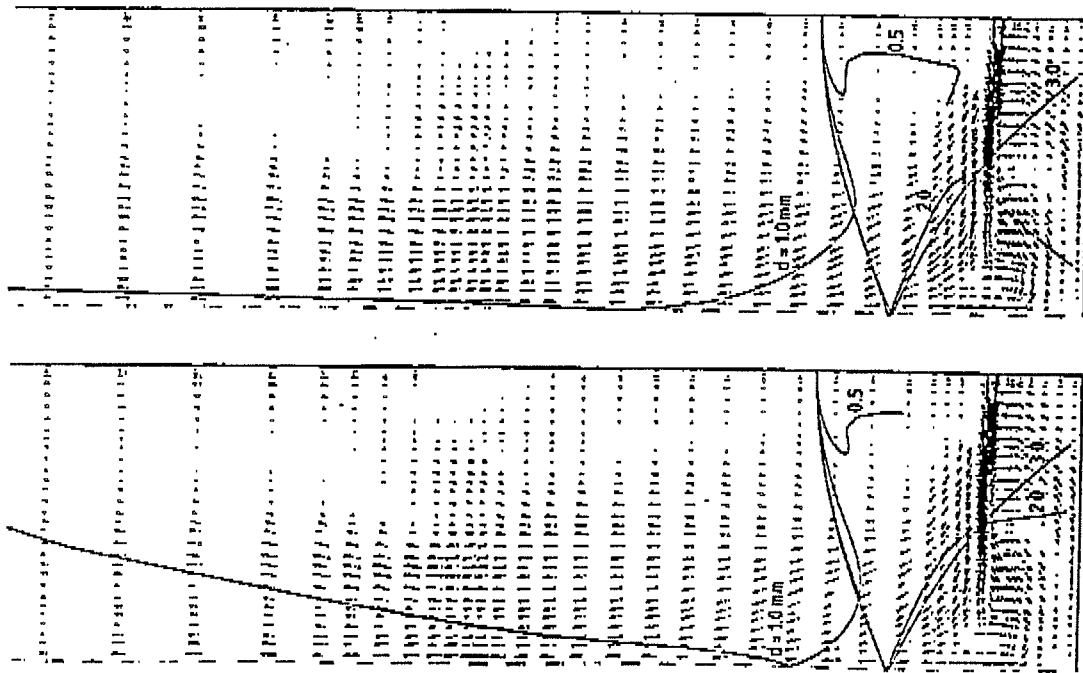
KUVA 3 KUIVA-AINEPITOISUUDEN VAIKUTUS
LÄMPÖTILAJAKAUTUMIIN



KUVA 4 LASKENNASSA KÄYTETYT
PISARAKOKOJAKAUTUMAT



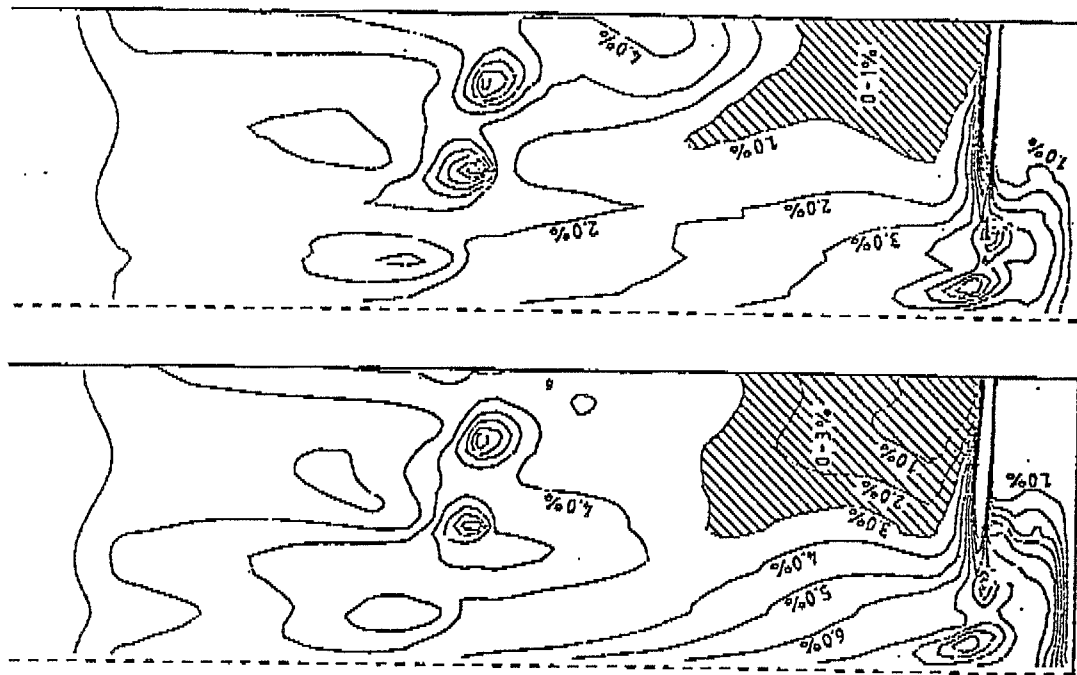
KUVA 5 KESKIMÄÄRÄINEN LÄMMÖNVIRRANTIHEYS
TULIPESÄN SEINIIN



k.a. 65 %

k.a. 80 %

KUVA 6 LIPEÄPISAROIDEN RADAT TULIPESÄN
PITKITTÄISLEIKKAUKSESSA



k.a. 65 %

k.a. 80 %

KUVA 7 HAPPIKONSENTRAATIO TULIPESÄN
PITKITTÄISLEIKKAUKSESSA

AKUSTISET TULIPESÄN LÄMPÖTILAN MITTAUKSET

P. Martikainen

Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Poltto- ja lämpötekniikan laboratorio

FYSIKAALISET PERUSTEET

Heikon paineaallon ja siten myös akustisessa tulipesän lämpötilan mittauksessa käytettävän äänen nopeus kaasussa on

$$\alpha = (\gamma RT/M)^{1/2} = K\sqrt{T} \quad (1)$$

missä

γ = ominaislämpökapasiteettien suhde c_p/c_v

R = yleinen kaasuvakio, $R = 8,314 \text{ J/mol/K}$

T = lämpötila, K

M = moolimassa, kg/kmol

c_p = kaasun ominaislämpökapasiteetti vakiopaineessa, kJ/kgK

c_v = kaasun ominaislämpökapasiteetti vakiotilavuudessa, kJ/kgK

Äänen nopeudelle savukaasussa saadaan hyvä arvio seuraavalla menettelyllä. Lasketaan äänen nopeus kaavan (1) avulla. Käytetään moolimassana M mooliosuuksilla painotettua moolimassaa

$$M = x_{\text{H}_2\text{O}}M_{\text{H}_2\text{O}} + x_{\text{N}_2}M_{\text{N}_2} + x_{\text{O}_2}M_{\text{O}_2} + x_{\text{CO}}M_{\text{CO}} + x_{\text{CO}_2}M_{\text{CO}_2} \quad (2)$$

ja lämpökapasiteettien suhteena γ ideaalikaasuapproksimaatiota

$$\gamma \approx C_{pm}/(C_{pm} - 1) \quad (3)$$

missä C_{pm} on mooliosuuksilla painotettu moolinen lämpökapasiteetti vakiopaineessa ja lämpötilassa T .

$$C_{pm} = x_{H_2O}C_{pmH_2O} + x_{N_2}C_{pmN_2} + x_{O_2}C_{pmO_2} + x_{CO}C_{pmCO} + x_{CO_2}C_{pmCO_2} \quad (4)$$

Ääniaallon kulkuaika t tunnetulla kaasupolulla saadaan

$$t = \int_0^L \frac{1}{[\gamma(x) R T(x)/M(x)]^{1/2}} dx \quad (5)$$

missä L = ääniaallon kulkema matka. Akustisissa tulipesän lämpötilan mittauksissa on oletuksena, että äänen nopeus mittauspolulla riippuu lämpötilan vaihtelusta eikä niinkään moolimassan tai kaasun ominaislämpökapasiteettien suhteen vaihtelusta. Useassa tapauksessa tämä approksimaatio on oikea. Niinpä voimme merkitä moolimassaa $M(x)$ ja lämpökapasiteettien suhdetta $\gamma(x)$ lyhyesti M ja γ . Mittauspolun keskilämpötila on siten

$$T = ML^2/\gamma R t^2 \quad (6)$$

missä

$$\begin{aligned} L &= \text{ääniaallon kulkema matka} \\ t &= \text{ääniaallon kulkuaika} \end{aligned}$$

Yhtälön (6) mukaisesti tulos muuttuu herkästi etäisyyden ja kulkuajan funktiona. Jos halutaan absoluuttisesti tarkka tulos, on antureiden välinen etäisyys asetettava tarkasti. Suhteelliseen tietoon riittää epätarkkakin parametrien asettelu. Ohjaustehtävissä riittää joskus suhteellinen tieto, joskus ei. Normaalisti polttoaineen ominaisuudet ja savukaasun koostumus vaihtelevat heterogeeniselläkin polttoaineella yleensä niin vähän, että kaavan (6) kertoimet M ja γ voidaan pitää vakioina pitkiä aikoja. Ehkä niitä ei tarvitse muuttaa lainkaan. Tarkkuutta voidaan kyllä lisätä yhdistämällä lämpötilan mittaus jatkuvaan kaasuanalyysiin. Kattilan seinien huojahtelu voidaan olettaa nollakeskiarvoiseksi häiriöksi, joka suodattuu pois usean mittauslukeman keskiarvotuksessa.

Palamiskaasuissa on tuhka- ja polttoainehiukkaisia. Määritellään partikkeleiden massaosuus savukaasussa (μ) tilavuusyksikössä savukaasua olevien partikkeleiden massan suhteena

tilavuusyksikön suuruiseen kaasumassaan. Laihassa suspensiossa, esim. turvepöly- tai kivihiilipölykattilan tulipesän yläosassa, voidaan käyttää äänen nopeudelle α_s arvioita /1/:

$$(\alpha_s/\alpha_0)^2 \approx [1 + \mu c_s/c_p] / [(1 + \mu c_s/c_v)(1 + \mu)]$$

$$\approx 1/[1 + \mu c_p/c_v] \quad (7)$$

missä c_s = partikkeleiden ominaislämpökapasiteetti

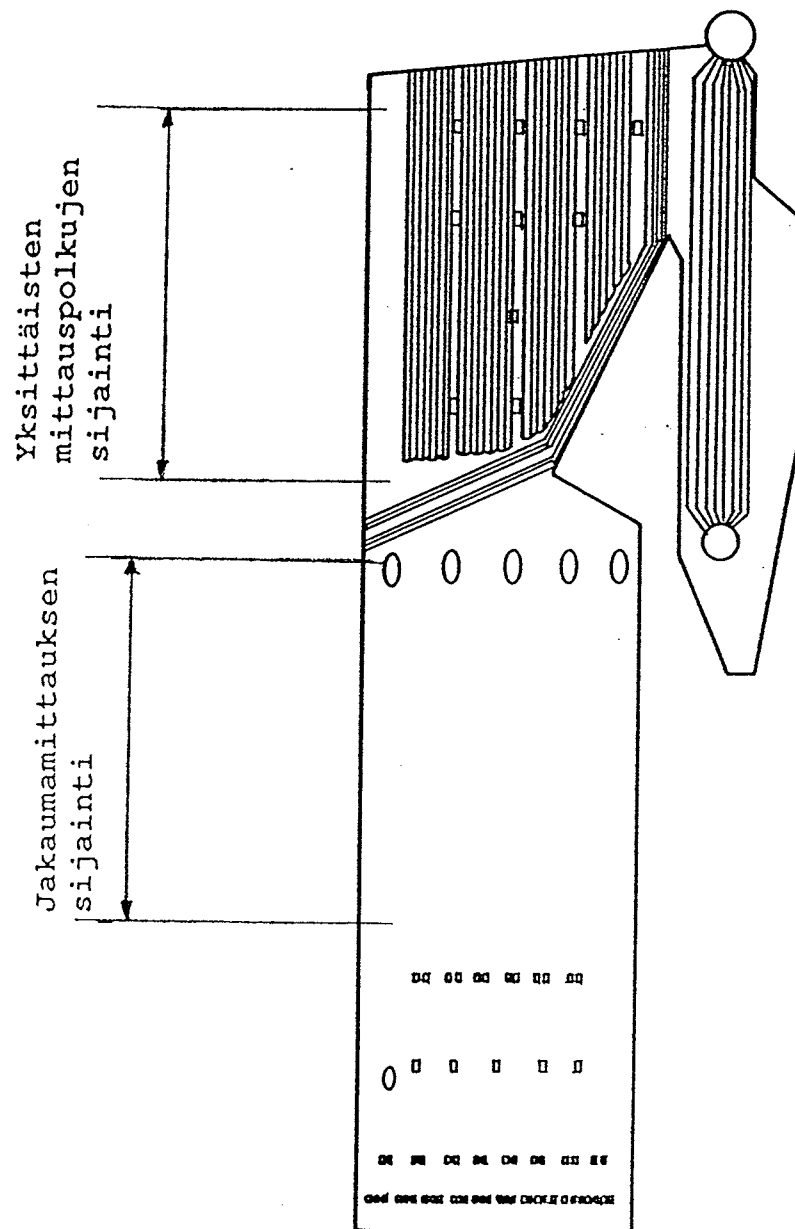
α_s = äänen nopeus suspensiossa

α_0 = äänen nopeus puhtaassa kaasussa

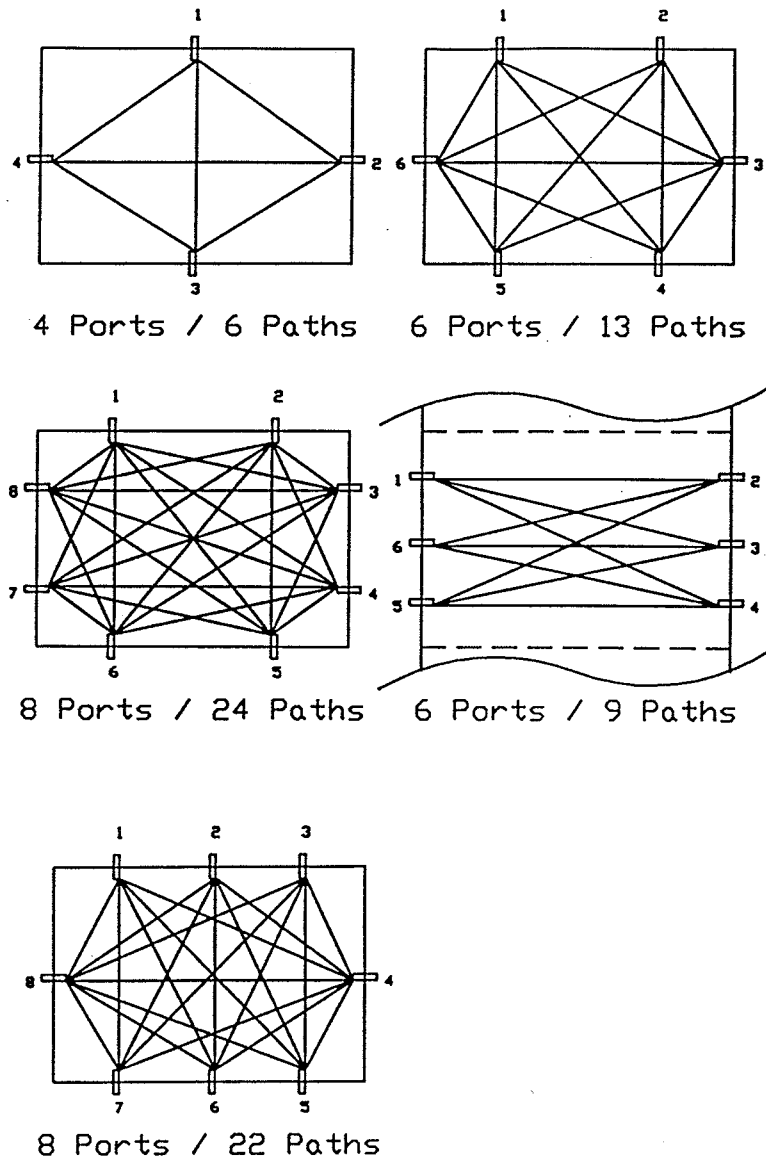
μ = partikkeleiden massaosuus kaasussa

LÄHETINVASTAANOTTIMIEN SIOITTELU JA JAKAUMAMITTAUS

Lämpötilan jakaumamittauksessa tarvitaan neljästä kahdeksaan (4 - 8) lähetinvastaanotinta, jotka voidaan määritellä toiminnallisesti lähettimiksi, vastaanottimiksi tai lähetinvastaanottimiksi. Lähetin toisensa jälkeen antaa akustisen pulssin, vastaanottimet kuuntelevat. Akustiset muuntimet sijaitsevat kattilan piirillä sopivin välein suunnilleen samalla korkeudella. Suuren kattilan piirillä parin metrin tasoero antureiden sijoittelussa voidaan kompensoida parametrien asetuksella jakaumamittauksen juuri kärsimättä. Kuvassa 1 on esitetty mittausyhteiden tavanomainen sijainti kattilan korkeussuunnassa. Kuva 2 esittelee lähetinvastaanottimien sijainteja kattilan piirillä. Mittausyhteen aukko tulipesään on n. 5 - 15 cm.



Kuva 1. Mittausten tyypillinen sijainti kattilan korkeussuunnassa.

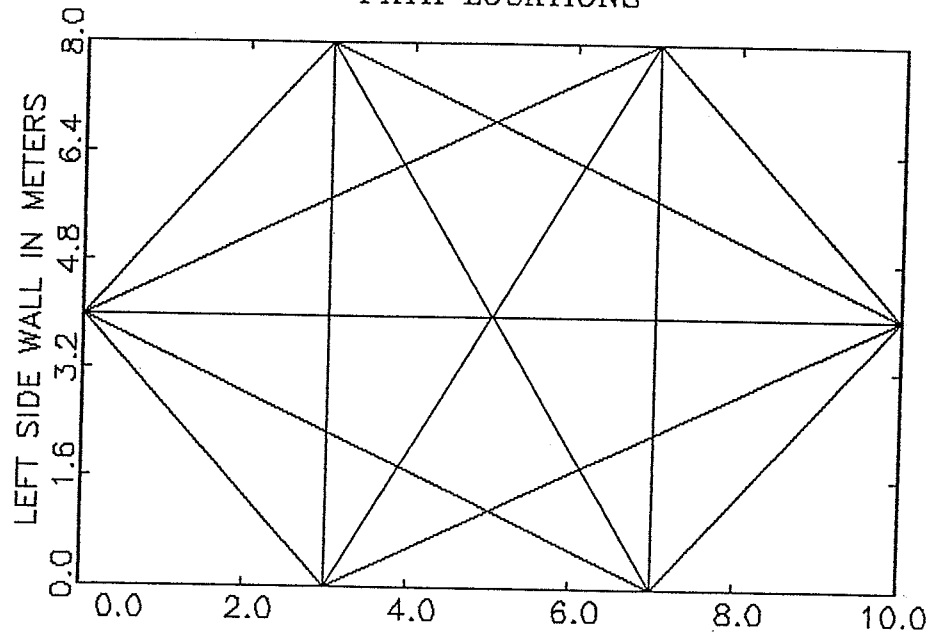


Kuva 2. Lähetinvastaanotinten sijoittelu kattilan piirille.

Usein mittauksissa käytetään modifioituja tarkkailuluukkuja. Mittausäänien aallonpituus on suunnilleen yhdeaukon piirin suuruinen. Tämä merkitsee valitettavasti huonoa akustista sovitusta kaasutilan ja muuntimen välillä.

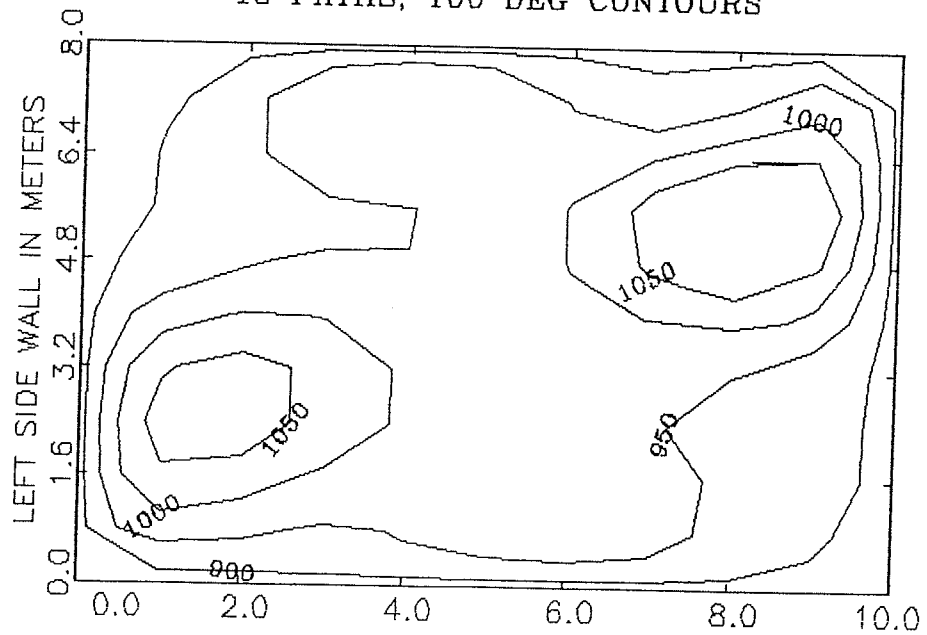
Sept. 8, 1990 12:32:19 PM

PATH LOCATIONS



Sept. 8, 1990 12:28:55 PM

13 PATHS, 100 DEG CONTOURS



Kuva 3. Tyypillinen lämpötilajakauman mittaus.

Lämpötilajakauma voidaan approksimoida Bezier-funktioiden tai Fourier-sarjojen avulla, kun mittauspolkujen keskilämpötilat tiedetään. On huomattava, että kyseessä ei ole tarkka jakaumamittaus, vaan hyvä arvio jakaumalle. Mitä enemmän ja kattavammin keskilämpötilatietoja tarkasteltavasta kaasutasosta on käytettävissä, siten tarkemmin lämpötilajakauma voidaan laskea.

Tyypillinen lämpötilajakauman päivitys vie aikaa minuutista kymmeneen minuuttiin riippuen nuohoustilanteesta ja muusta taustamelusta. Turvepölykattilassa mittaus toimii huomattavasti nopeammin kuin soodakattilassa.

MITTAUSPARAMETRIEN ASETTELU

Käyttökelpoinen lämpötilan mittauksen taajuusalue tulipesissä on 500 - 2000 Hz. Pyrosonic 2000 -järjestelmässä on käytössä ns. Chirp-pulssi. Se on muuttuvataajuinen siniaalto. Käyttäjä asettaa alataajuuden, ylätaajuuden sekä syklien lukumäärän, jossa taajuuden lineaarinen kasvu äänipulssissa tapahtuu. Chirp-pulssi tallennetaan muistiin. Lähetetty pulssi etsitään vastaanotinpuolella taustamelun joukosta kulkuajan määrittämiseksi. Jos akustisen pulssin muoto ei säily tulipesän kaasutilassa riittävän hyvänä, mittauksen tulos hylätään. Muodoltaan Chirp-pulssi on varsin edullinen kohinasta tunnistettavaksi.

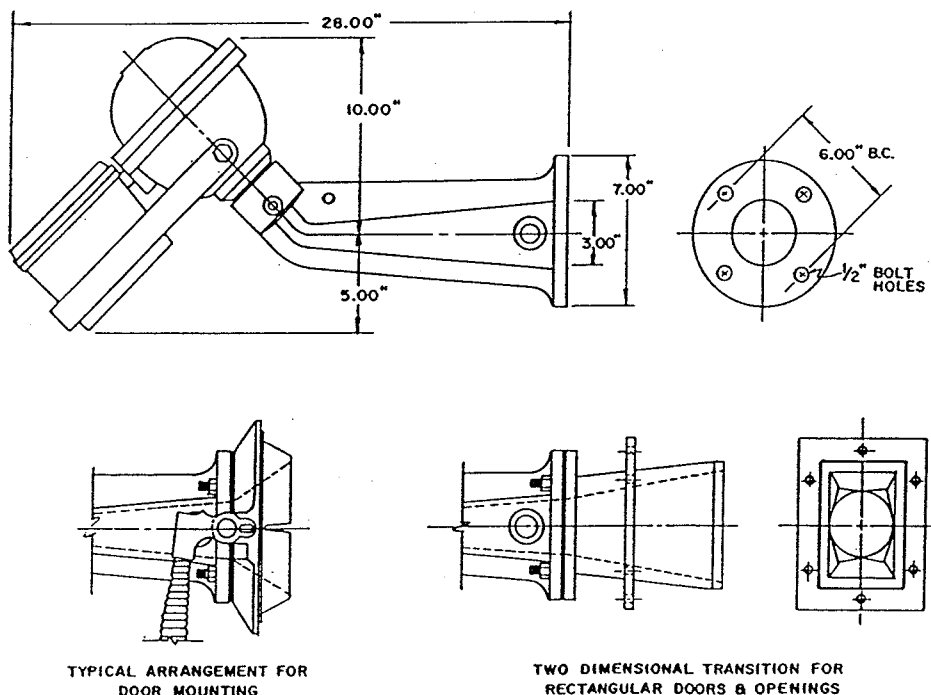
Savukaasun koostumuksen mukaan asetetaan mitattavan kaasun moolimassa M ja lämpökapasiteettien suhde γ . Tulipesän yläosassa nämä parametrit tunnetaan melko tarkasti; polttinalueella ja yleensä sakeimmissa suspensioissa parametrien merkitys ja asettelu on epäselvempi ja vaikeampi. Antureiden välinen etäisyys ja suhteellinen sijainti mittaus-
tasossa tarvitaan lämpötilajakauman laskemiseksi.

Käyttäjä voi itse asettaa jonkin verran laatukriteerejä mittauksen hyväksyttävyydelle. Kun parametrit teollisessa sovelluksessa on kerran aseteltu ja viritetty, ei niihin yleensä ole tarvetta puuttua.

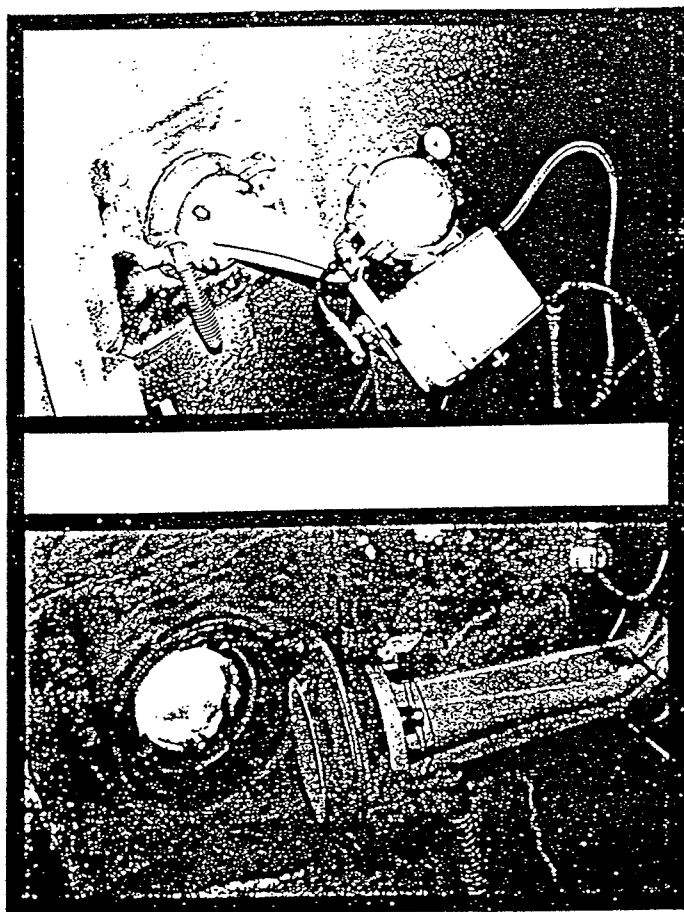
YHDERATKAISUISTA

Kuvissa 5 - 6 on hahmoteltu erilaisia yhderatkaisuja. Kuvan 5 ratkaisussa akustinen muunnin on kiinnitetty modifioituun tarkkailuluukkuun. Jos yhteen alkuperäinen poikkileikkaus on suorakaide, on siihen hyvä asentaa sovituskappale, joka tekee poikkileikkauksesta ympyrän. Torvessa on ajoittainen ilmahuuhtelu, joka poistaa irrallisen tavaran torvesta ja yhteestä. Luukun voi avata ja käyttää muihin tarkoituksiin niin kuin aikasemminkin. Tarvittaessa käyttökelpoinen voi puhdistaa yhdereian sitkeämmästä liasta kangella tai rassilla. Tällainen yhderatkaisu on käyttökelpoinen turvepöly-, kivihiilipöly- ja todennäköisesti myös soodakattilassa. Torven kiinnittäminen avattavaan luukkuun on viisasta myös, jos yhde tehdään vesijäähdytettynä seinään.

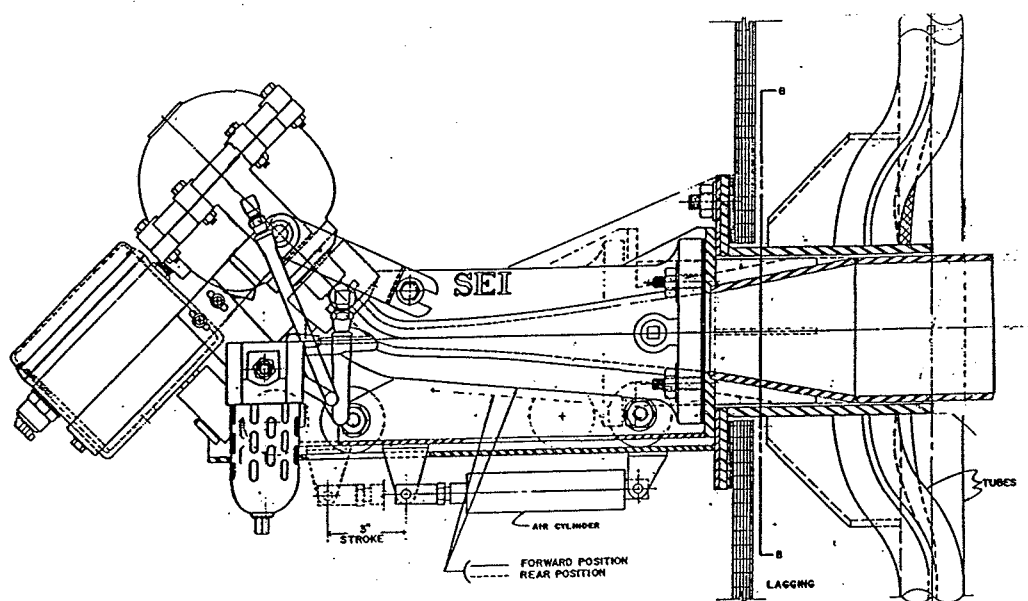
Kuvaan 6 on hahmoteltu lähinnä soodakattilaan tarkoitettu ratkaisu. Eksponentiaalitorvi tasapaksuine jatkeineen on vaunussa. Silloin tällöin vaunu liikkuu edestakaisin ilmasylinterin voimalla. Tasapaksun torven jatkeen on tarkoitus on työntää yhdeputken suulle kertynyttä ainesta takaisin tulipesään. Torvessa on ajoittainen ilmahuuhtelu. Torven jatkeen ja kattilan seinässä olevan kiinteän yhdeputken välissä voidaan käyttää jatkuvaa ilmahuuhtelua. Tämän tapainen ratkaisu oli käytössä Wisaforest Oy:n soodakattilassa; yhteet olivat keskellä huoltoluukkuja.



Kuva 4. Akustinen muunnin ja eksponentiaalitorvi.



Kuva 5. Tarkkailuluukkuun kiinnitetty lähetinvastaanotin.



Kuva 6. Yhde jonkinasteisella mekaanisella puhdistuksella.

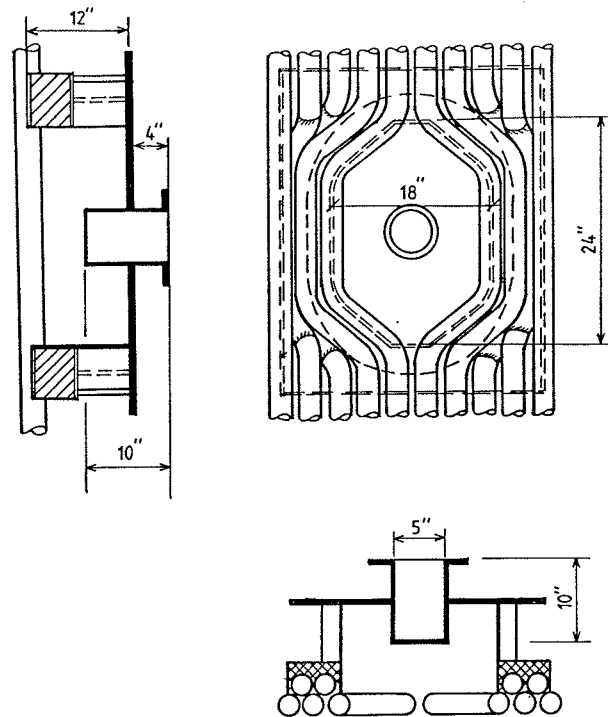
MITTAUSLAITTEISTA

Kaupallisia voimalaitoksiin tarkoitettuja akustisia lämpötilan mittausjärjestelmiä on kahta tyyppiä. Toisessa järjestelmässä akustinen pulssi tuotetaan dynaamisella kaiuttimella ja vastaanotetaan mikrofoniilla. Tähän ryhmään kuuluu Babcock & Wilcox :n ja Scientific Engineering Instruments, Inc.:n tuote. Järjestelmään liittyvät tavaramerkit Pyrosonic 2000 ja Thermap ja ehkä nykyään jo muitakin nimityksiä, vaikka kyseessä on oikeastaan yksi ja sama tuote. Pyrosonic 2000 -järjestelmiä on toimitettu yhteensä pari kymmentä, ja niistä valtaosa Yhdysvaltoihin. Euroopassa on tällä hetkellä kaksi järjestelmää; toinen VTT:n poltto- ja lämpötekniikan laboratoriossa Jyväskylässä, toinen Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerkin jätettä polttavassa Essen-Karnapin lämpövoimalaitoksessa. Laitetta on sovellettu kivihiilen ja turpeen pölypoltossa, kaasun ja jätteen poltossa sekä soodakattilaprosessissa. Soodakattilan ohjauksessa Pyrosonic 2000-järjestelmä on kolmessa laitoksessa Yhdysvalloissa. Nämä kohteet ovat James River Corporation (Old Town), Georgia-Pacific Corporation (Crosset) ja Weyerhaeuser Company (Columbus). Suomessa alustava kokeilu on tehty Wisaforest Oy:n soodakattilassa Pietarsaaressa.

Toisentyyppisessä järjestelmässä tuotetaan äänipulssi sähköpurkauksella. Suuri kondensaattori varataan 5 - 10 kV:n jännitteeseen. Lähettimessä on sytytys elektrodi sekä kaksi purkauselektrodia. Kondensaattorin purkaus kaasussa olevien elektrodien kautta antaa äänipulssin. Tällainen tuote on kehitetty Central Electricity Generating Boardin (CEGB) Marchwood Engineering Laboratories:ssa ja sitä markkinoi Combustion Developments, Ltd. Tuotetta on sovellettu tai kokeiltu ruskohiilen ja kivihiilen pölypolttokattiloissa Englannissa, Saksassa ja Yhdysvalloissa. Myös Combustion Engineering on kehittänyt tämän tyyppisen mittausjärjestelmän.

WISAFORST OY:N MITTAUSSOVELLUS

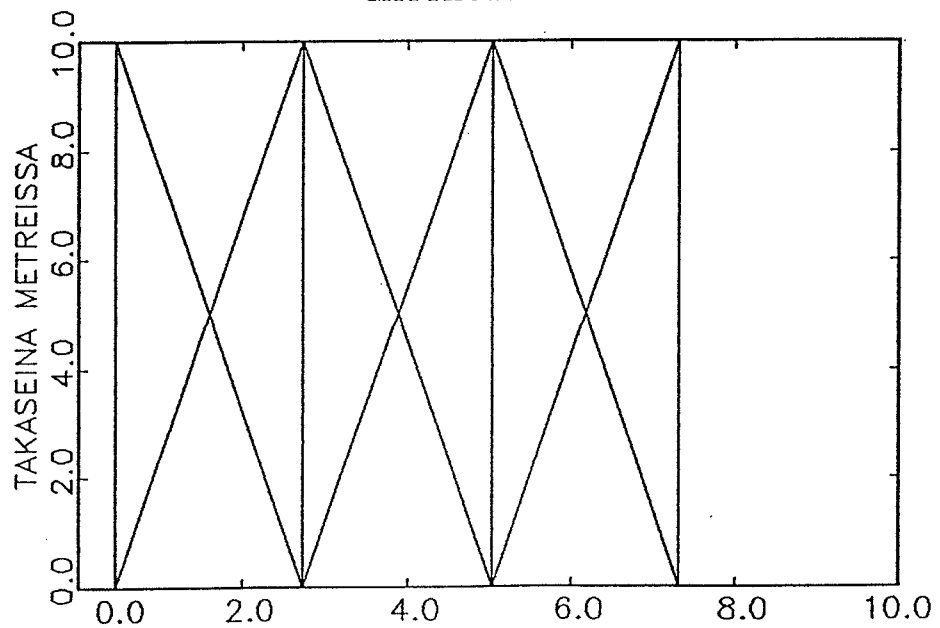
Wisaforest Oy:n mittaussovelluksessa anturit asennettiin huoltotasolla oleviin luukkuihin, vähän kattilan nokan alapuolelle, neljä kummallekin sivuseinälle. Yhteet olivat suunnilleen kuvan 7 mukaisia. Mittauspolut sijaitsivat kuvan 8 mukaisesti. Yksi mittauksissa saatu lämpötilojen tasa-arvokäyrästä on esitetty kuvassa 9.



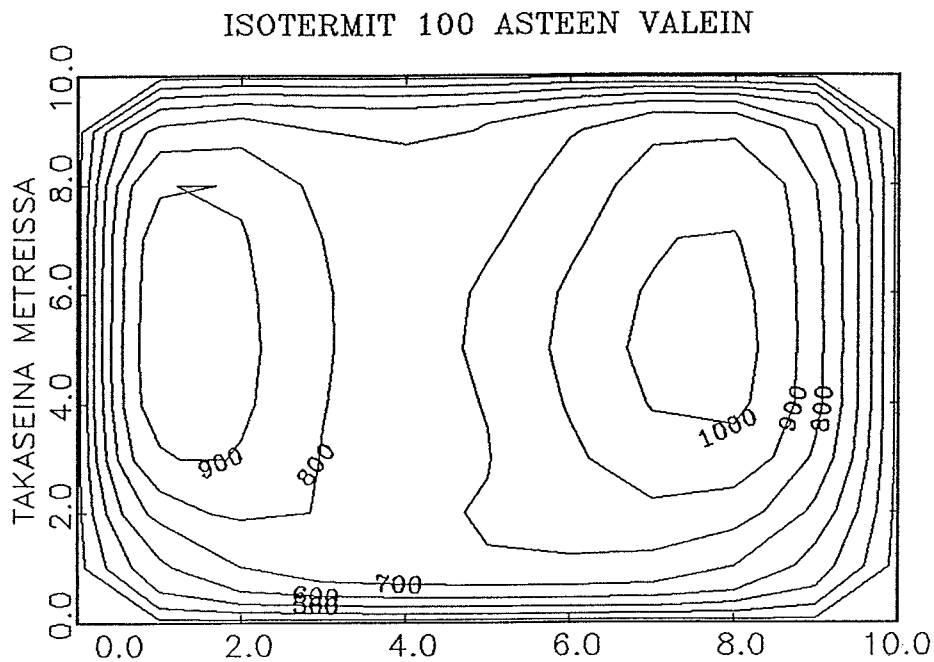
Kuva 7. Soodakattilan huoltoluukkuun kiinnitetty yhde.

Mar. 12, 1990 11:37:53 AM

MITTAUSPOLUT



Kuva 8. Mittauspolut Wisaforest Oy:n mittaussovelluksessa.



Kuva 9. Lämpötilajakauman tulostusesimerkki.

Wisaforest Oy:n sovelluksessa oli antureita vain sivuseinillä. Tämä merkitsi sitä, että lämpötilajakauman arviointi oli luotettavaa vain etu- ja takaseinien välisessä suunnassa. Sivuseinien välisen suunnassa lämpötilajakauman arvionti oli vaikeampaa, lähes mahdotonta.

Jatkuva nuohousmelu häytti mittauksia. Arviolta yli puolet ajasta nuohousmelu oli niin voimakas, ettei mittalaitteen kannattanut signaalia tulipesään lähettää.

Yhteitä pyrittiin pitämään puhtaina kuvan 6 kaltaisella ratkaisulla. Mekaaniset liikkuvat osat, jotka olivat yhteydessä tulipesään muodostuivat ongelmaksi. Yhteen toiminta saattoi olla häiriötöntä useita päiviä; joskus liikkuvat osat jumittuivat neljässä tunnissa. Kuvan 5 kaltainen ratkaisu, avattava luukku, olisi ilmeisesti parempi ratkaisu.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Akustinen pyrometria tarjoaa käytännöllisen tekniikan keskilämpötilan mittaamiseksi yksittäisiltä mittauspoluilta sekä lämpötilajakauman mittaamiseksi tarkasteltavasta kaasutasosta. Lämpötilan jakaumatieto voi helpottaa esim. vinokuormien hallinnassa.

Soodakattila on lähes jatkuvan nuohouksen, muun taustamelun sekä likaavuutensa vuoksi erittäin vaativa mittauskohde. Yhteiden puhtaanapito järjestyy parhaiten manuaalisesti. Automaattiset mekaaniset puhdistusratkaisut voivat työllistää aika tavalla. Sopivasti sijaitsevien yhteiden puute on kynnyksenä vanhoissa kattiloissa. Hyvä lämpötilan jakaumamittaus vaatii yhteitä ainakin kolmelle seinälle.

KIITOKSET

Suomessa akustisen lämpötilan mittauksen tutkimusta on rahoittanut kansallinen Liekki-ohjelma. Liekki-ohjelman lisäksi kiitän saamastani avusta Wisaforest Oy:n, A. Ahlström Oy Höyrykattilatehtaan sekä Imatran Voima Oy:n Rauhalahden voimalaitoksen henkilökuntaa.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- 1 Temkin, S. (1981). Elements of Acoustics. New York, John Wiley and Sons, Inc.. 515 pp.

ETY-Soodakattilavaliokunta
Soodakattilapäivä 1990
Hotelli Haaga, Helsinki 24.10.90

B.-J. Skrifvars, M. Hupa,
Åbo Akademi

LENTOTUHKAN TARTTUVUUSOMINAISUUDET

1. JOHDANTO

Åbo Akademi on useita vuosia tutkinut soodakattilan lentotuhkan käyttäytymistä yhteistyössä Oy Tampella Ab:n kanssa. Tässä esityksessä tehdään lyhyt yhteenveto näiden tutkimusten tuloksista. Yhteenveto perustuu lukuisiin äskettäisiin tutkimusraportteihin ja julkaisuihin jotka ovat lueteltu lopussa.

Soodakattilan lentotuhkan tarttuvuusominaisuudet kattilan savukaasukanavassa ovat voimakkaasti riippuvaisia savukaasujen lämpötilasta ja tuhkan koostumuksesta. Lentotuhkan tarttumis- ja kovettumismekanismeja on periaattessa kolme:

- 1) Kuumimmissa vyöhykkeissä (tulistimet) tuhka on osittain sulanana, ja tämä tekee tuhkan tarttuvaksi;
- 2) Kylmemmissä savukaasukanavan kohdissa (keittoputket) tuhka on jo täysin kiinteää, mutta se saattaa tietyissä olosuhteissa kovettua (sintraantua);
- 3) Kylmimmissä savukaasukanavan osissa (ekonomaiseri, sähkösuotimet) saattaa pöly olla tarttuvaa, mikäli savukaasujen SO_2 -pitoisuus on korkea. Syynä on tällöin ns. happamien sulfaattien muodostuminen pölyhiukkasten pintaan.

Tässä esityksessä keskitytään kahteen ensimmäiseen mekanismiin, niiden periaatteisiin, sekä tarttumiseen vaikuttaviin tekijöihin. Esitys perustuu lähinnä viitteisiin /1-3, 5-7, 10/. Happamien sulfaattien aiheuttamista ongelmista ei puhuta tässä yhteydessä, mutta niitä on käsitelty tarkemmin viitteessä /4/.

2. SOODAKATTILAN LENTOTUHKA

Soodakattilan lentotuhka tai "pöly" koostu pääasiallisesti Na_2SO_4 :sta ja Na_2CO_3 :sta. Tuhka sisältää myös pienempiä määriä Cl^- , K^+ ja S^{2-} . Tuhkassa on tyypillisesti kaksi kokofraktiota, n. 100 μm kokoisia n.k. "carryover" partikkeleita sekä n. 0.1 - 1 μm kondensoituneita partikkeleita.

Carryover-partikkelit ovat tulipesästä karanneiden mustlipeäpisaroiden jäännöksiä jotka ovat ennen iskeytymistä lämpöpinnoille osittain tai kokonaan palaneet. Carryover-partikkeleita löytyy kerrostumista lähinnä tulistin vyöhykkeeltä. Loput carryover-partikkeleista erottuvat pääosin savukaasuista savukaasukanavan tuhka-suppiloihin. Carryover-partikkelien tyypillinen koostumus näkyy kuviossa 1.

Kondensoituneet partikkelit ovat peräisin tulipesästä höyrystyneistä komponenteista jotka savukaasun kylmetessä savukaasukanavassa ovat tiivistyneet ja muodostaneet submikronikokoisia hiukkasia. Näitä hiukkasia löytyy savukaasukanavan kylmemmissä osissa kuten keittoputkissa ja ekonomaisereissa. Myös sähkösuodattimissa erottuva tuhka on lähes pelkästään tällaista kondensoitunutta tuhkaa. Kondensoituneen tuhkan tyypillinen koostumus näkyy kuviossa 2.

3. KERROSTUMAT TULISTINALUEELLA

Tyypilliset soodakattilatuhkan suolaseokset sulavat vähitellen lämpötilaa nostettaessa. Kun seoksessa esiintyy ensimmäinen sula partikkeli, seos on saavuttanut "ensisulamispisteensä" T_0 , n.k. soliduslämpötilan. Lämpötilaa edelleen nostettaessa sulan prosentuaalinen määrä seoksessa kasvaa kunnes viimeinen kiinteä partikkeli sulaa. Tällöin seos on saavuttanut "täydellisen" sulamispisteensä T_{100} , n.k. likvidus lämpötilan. Ala-indeksit 0 ja 100 viittaavat aineseoksen sulafaasin prosentuaaliseen osuuteen koko seoksesta.

Tulistinalueella esiintyvien kerrostumien muodostuminen on selvästi osoitettu olevan riippuvainen tuhkan sulamiskäyttäytymisestä /1, 8/. Jos tuhka on riittävän pitkälle sulanutta, osuessaan lämpöpintaan, tuhka "liimautuu" pintaan ja muodostaa kerrostuman. 15 % sulafaasimäärän tuhkasta on osoitettu olevan riittävä kerrostuman muodostumiseen /1/. Jos sulaa on vähemmän kuin 15 % tuhkapartikkeli ei tartu pinnalle vaan kimpoaa takaisin savukaasuvirtaan.

Jos sulan määrä tuhkassa ylittää n. 70 % eli kun savukaasun lämpötila on korkeampi kuin tuhkan T_{70} , muodostuneen kerrostuman ulkopinta alkaa valua ja kerrostuma ei jatka kasvamistaan /1/. Täten savukaasulämpötilat T_{15} ja T_{70} ovat tärkeitä rajalämpötiloja tulistinkerrostumien tarkastelussa.

Jotkut tulistinalueella esiintyvän tuhkan komponentit kuten sulfidi, kloridi ja kalium vaikuttavat tuhkan sulamiskäyttäytymiseen ja sitä kautta tulistimien likaantumiseen voimakkaasti. Kuvioissa 3, 4 ja 5 on osoitettu miten nämä tuhkan komponentit vaikuttavat lämpötiloihin T_{15} ja T_{70} /1, 2, 9/. Kuvioista huomataan että jo pienet määrät kloridia tai sulfidia alentavat lämpötilaa T_{15} huomattavasti.

Kun T_{15} ja T_{70} ovat määritettävissä, voidaan teoreettinen kerrostumapaksuus

laskea /1/. Kuvioissa 6, 7 ja 8 tällainen laskenta on suoritettu kolmelle eri tuhkan koostumukselle. Kuvioista nähdään että savukaasun lämpötilan ollessa tuhkan T_{15} ja T_{70} välillä kerrostuma kasvaa äärettömän paksuksi. Kun savukaasun lämpötila ylittää tuhkan T_{70} kerrostuma ei enää kasvaa vaan sen ulkopinta alkaa valua. Mitä korkeampi savukaasun lämpötila on sitä ohuempi kerrostuma saavutetaan. Tämä ilmiö on myös näytetty toteen soodakattilassa lyhytaikaikerrostumamittauksissa /1/.

Kuviot osoittavat myös selvästi kloridin, kaliumin ja sulfidin vaikutus kerrostumamuodostumiseen.

4. KERROSTUMAT KEITTOPUTKILLA JA EKONOMAISEREISSA

Tuhkan ollessa kiinteää (savukaasujen lämpötila alle n. 600°C) kerrostumat muodostuvat tuhkan sintraantumisen kautta /3, 5-7, 10/. Tällöin tuhka ensin kasaantuu eri savukaasukanavien pinnoille minkä jälkeen kasaantunut tuhka kovettuu, sintraantuu. Erilaiset fysikaaliset voimat kuten elektrostaattiset voimat, tuhka-komponenttien kondensoituminen sekä pintojen epätasaisuudet aiheuttavat tuhkan kasaantumisen pinnalle. Jos kasaantunutta tuhkaa ei poisteta, löysässä kerrostumassa ilmenee sintraantumista, "kovettumista", minkä jälkeen kerrostuma ei enää ole helposti poistettavissa.

Sintraantuminen on prosessi jossa erilaiset diffusiomekanismit siirtävät ainetta yhteenpakatuista hiukkasista hiukkasten väleihin, "kauloihin". Aineensiirto voi tapahtua joko ympäröivän kaasun kautta, partikkelien pintaa pitkin tai partikkelien sisältä. Koska aineen pintaenergia on yksi tärkeä energialähde sintraantumiselle partikkelien koko on tärkeä sintrauksen parametri. Muita tärkeitä parametreja ovat lämpötila, aika ja partikkeleita ympäröivä kaasukehä.

Åbo Akademiassa on kehitetty laboratoriotutkimusmenetelmä jolla voidaan tutkia eri aineeseosten sintraantumista. Menetelmä perustuu lämpökäsittelyjen, sylinterimuotoisten koepalojen murskauslujuustesteihin /3, 10/. Koepalat valmistetaan joko suoraan polttoainetuhkasta tai synteettisesti valmistetuista laboratoriotuhkista. Tutkittava tuhka seulotaan partikkelikokofraktioon minkä jälkeen tuhkasta valmistetaan koepalat lämpökäsittelyä varten. Lämpökäsittelyn yhteydessä lämpötilaa, aikaa ja kaasukehää voidaan muunnella toivomuksen mukaan. Lämpökäsittelyn jälkeen koepalojen murskauslujuus mitataan standardi murskauslujuusmittauslaitteessa. Jokaisessa lämpökäsittelyssä käytetään neljää rinnakkaiskoepalaa joista lasketaan murskauslujuuden keskiarvo ja hajonta. Neljän koepalan murskauslujuuskeskiarvo käytetään sintrauksen mittana. Murskauslujuusarvo 1 N/mm^2 on näissä kokeissa otettu osoitukseksi siitä että sintraantumista ei vielä ole tapahtunut. Arvo 4 N/mm^2 osoittaa jo pitkälle kehittyntä sintraantumista.

Mittausten hajonta on kokeissa pysynyt kohtalaisen hyvänä. Yleensä hajonta ei ole ylittänyt +/- 15 %.

Menetelmällä saavutetut tulokset osoittavat että tuhkan koostumus, etenkin kloridi ja kalium komponentit, vaikuttavat olennaisesti tuhkan sintraantumiseen /3, 5, 6/. Kuviossa 9 on esitetty kuuden synteettisen soodakattilatuhkan sintraantumista lämpötilan funktiona. Kuviosta nähdään että puhdas $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3$ -tuhka alkaa sintraantua vasta 650°C :ssa kun synteettinen tuhka joka sisältää suuria määriä kloriidia ja kaliumia aloittaa sintraantumisen jo 400°C :ssa. Kuviossa 10 nähdään kloriidin ja lämpötilan yhteinen vaikutus synteettisen tuhkan sintraantumiseen.

Myös tuhkan sulfaatti/karbonaatti-suhteella on sintraantumisen kannalta merkitystä. Kuviossa 11 on esitetty Na_2CO_3 :n vaikutus sintraantumiseen. Lämpökäsittely on suoritettu kahdessa lämpötilassa, 500°C ja 700°C neljän tunnin ajan, kuivassa ilmassa. Kuviosta huomataan että pelkkä Na_2SO_4 sintraantuu voimakkaammin kuin $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3$ -tuhka. Tämä on kiinnostavaa todeta erityisesti silloin kun tarkastellaan korkeakuiva-ainepolttoa soodakattilassa /7, 10/.

YHTEENVETO

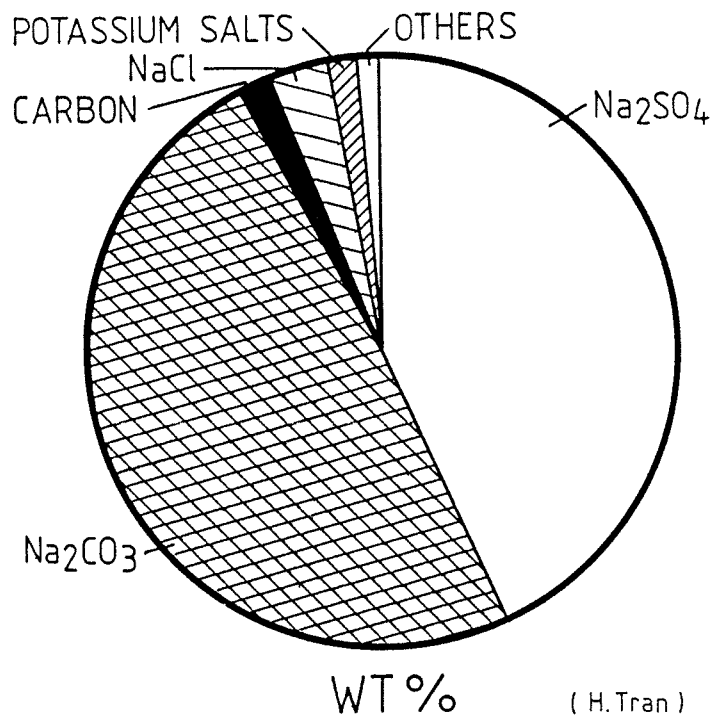
1. Soodakattilan lentotuhkan tarttuvuusominaisuudet kattilan savukaasukanaavassa ovat voimakkaasti riippuvaisia savukaasujen lämpötilasta ja tuhkan koostumuksesta.
2. Lentotuhkan tarttumis- ja kovettumismekanismeja on periaattessa kolme: i) kuumimmissa vyöhykkeissä (tulistimet) tuhka on osittain sulanana, ja tämä tekee tuhkan tarttuvaksi, ii) kylmemmissä savukaasukanavan kohdissa (keittoputket) tuhka on täysin kiinteää, mutta saattaa tietyissä olosuhteissa kasaantua ja kovettua (sintraantua), iii) kylmimmissä savukaasukanavan osissa (ekonomaiseri, sähkösuotimet) pöly voi olla tarttuvaa, mikäli savukaasujen SO_2 -pitoisuus on korkea. Syynä on tällöin ns. happamien sulfaattien muodostuminen pölyhiukkasten pintaan.
3. Soodakattilan tulistinvyöhykkeellä lämpötilat T_{15} ja T_{70} ohjaavat kerrostumamuodostumista. Kun savukaasun lämpötila ylittää tuhkan T_{15} eli kun se lämpötila ylitetään jolloin tuhkassa esiintyy enemmän sulaa kuin 15 %, tuhka tarttuu ja kerrostuma kasvaa. Kasvaminen jatkuu kunnes kerrostuman ulkopinta saavuttaa lämpötilan T_{70} , eli sen lämpötilan jolloin sulaa on enemmän kuin 70 %. Tällöin kerrostuman ulkopinta alkaa valua ja kasvaminen pysähtyy. Jos savukaasun lämpötila on T_{15} ja T_{70} välillä kerrostuma ei koskaan saavuta "tasapainopaksuuttaan" vaan kasvaa periaatteessa äärettömästi.

4. Kloridi, kalium ja sulfidi alentavat tuhkan T_{15} ja T_{70} -lämpötiloja, sekä suurentaa niiden välistä eroa. Nämä tuhkan komponentit ovat kerrostumamuodostumisen kannalta haitallisia.
5. Jos savukaasun lämpötila on alle T_{15} kerrostumia muodostuu sintraantumisen kautta. Tällöin tuhka ensin kasaantuu pinnoille, minkä jälkeen sintraantuminen aiheuttaa kovettumisen. Mikäli kasaantunutta tuhkaa ei välittömästi poisteta, sintraantuminen aiheuttaa kovan, vaikeasti poistettavan kerrostuman.
6. Kloridi ja kalium ovat laboratoriokokeiden mukaan sintrausta lisäviä tuhkan komponentteja.
7. Na_2SO_4 sintraantuu voimakkaammin kuin $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3$ seos.

KIRJALLISUUSVIITTEET

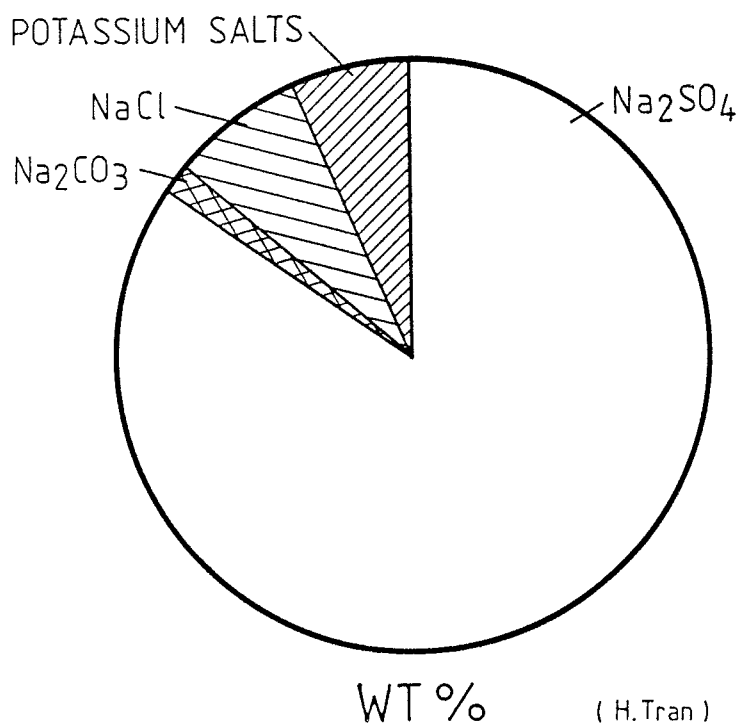
1. BACKMAN, R., HUPA, M., UPPSTU, E., Fouling and corrosion mechanisms in the recovery boiler superheater area, Tappi Journal 70(6) 1987, pp 123-127
2. HUPA, M., BACKMAN, R., SKRIFVARS, B.-J., HYÖTY, P., The influence of chlorides on the fireside behaviour in the recovery boiler, Tappi Journal 73(6) 1990, pp 153-158
3. SKRIFVARS, B.-J., Stoftets sintringegenskaper i sodapannans rökgaskanal, diplomityö, Åbo Akademi 1987
4. BACKMAN, R., HUPA, M., HYÖTY, P., Corrosion related to acidic sulfates in kraft and sodium sulfite recovery boilers, Tappi Journal 67(12) 1984, pp 60-64
5. HUPA, M., SKRIFVARS, B.-J., MOILANEN, A., Measuring the sintering tendency of ash by a laboratory method, Journ. Inst. of Energy, Vol LXII, No 452, September 1989
6. SKRIFVARS, B.-J., HUPA, M., HYÖTY, P., Recovery boiler dust composition and sintering tendency, Proc. 1989 AIChE Annual Meeting, San Francisco CA, USA November 1989
7. HYÖTY, P., HUPA, M., SKRIFVARS, B.-J., KÄRKI, R., Latest experiences of high solids firing, Proc. 1989 International Chemical Recovery Conference, Ottawa, Canada April 1989
8. TRAN, H. N., How does a recovery boiler become plugged, 1990 TAPPI/FPI Kraft Recovery Operations Short Course, Helsinki, Finland August 1990
9. BACKMAN, R., Julkaisemattomia tuloksia 1990
10. SKRIFVARS, B.-J., Sintring av rökgasstoff. -En testmetod i laboratorieskala, Report 90-9, lisensiaattityö, Åbo Akademi 1990

CARRYOVER DEPOSIT

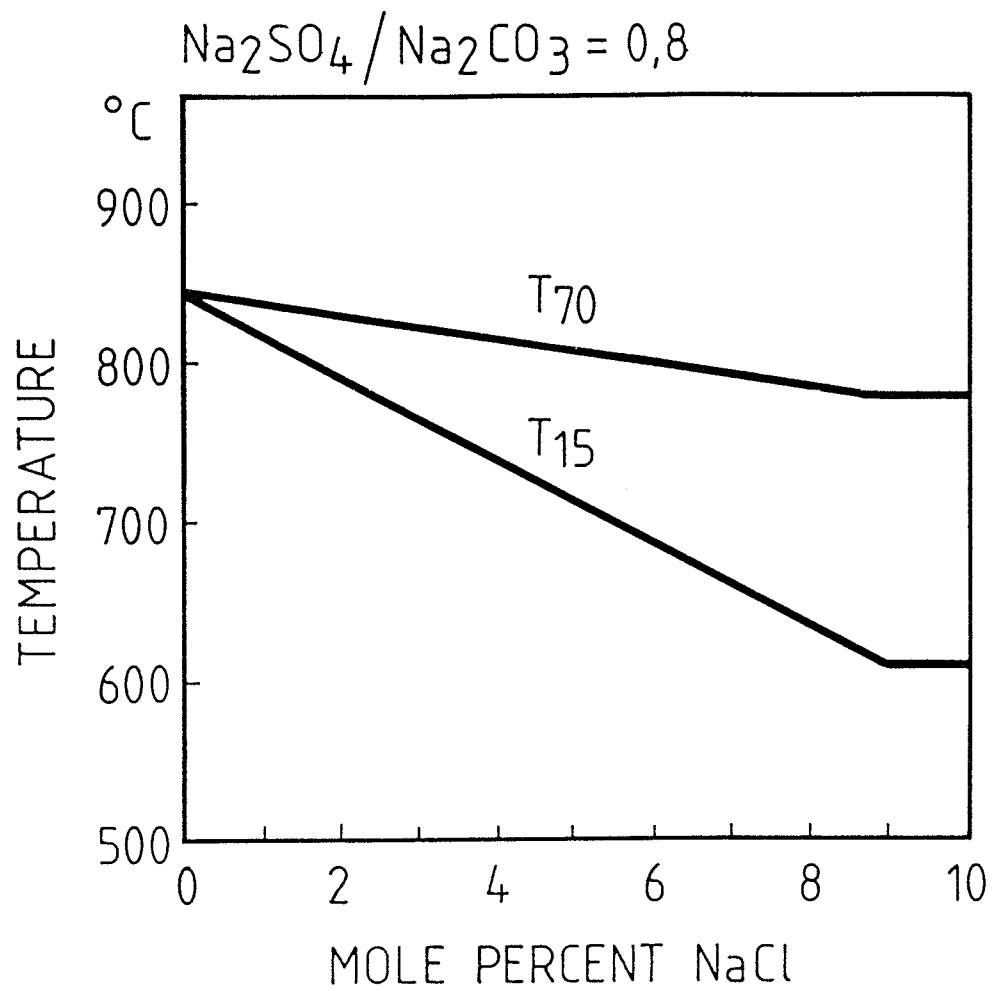


KUVIO 1. Carryover tuhkan tyypillinen koostumus /1, 8/

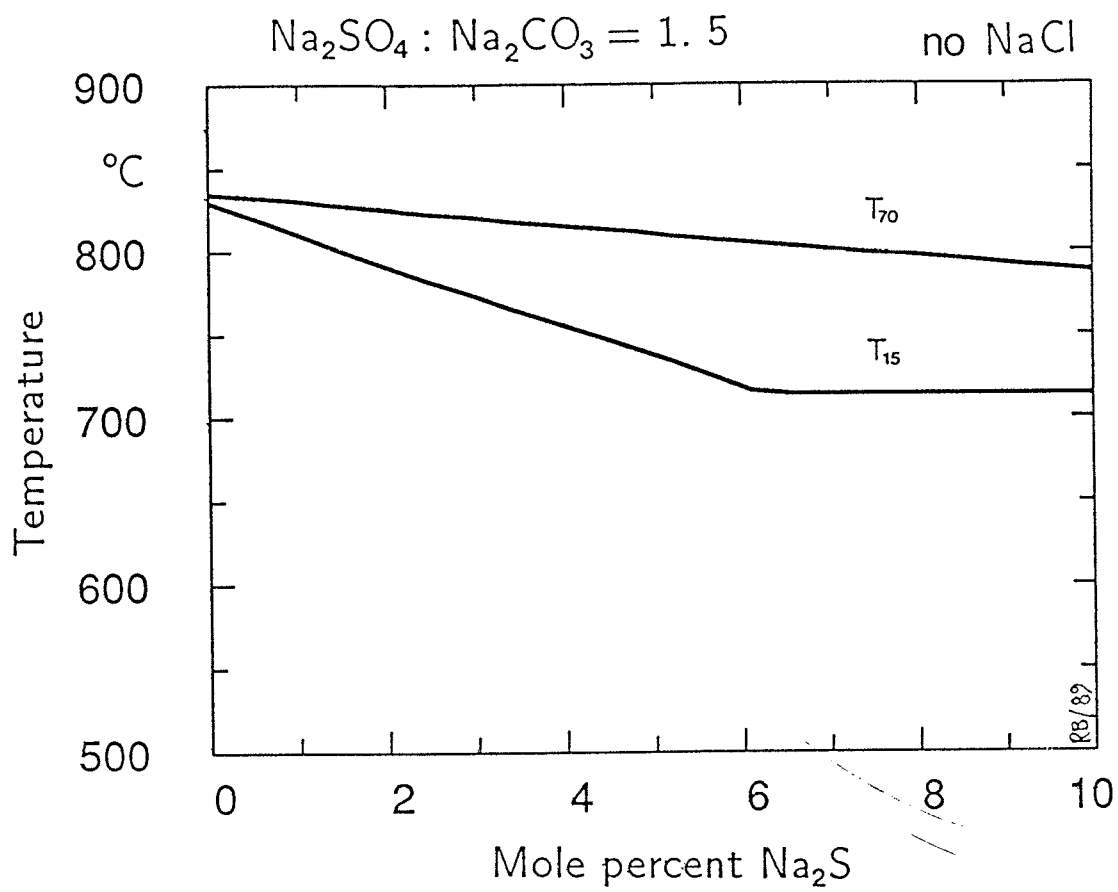
CONDENSATION DEPOSIT



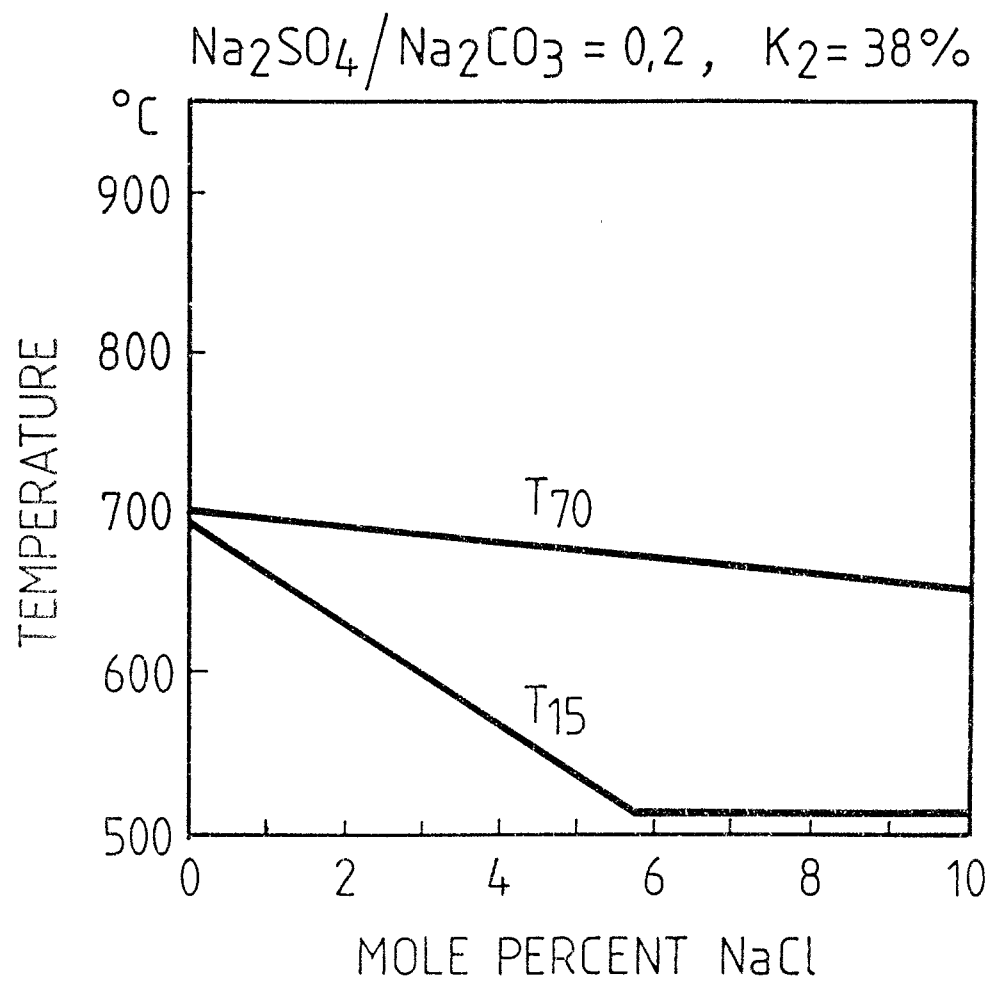
KUVIO 2. Kondensoituneen tuhkan tyypillinen koostumus /8/



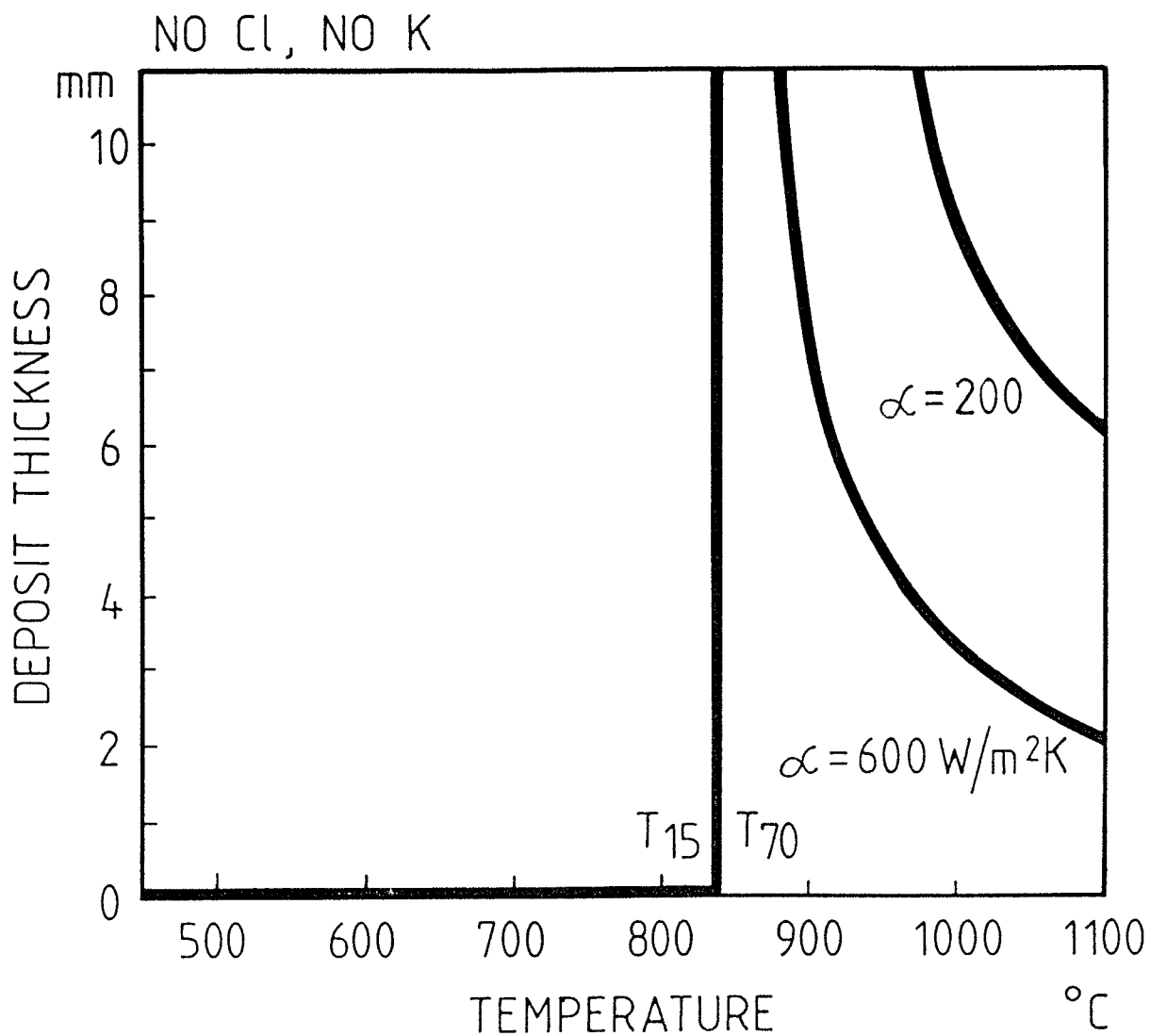
KUVIO 3. Kloridin vaikutus soodakattilatuhkan T_{15} ja T_{70} :een. $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3 = 0.8$ /1, 2/



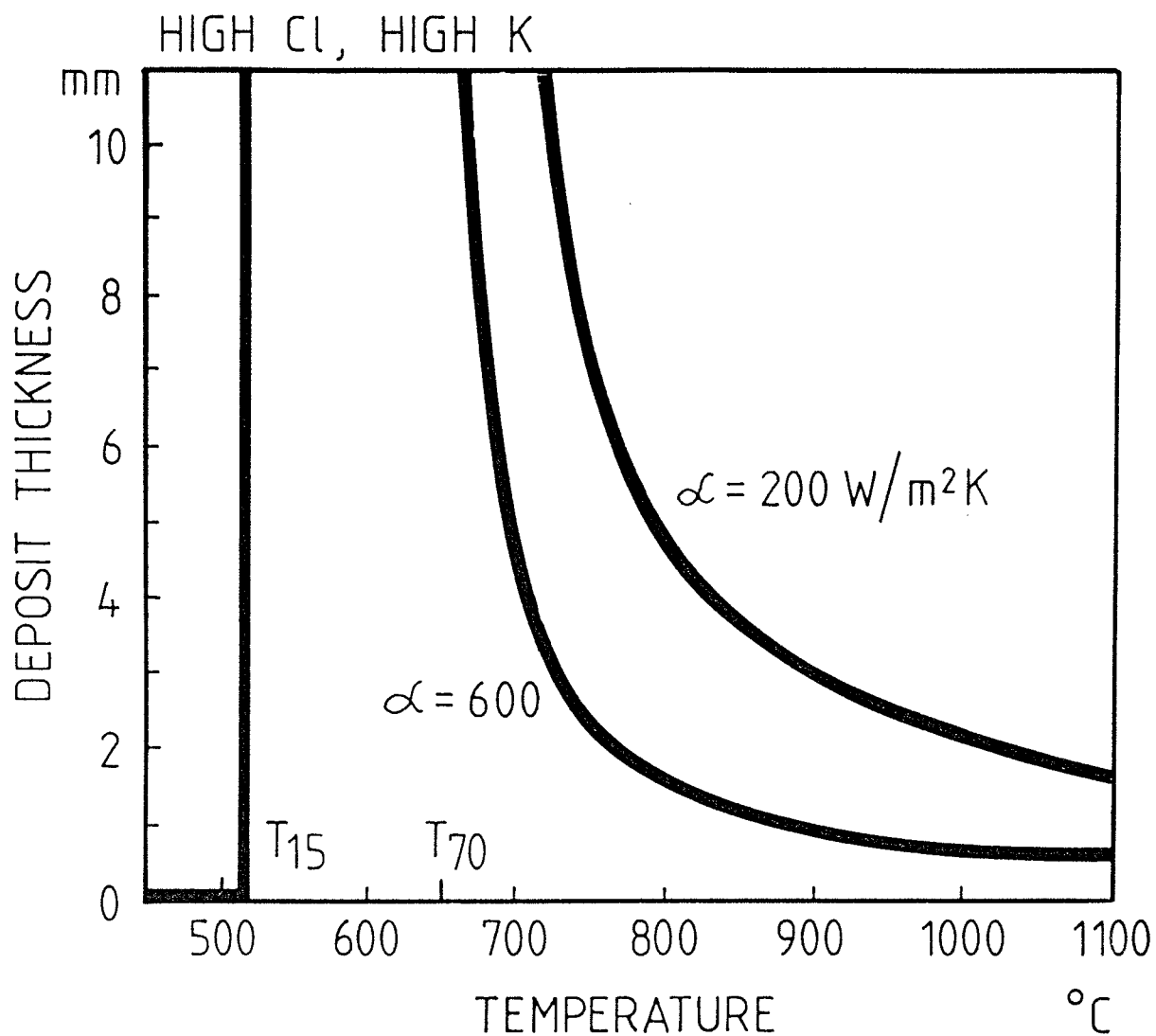
KUVIO 4. Sulfidin vaikutus soodakattilatuhkan T_{15} ja T_{70} :een. $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{Na}_2\text{CO}_3 = 1.5$ /1, 2/



KUVIO 5. Kloridin ja kaliumin yhteisvaikutus soodakattilatuhkan T_{15} ja T_{70} :een.
/8, 9/

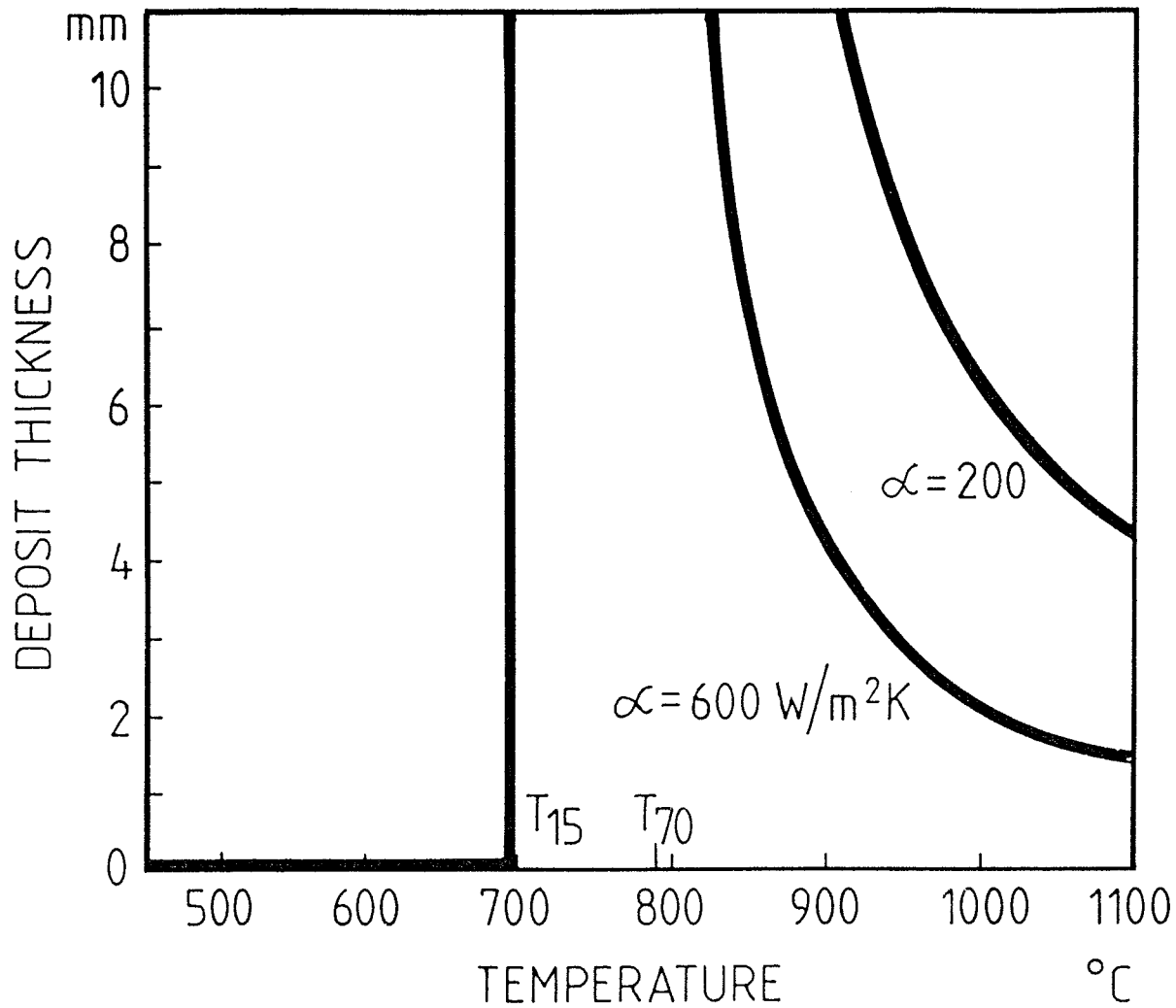


KUVIO 6. Puhtaan Na_2SO_4 - Na_2CO_3 -tuhkan teoreettinen tulistinalueen kerrostus-
mapaksuus savukaasulämpötilan funktiona. Laskelmissa käytetty kahta α -arvoa,
 $200 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ja $600 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $\lambda = 1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{s})$, $T_{15} = 831^\circ \text{C}$, $T_{70} = 832^\circ \text{C}$.
Viitteiden /1/ ja /9/ mukaan.



KUVIO 7. Soodakattilan tuhkan teoreettinen tulistinalueen kerrostumapaksuus savukaasulämpötilan funktiona kun tuhka sisältää suuria määriä kloridia ja kaliumia. Laskelmissa käytetty $\alpha = 200$ ja $600 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, $\lambda = 1 \text{ W/(m}\cdot\text{s)}$, $T_{15} = 515^\circ\text{C}$, $T_{70} = 648^\circ\text{C}$. Viitteiden /1/ ja /9/ mukaan.

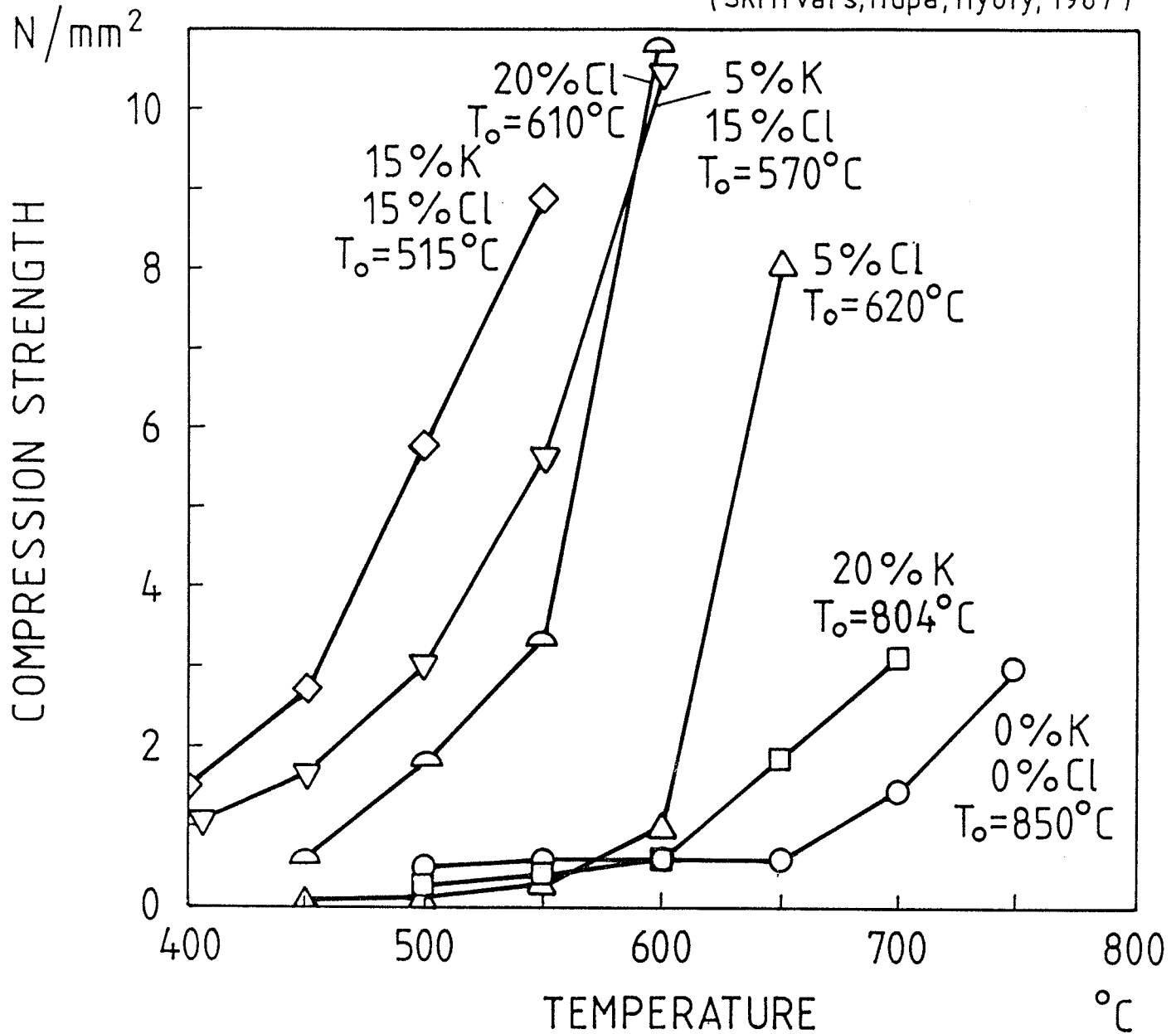
TYPICAL SCANDINAVIAN RECOVERY BOILER DUST



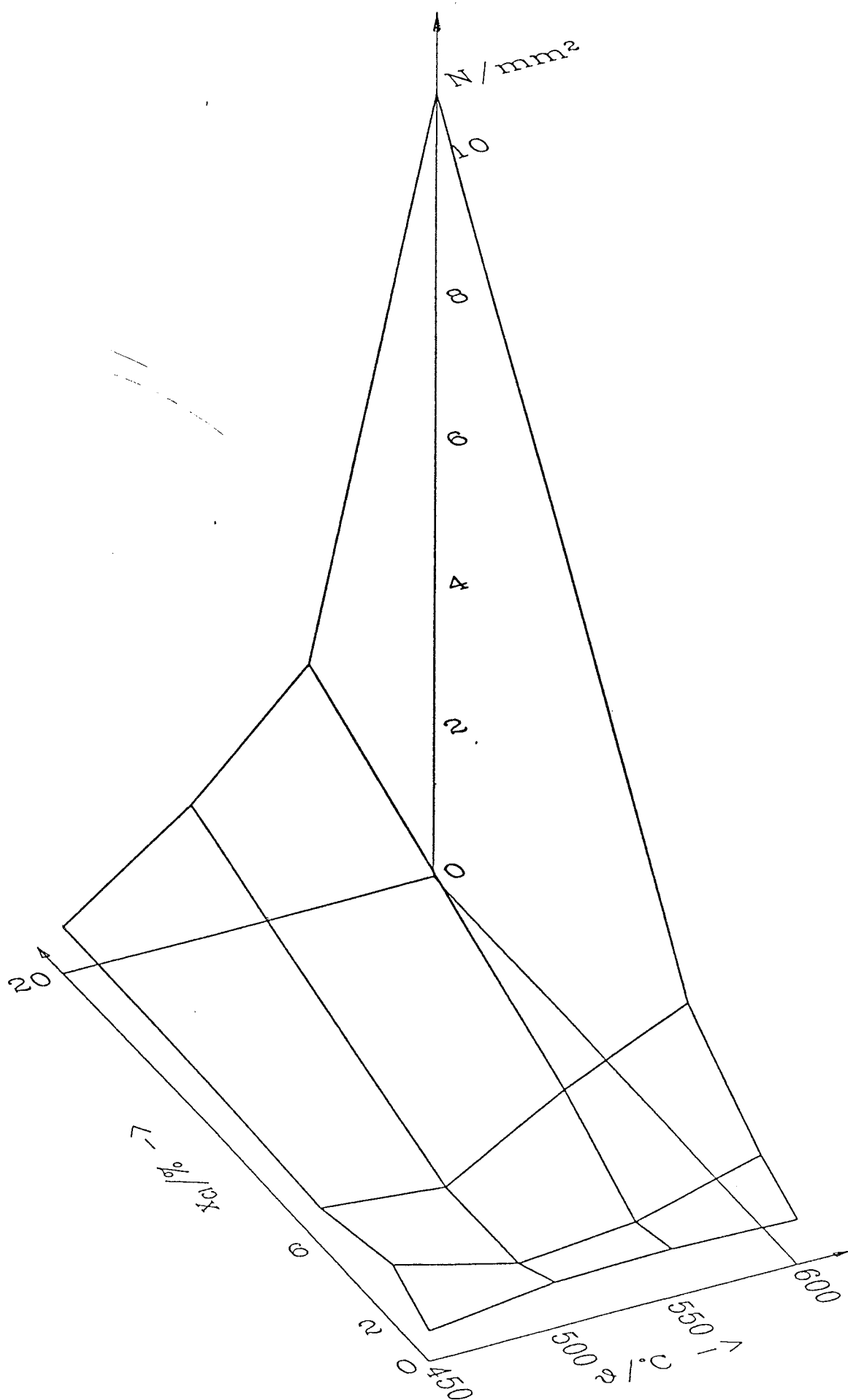
KUVIO 8. Koostumukseltaan tyypillisen soodakattilatuhkan teoreettinen tulistina-
luen kerrostumapaksuus savukaasulämpötilan funktiona. Laskelmissa käytetty α
= 200 ja 600 W/(m²·K), $\lambda = 1 \text{ W/(m} \cdot \text{s)}$, $T_{15} = 700^\circ \text{C}$, $T_{70} = 790^\circ \text{C}$. Viitteiden
/1/ ja /9/ mukaan

SINTERING TENDENCY, SYNTHETIC RECOVERY BOILER DUST, SINTERED IN 4h

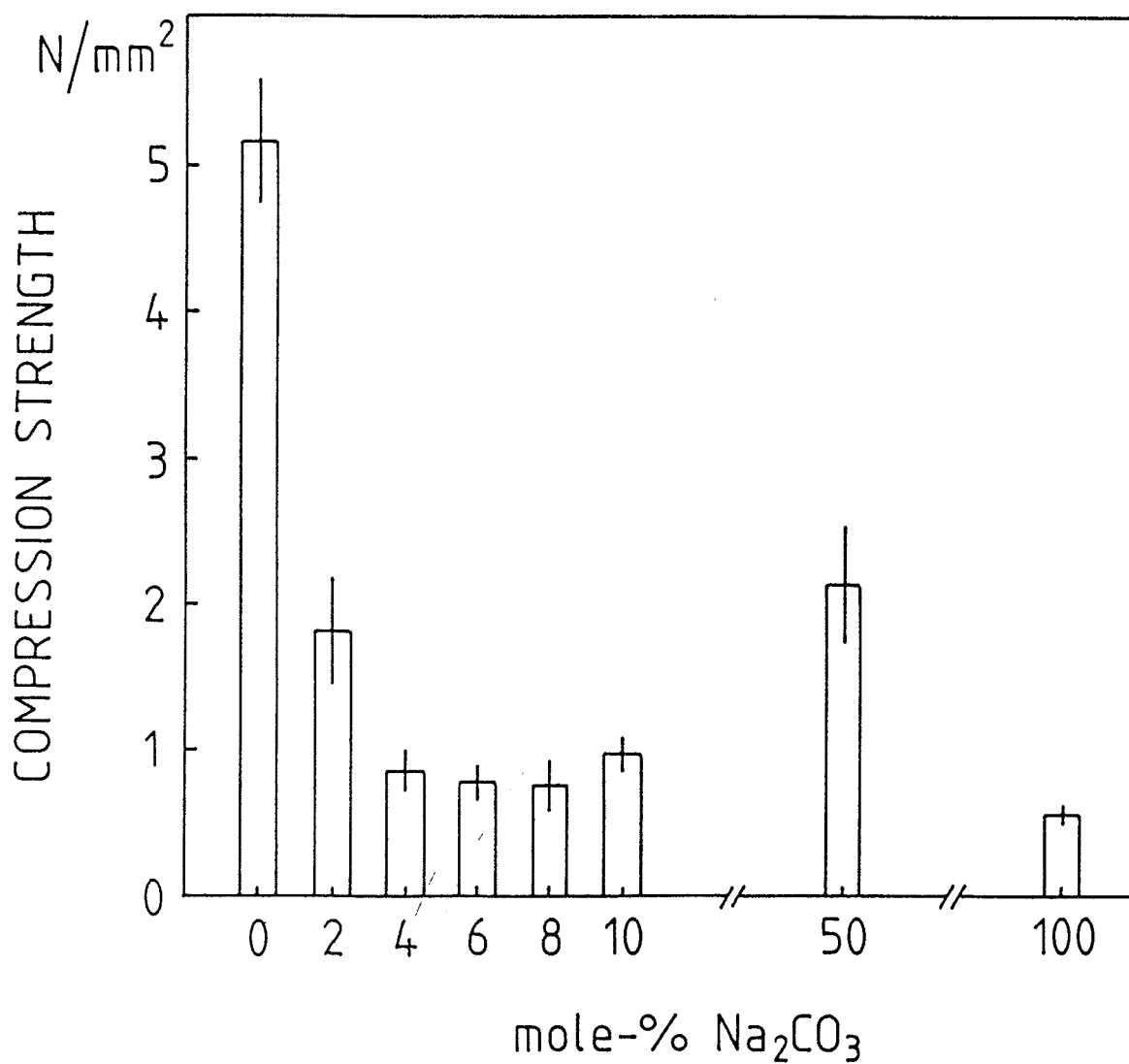
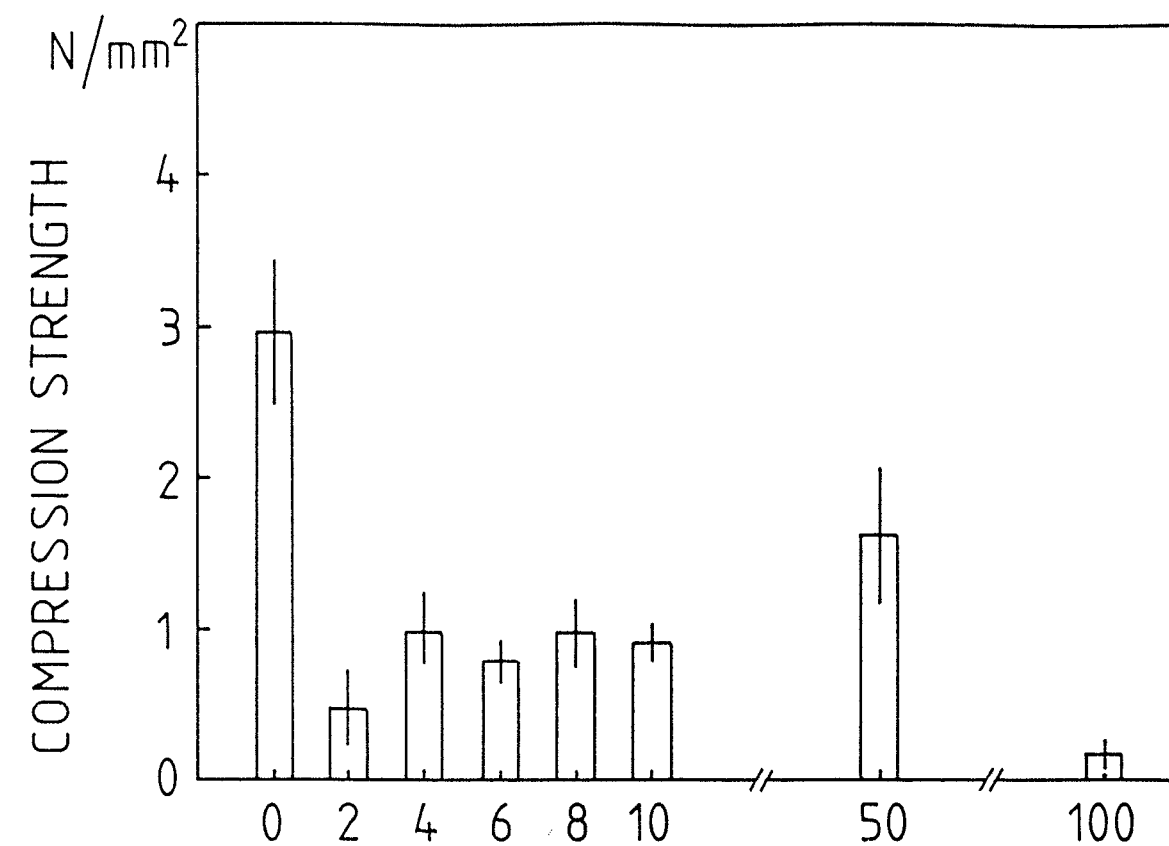
(Skrifvars, Hupa, Hyöty, 1987)



KUVIO 9. Eri tuhkan komponenttien vaikutus synteettisen soodakattilatuhkan sinttraantumiseen, lämpötilan funktiona. Tuhkan komponentit ja mitatut T_0 ilmoitettu parametreina /3, 5, 6/.



KUVIO 10. Kloridin ja lämpötilan vaikutus synteettisen soodakattilatuhkan sint-raantumiseen. Kloridin määrä tuhkassa ja lämpötila ilmoitettu vaakatason akse-leilla ja sintraantuminen ilmoitettu pystyakselilla /10/.



KUVIO 11. Na_2SO_4/Na_2CO_3 -suhteen vaikutus synteettisen soodakattilatuhkan sintraantumiseen. Lämpötila ylemmässä kuviossa $500^\circ C$, alemmassa kuviossa $700^\circ C$ /10/.

MUSTALIFEÄN LÄMPÖKÄSITTELY

1.

Uuden menetelmän kehitysvaiheet

Vahvan mustalifeän viskositeetti on rajoittava tekijä haihdutettaessa lipeää korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen. Ahlströmin nykyaikaisessa fallingfilm haihduttamossa voidaan lipeä haihduttaa niin korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen kuin keskipakopumppu pystyy pumppaamaan.

Suurimolekyyliset ligniinit määräävät mustalifeän viskositeetin. 1985 alkoi Ahlströmissä aktiivinen kehitystyö menetelmän löytämiseksi, jolla suurimolekyyliset ligniinit voitaisiin hajottaa pienemmiksi. Menetelmä, jossa mustalifeän lämpötila nostetaan keittolämpötilan yläpuolelle, osoittautui laboratorio-olosuhteissa menestykselliseksi.

Pilot-plant laitteisto rakennettiin silloiselle Ahlströmin Varkauden sellutehtaalle v. 1986. Pilot kokeissa selvitettiin prosessin optimaalisia olosuhteita sekä sen vaikutusta haihduttamolla. Lipeän lämpökäsittely onnistui myös pilot-mittakaavassa.

Ensimmäinen kaupallinen, täyden mittakaavan laitos rakennettiin Metsä-Sellu Oy:n tehtaalle Äänekoskelle v. 1989. Lämpökäsittelylaitos on ollut käynnissä joulusta 1989 alkaen käsitellen koko tehtaan lipeämäärän. Mustalifeän kuiva-ainepitoisuus haihduttamon jälkeen on 75 %.

Menetelmälle on jo myönnetty patentti USA:ssa.

1.10.1990

2. Lipeän muuttuneet ominaisuudet

2.1. Viskositeetti

Mustalipeän ligniinin pilkkoutuminen alentaa viskositeetin pysyvästi. Viskositeetin pieneneminen on erilainen koivu- ja mäntylipeällä ja vaihtelee myös tehdaskohtaisesti, joten lipeä on tutkittava aina ennen menetelmän soveltamista. Myös käsittelylämpötila ja viipymäaika reaktorissa vaikuttavat lopputulokseen.

2.2. Lämmönsiirto haihduttimissa

Viskositeetin alenemisen luonnollinen seuraus on lämmönsiirron paraneminen haihduttimissa erityisesti korkeissa kuiva-ainepitoisuuksissa. Samoin lämpöpintojen likaantuminen näyttää vähenevän.

2.3. Lipeän lämpöarvo

Lipeän lämpöarvon ei ole havaittu tähän astisissa mittauksissa alenevan lämpökäsittelyn vaikutuksesta.

2.4. Lauhtumattomat kaasut

Lämpökäsittelyprosessissa muodostuu myös lauhtumattomia kaasuja, pääasiassa dimetyylisulfidia. Nämä kaasut täytyy käsitellä kuten tehtaan muut väkevät hajukaasut.

1.10.1990

3.

Lämpökäsittelyprosessin toiminta ja
liittyminen haihduttamoon

Äänekoskella lipeän lämpökäsittely on sijoitettu haihduttamon ensimmäisen ja toisen vaiheen väliin.

Näin käsiteltävä lipeämäärä on saatu suhteellisen pieneksi ja lämpökäsitellyn lipeän edulliset ominaisuudet voidaan hyödyntää haihduttamon ensimmäisessä vaiheessa.

Toisesta vaiheesta tuleva lipeä pumpataan esilämmittimien kautta reaktoriin. Viidessä esilämmittimessä käytetään lämpökäsitellyn lipeän paisuntahöyryä lämmitykseen.

Kuudennessa esilämmittimessä reaktoriin menevän lipeän lämpötilaa säädetään tuorehöyryllä.

Reaktorista lipeä poistuu paisunta-astioiden kautta haihduttamon ensimmäiseen vaiheeseen. Mitään välisäiliötä ei tarvita

1.10.1990

4.

Vaiikutukset kemikaalien talteenotto-prosessin
muihin osiin

Äänekoskella ei tehty mitään muutoksia vahvalipeän käsittelyyn eikä tuhkan sekoitukseen, vaikka mustalipeän kuiva-aine nostettiin 65 %:sta soodakattilalla 75 %:iin.

Varauduttiin lisääntyneeseen tuhkamäärään lisäämällä yksi sähkö-suodin.

Soodakattilan kapasiteetti on noussut sekä savukaasujen vähenemisen seurauksena että käytettävyyden parantumisena.

Soodakattilan höyryn tuotanto on kasvanut noin 10 % eli lämpöte-lous on parantunut. Sulan reduktioaste pysyy vakaasti 96-97 %.

Kattilaa voidaan ajaa 50 % kuormalla ilman tukiöljypolttoa. Myös tuhkan käsittely on helpottunut eikä nuohouksen tarve ole kas-
vanut.

SO₂-pitoisuudet soodakattilan savukaasuissa ovat nolla. Samoin rikkivetypitoisuudet ovat mittaustarkkuuden alarajalla. NO_x-
pitoisuudet eivät kasvaneet.

Mustalipeän lämpökäsittelyssä syntyy pienimolekyylisiä yhdisteitä, jotka poistuvat prosessista kaasuina. Kaasut poltetaan meesa-
uunissa, jonka öljynkulutus on laskenut noin 20 %.

1.10.1990

5. Yhteenvedo

Mustalipeän lämpökäsittelyllä saavutetaan kaikki lipeän kuiva-
aineen nostamisesta johtuvat edut:

- suurempi kapasiteetti soodakattilasta
- suurempi höyryntuotanto/kuiva-aine tonni
- pienemmät rikkipäästöt kattilasta
- lentotuhkan vähäisempi tarttuvuus kattilan lämpöpinnoille

Lisäksi lämpökäsittely antaa:

- mahdollisuuden varastoida vahvalipeää nykyisissä varastosäi-
liöissä yli 75 % kuiva-aine pitoisuuksissa
- vahvalipeän pumppaus helpottuu ja putkiston tukkeutumisesta
päästään eroon
- mahdollisuuden käyttää nykyistä lentotuhkan käsittelyjärjes-
telmää ilman muutoksia
- haihduttamon alkupään yksiköiden likaantuminen vähenee

ETY - Soodakattilavaliokunta
SOODAKATTILAPÄIVÄ 1990

24.10.1990

Johtava asiantuntija, TkL Alec Estlander
EKONO Oy

ILMANSUOJELUN VIRANOMAISVAATIMUSTEN KEHITYSNÄKYMÄ

1. Yleistä

Selluteollisuutta ja sen tuotteita ohjaavat ympäristönsuojeluvaatimukset ovat huomattavasti kiristyneet viime vuosina. Tämä trendi on edelleen jatkuva, ja vaatimuksia kohdistetaan yhä useampaan päästökomponenttiin ja tuoteryhmään.

Hyvin tärkeä haaste selluteollisuudelle on siten pysyä ajan tasalla ja ennakoida tuleva kehitys omien suunnitelmien ja investointien kannalta.

Selluteollisuuden ympäristövaikutukset kohdistuvat voimakkaasti myös ilmaan, ja ilmansuojelussa kehitys onkin ollut ja tulee edelleen olemaan nopeinta. Raja- tarkasteluni koskemaan ilmansuojeluvaatimusten kehitystä soodakattiloiden ja yleisemmin energiantuotannon osalta.

2. Kansainvälisiä vaatimuksia

Suomi on ollut aktiivisesti mukana kansainvälisissä neuvotteluissa ilmapäästöjen vähentämiseksi. Neuvottelut jatkuvat edelleen usealla rintamalla, kahdenkeskisesti etenkin Neuvostoliiton kanssa ja monenkeskisesti YK:n Euroopan Talouskomissiossa ECE:ssä kansainvälisen ilmansuojelusopimuksen puitteissa. Neuvotteluja käydään myös Pohjoismaiden kesken ja ilmaston muutoksesta YK:n ympäristöohjelman UNEP puitteissa.

Neuvostoliiton kanssa on viime syksynä sovittu ensin rikkipäästöjen vähentämisestä Neuvostoliiton Suomea lähellä olevilta alueilta ja koko Suomessa. Tavoitteena on rikkipäästöjen vähentäminen 50 % vuoteen 1995 vuodesta 1980, eli saman verran kuin Suomi on jo muutenkin lupautunut tekemään. Seuraavassa vaiheessa säännellään typen oksidien ja raskasmetallien päästöjä.

Neuvostoliiton kanssa käytävät jatkoneuvottelut perustuvat myös kriittisen kuorman käsitteeseen. Kriittinen kuorma määritellään luonnon sietokyvyn mukaan niin, että herkätkään ekosysteemin osat eivät vahingoitu happamasta laskeumasta. Rikille kriittinen kuorma suuressa osassa Suomea on 0,3-0,5 grammaa rikkiä neliömetrille vuodessa, joka nyt ylitetään kaikkialla Suomessa Länsi-Lappia ja Oulun läänin osia lukuunottamatta.

ECE:ssä käytävät neuvottelut uusista

ilmansuojelupöytäkirjoista, joilla säännellään maiden päästömääriä, perustuvat nekin rikin ja typen osalta kriittisiin kuormiin. Tavoitteena on saada neuvottelut päätökseen niin, että kun rikkipöytäkirjan vaatimukset vuonna 1993 on saavutettu, uusi pöytäkirja olisi jo valmis astumaan voimaan. Rikin kohdalla tavoitetaso Suomen osalta lienee noin 0,3-0,5 grammaa neliömetrille.

Samanaikaisesti neuvotellaan myös typen oksidien päästöarvojen tarkistamisesta typpipöytäkirjan mukaisesti. Kriittiset kuormat typpilaskeumalle ovat Suomessa luokkaa 0,5-1 grammaa typpeä neliömetrille vuodessa, ja tämä taso ylittyy eteläisimmässä Suomessa. Suomelle ei uusista typpilaskeumaan kohdistuvista vaatimuksista tulle ongelmia, jos typpitoimikunnan suositukset toteutetaan. Sen sijaan Sofiassa typpipöytäkirjan allakirjoittamisen yhteydessä annettu 12 maan typpijulistus, jossa Suomikin lupautui alentamaan päästöjään noin 30 % vuoteen 1998, tulee muodostumaan vaikeaksi saavuttaa.

Tässä yhteydessä on syytä todeta, että EY ei äskettäin saadun tiedon mukaan ole uusimassa suuria voimaloita koskevaa direktiiviään.

Ilmaan tulevien päästöjen rajoittamisesta on neuvoteltu myös Pohjoismaiden kesken. Tuloksena oleva ilmansuojeluohjelma hyväksyttiin Pohjoismaiden Neuvoston istunnossa tämän vuoden maaliskuun alussa. Ohjelmassa asetetut tavoitteet ovat melko pitkälle vietyjä.

Kansainvälisiä haasteita tulee myös yksittäisten aktiivisten maiden ohjelmista. Niistä on mainittava etenkin Alankomaiden ympäristöohjelma National Environmnet Policy Plan - To choose or to loose, Ruotsin Aktionsplan Luft 90 ja Tanskan ENERGI 2000 - Handlingsplan for en baeredyktig udvikling. Nämä maat ovat eteviä viemään omia kansallisia vaatimuksia kansainvälisiin neuvotteluihin ja järjestöihin.

Uusin ja ehkä vakavin ilmansuojeluhaaste on ilmaston muutos. Tässä kehityksessä, joka jo jossain määrin näyttää todennäköiseltä mutta selvästi ei toivotulta kaikkine seurannaisvaikutuksineen, on tärkeimpänä vaikuttavana aineena hiilidioksidi ja toiseksi tärkeimpinä CFC-aineet ja metaani. Energiantuotanto on selvästi se yhteiskunnan alue joka eniten vaikuttaa kehitykseen.

Useissa yhteyksissä on esitetty, että erityisesti teollisuusmaiden tulisi vähentää hiilidioksidipäästöjään ensin 20 % noin 15 vuodessa ja pidemmällä aikavälillä jopa 50 %. Viimeksi näitä lukuja on esitetty Ruotsin tavoitteiksi.

Koska taloudellisesti järkeviä teknisiä keinoja

hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ei ole, ainakaan vielä, keksitty, on turvauduttava rakenteellisiin keinoihin. Tämä tarkoittaa ensin polttoainejakauman muutoksia ja etenkin maakaasun lisäämistä sekä energiaketjujen tehokkuuden lisäämistä. Uudet energiantuotantomuodot kuten IGCC ovat myös yksi keino energiatehokkuuden lisäämiseksi.

Pitkällä aikavälillä tulee ajankohtaiseksi suurempi panostaminen uusiutuviin energialähteisiin ja uusiin energiakantajiin kuten vetyyn.

3. Kansalliset haasteet

Ilmapäästöjä on Suomessa lakiteitse alettu sääntelemään suhteellisen myöhään useaan muuhun maahan verrattuna, mutta eräät viime vuosina annetut säännökset ovat olleet melko tiukkoja, ja niiden ennustetaan edelleen entisestään kiristyvän.

Jatkossa tarkastellaan selluteollisuuden ja energiantuotannon kannalta tärkeimpiä päästöjä, niiden sääntelytilannetta tänään ja sen ennustettua kehitystä. Ensin on kuitenkin syytä luoda katsaus ilmansuojelulainsäädännön pääperiaatteisiin.

Ilmansuojelulaki (67/1982) tuli voimaan syksyllä 1982. Sen tärkeimmät periaatteet ovat yksittäisiä laitoksia koskevan päätöksenteon antaminen lääninhallituksille ja valtakunnallisten määräysten ja ohjeiden antaminen valtioneuvoston päätöksinä.

Lääninhallituksen päätöksentekoa varten suuret prosessiteollisuuslaitokset ja energialaitokset polttoaineteholtaan yli 5 MW tekevät ilmoituksen lääninhallitukselle. Saatuaan asiaa koskevat lausunnot lääninhallitus antaa laitoksesta päätöksen, johon sisältyy sen ilmansuojeluehdot. Ehdot voivat koskea päästömääriä, päästöjen puhdistamista ja päästöjen tai ilman laadun tarkkailua. Ehdot perustuvat ensisijaisesti paikallisen ilmansuojelutilanteen arviointiin, mutta niitä ohjaa voimakkaasti annetut valtakunnalliset päästöohjeet tai määräykset.

Valtakunnallisia päästörajoja määräyksinä (kaikille pakollisia) tai ohjeina (lääninhallitusta ja suunnittelua ohjaavia) annetaan lääninhallitusten päätöksenteon yhtenäistämiseksi, valtakunnallisten haittojen vähentämiseksi tai kansainvälisten velvoitteiden täyttämiseksi. 1980-luvulla valtakunnallisen päätöksenteon eli valtioneuvoston päätösten perusteena on ollut erityisesti happamoitumista aiheuttavien päästöjen (rikkidioksidi ja typen oksidit) vähentäminen, mutta myös hiukkaspäästöistä, jotka aiheuttavat vain paikallista haittaa, on annettu valtioneuvoston päätös. Uusia ehdotuksia typen oksidien päästöjen rajoittamiseksi

kaikista lähderyhmistä valmisteltiin typpitoimikunnassa, joka sai mietintönsä valmiiksi keväällä 1990.

1990-luvulla on odotettavissa, että hiillivety- ja hiilidioksidipäästöt saavat enemmän huomiota osakseen. Näitä päästöjä ei ole vielä säännelty valtakunnallisesti. Eräitä hiilivety- ja hiilidioksidipäästöjä koskevia yksittäisiä päätöksiä on tehty lääninhallituksissa, mutta ne eivät ole koskeneet selluteollisuutta tai energiantuotantolaitoksia.

Ensimmäinen yritys ohjata hiilidioksidipäästöjen kasvua on tehty haittaveroja koskevalla lailla, jonka eduskunta hyväksyi 28.11.1989, ja joka astui voimaan vuoden 1990 alusta. Haittaveroihin tulee vuonna 1991 vain noin 5 prosentin inflaatiotarkistus, mutta jatkossa niistä voi muodostua suurikin kustannustekijä hiilidioksidin päästäjille.

Haittaverolain perusteena on ollut energian kulutuksen kasvun hillitseminen ja energian tuotannosta ja kulutuksesta syntyvien ympäristöhaittojen vähentäminen. Veron kohdentamisen perusteena on ollut erityisesti hiilidioksidipäästö. Lain on tänä vuonna arvioitu nostavan raskaan polttoöljyn hintaa 3 %, kivihiilen 8 %, maakaasun 5 % ja jyrsinturpeen hintaa 5 %. Eduskunnassa lakia muutettiin siten, että jyrsinturpeen pienkulutus (alle 50 GWh/a) jäi lain sovellutusalueen ulkopuolelle.

4. Arvioita määräysten kehityksestä

Suomen energiantuotannon päästöjä rajoittava säännöstö perustuu eri polttoaineiden erotteluun ja ottaa myös muuten huomioon käytettävän tekniikan. Ruotsissa kaasumaisia päästöjä (rikkidioksidi ja typen oksidit) koskeva osa määräyksistä on sama polttoaineesta riippumatta. Tämän suuntainen kehitys ei tällä hetkellä näytä todennäköiseltä Suomessa, mutta se on mahdollinen pidemmällä aikavälillä.

Tällä hetkellä ei ole odotettavissa, että hiukkaspäästöjä koskevat rajat paljon tiukentuisivat 1990-luvulla. Muista kuin liikennelähteistä johtuvat paikalliset pöly- ja hiukkashaitat ovat vähenemässä, ja tekniikassakaan ei ole näköpiirissä uutta tilanteeseen ratkaisevasti vaikuttavaa kehitystä. Pieniä tiukennuksia päästövaatimuksiin voi ehkä odottaa, mutta silloin yleistasolta noin 40 mg/MJ tultaneen tasolle 20 mg/MJ, joka on nyt Ruotsissa vallitseva taso. Erilaisten jätteiden poltto tulee yleistymään, ja tälle annettaneen tiukemmat päästörajat, ehkä 20-30 mg/Nm³.

Rikkidioksidipäästöjä tullaan Suomessa vähentämään edelleen yli rikkitoimikunnassa sovitun tavoitteen, 50 % vähentäminen vuoden 1980 tasosta vuoteen 1994 mennessä. Ympäristöministeriö valmistelee pidemmälle menevien

päätösten antamista, ja periaatepäätös on odotettavissa jo vuoden 1990 aikana. Päätökset kohdistuvat kuten edelliselläkin kerralla sekä polttoaineisiin että energiantuotantoon ja prosessiteollisuuteen. Ekono Oy:n edustajat saivat tilaisuuden tutustua luonnoksiin uusiksi arvoiksi 11.9.1990.

Kivihiiltä koskevaa päätöstä kaavaillaan tiukennettavaksi tasolle 0,6 % rikkiä, ja se koskisi edelleen muuta kuin rikinpoiston kohteeksi joutuvaa hiiltä. Myös sekä kevyttä että raskasta polttoöljyä koskevia rajoja tultaneen tiukentamaan.

Kevyen polttoöljyn rikkipitoisuus on tänään käytännössä 0,15 sallitun 0,2 sijasta. Ensi vuosikymmenellä tullaan raja alentamaan ainakin arvoon 0,1 % ja mahdollisesti jopa arvoon 0,05 %, joka on esimerkiksi Saksan Liittotasavallassa tavoitearvona.

Raskaan polttoöljyn rikkipitoisuusvaatimusta tullaan ilmeisesti myös tiukentamaan. Alue, jolla vaaditaan korkeintaan 1 % rikkiä, laajentunee kattamaan koko Suomen. Yhtenä vaihtoehtona on myös raja, joka vastaa noin tasoa 0,5 % rikkiä. Rikkipitoiselle raskaalle polttoöljylle haetaan erikoiskäyttöaloja, joilla rikki joko sitoutuu prosessin aikana tai joilla on rikinpoisto osana prosessia. Tällaisia aloja voivat olla selluteollisuus, sementtiteollisuus ja käyttö suurten voimalaitosten tukipolttoaineena. Yli 50 MW:n voimaloiden päästöraja vastannee tulevaisuudessa 0,5 % rikkiä raskaassa polttoöljyssä.

Prosessiteollisuuden rikkidioksidin päästörajoja tiukennetaan yleisesti tasolle noin 2 kg/tuotetonni. Selluteollisuudessa vaihtoehtoina on joko tämä raja tai noin 3,5 kg/t. Raja sisältää myös soodakattilan päästön.

Voimalaitoksia koskevia rajoja tiukennettaneen selvästi ja ulotetaan koskemaan myös turvevoimaloita. Suurilta turvevoimaloilta voidaan vaatia 50-80 % rikinpoistoastetta vastaavat päästörajat. Kivihiilikäyttöisillä voimaloilla päästörajat muuttunevat siten, että kun nyt vaaditaan 140 ja 230 mg/MJ tullaan jatkossa vaatimaan 70 ja 140 mg/MJ, mahdollisesti 70 mg/MJ kautta linjan.

Uuden ohjelman kokonaiskustannuksiksi on arvioitu 5-6 miljardia markkaa, josta energiasektorin osuus on noin 4 miljardia. Vuotuiset kustannukset olisivat 1,3-2 miljardia, josta energiasektorin osuus noin 1 miljardi. Ohjelma lähetetään lausuntokierrokselle, eikä se ole julkinen sitä ennen.

Typen oksidien kokonaispäästöt Suomi on sitoutunut tasoittamaan siten, että vuoden 1987 päästötaso saavutetaan taas viimeistään vuonna 1995. Lisäksi Suomi

on luvannut vämentää kokonaispäästöjä noin 30 % vuoden 1980 tasosta vuoteen 1998 mennessä. Keinoja näiden tavoitteiden saavuttamiseksi pohdittiin em. typpitoimikunnassa.

Energiantuotannon typen oksidipäästöjen rajat tultaneen asettamaann typpitoimikunnan ehdottamalla tavalla. Asia vietäneen hallitukseen vielä tänä vuonna. On tärkeätä huomata, että rajoja aiotaan tarkistaa uudelleen vuonna 1994. Jos pyritään yhtenäistämään uusien laitosten päästörajoja eri polttoaineilla, tiukentuvat erityisesti turvetta ja kivihiiltä koskevat rajat.

Hiilivetypäästöt jakautuvat tänään niin, että noin kolmannes tulee energiantuotannosta, ja nimenomaan pienpoltosta, jossa palaminen on epätäydellistä. Koska kansainväliset neuvottelut ovat käynnissä myös hiilivetypäästöjen vähentämisestä, tulee tarvetta asettaa vaatimuksia pienpolton tekniikalle etenkin kiinteitä polttoaineita käytettäessä, kuten Ruotsissa on tapahtunut. Päästövaatimukset kohdistuvat Ruotsissa tervan päästölle, ilmeisesti mittausteknisistä syistä.

Hiilidioksidipäästöjen kehitystä tullaan alkuvaiheessa edelleen ohjaamaan erilaisilla veroilla. Haittaverotämsmentyy ja kohdistunee yhä selvemmin hiilidioksidipäästöön. Sitä saattaa täydentää erityisesti rikkidioksidi- ja typenoksidipäästöjen vähentämiseen tarkoitettu vero, mutta haittaveron pääkohde teollisuudessa ja energiantuotannossa tullee olemaan hiilidioksidi.

Haittaverojen kokonaismäärä voi nousta nykytasosta, mutta todennäköistä on, että energiantuotantoon kohdistuva osa ei ylitä noin miljardia markkaa. Tämä voisi kuitenkin merkitä kokonaissumman kolminkertaistumista. Lisäksi on odotettavissa, että kiinteisiin polttoaineisiin kohdistuu jatkossa suurempi osa verosta, koska niiden kokonaisvaikutukset ympäristöön ovat selvästi etenkin maakaasua pienemmät.

5. Loppupohdintaa

On ilmeistä, että ilmansuojeluvaatimukset kirisyvät entisestään 1990-luvulla. Siihen ovat taustatekijöinä sekä kansainvälinen kehitys että omasta maasta saadut tutkimustulokset, erityisesti happamoitumisesta. Kiristyminen tulee kohdistumaan sekä rikkidioksidiin että typen oksideihin ja lisäksi uusiin epäpuhtauksiin kuten hiilivetyihin ja hiilidioksidiin.

Rikkidioksidi tulee edelleen olemaan keskeinen ilmansuojelutoimien kohde. Siksi on syytä pohtia rikinpoistotekniikoiden riittävyttä tulevaisuudessa. Uudet rikkirajat saattavat edellyttää savukaasujen rikinpoiston osalta joko uuden tekniikan käyttöönottoa

tai vanhojen rikinpoistolaitosten mitoitustason kiristämistä, ehkä tasolle yli 90 %. Selluteollisuudessa kannattaa harkita tarkkaan, mihin rikinpoistotoimet voidaan jatkossa kohdistaa.

Voimalaitosten rikinpoiston erotuskykyvaatimusten kasvaessa lisääntyy mielenkiinto ns. talteenottomenetelmiä kohtaan. Näiden menetelmien käyttöönottoa laajemmassa mittakaavassa rajoittaa kuitenkin niiden tekninen keskeneräisyys ja korkeat kustannukset.

Typen oksidien päästöjen vaatimustaso perustuu nyt esitetyssä muodossa polttotekniikan muutoksiin. Koska poltinmuutosten tuloksia ei varmuudeella voida ennakoida, ei ainakaan turvelaitoksilla, olisi suotavaa varautua muutoksiin mahdollisimman pian. Näin saadaan kokemuksia ja mahdolliset muutostyöt ehditään tehdä. Toinen syy tehdä muutoksia ajoissa on kaupallinen, sillä tilausten ruuhkautuminen on vain laitekauppiaiden kannalta hyvä tilanne.

Samantyyppisten tehtaiden ja laitosten kannattaa yhdessä sopia ilmansuojelutoimien vaatimista muutosohjelmista, jakaen kokemuksia ja kustannuksia. Muutokset ja kokeet suoritetaan ensin muutamassa tyyppilaitoksessa. Saatuja tuloksia arvioidaan sitten yhteisesti.

Edellä esitetyt asiat osoittavat selvästi, että ilmansuojelussa tilanteet muuttuvat nopeasti. On syytä arvioida kehitystä ennakoivasti ja asiantuntijoiden kanssa laatia selkeä ilmansuojelun strategia kustannusten ja vaikeuksien minimoimiseksi.

HAJUTON SELLUTEHDAS;

Kokemuksia 10 vuoden ajalta hajukaasujen torjumisesta

Enso-Gutzeit Oy Varkauden tehtailla aloitettiin seulfaattiselluloosan tuotanto kesällä 1980. Tällöin käynnistyi täysin uusi tehdas, jolla korvattiin jo 1920-luvulla alkanut sulfiitti-prosessiin perustunut massan valmistus. Tehdas käynnistyi kaikilta prosessin osiltaan uutena, mitään ei hyödynnetty vanhasta tehtaasta, paitsi kuitulinjan rakennukset.

Hajukaasujen lähteet

Tehtaan kuitulinja on yksilinjainen, keittämönä Kamyryn jatkuvatoiminen keitin, valkaisuna syryäytysvalkaisimo. Linjan mitoituskapasiteetti on 120.000 t/a valkaistua selluloosaa. Vuonna 1989 tuotettiin 202.000 tonnia, joka pääasiallisesti käytettiin oman tehtaan hienopaperin tuotantoon 60 % koivua, 40 % mäntyä). (kalvo 1).

Talteenottolinjan laitteet ovat mitoitettu kuitulinjan suhteessa.

Haihduttamona on A. Ahlström Oy:n toimittama viisivaiheinen "Falling-film" haihduttamo, johon on myöhemmin lisätty yksi yksikkö termokompressorilla varustettuna, ja 1987 käynnistyi lipeän väkevöinti vahvalipeälle. Tänä päivänä polttolipeän kuiva-aine on 68-72 %. Kaustistamoa lukuunottamatta muut laitteet ovat A. Ahlström Oy:n prosessi ja laiteratkaisuja. (kalvo 2)

Hajuntorjuntaan jouduttiin tehtaan sijainnin takia paneutumaan erityisesti. (kalvo 3)

Hajukaasujen hävitysjärjestelmä rakennettiin täysin nykyiseen muotoonsa jo tehtaan käynnistymiseen 1980. Järjestelmä sisältää seuraavat alajärjestelmät. Kaasujen hävitysjärjestelmän on toimittanut MoDo Chemetics. (kalvo 4)

Ns. väkevien kaasujen hävitysjärjestelmät käsittävät oman järjestelmänsä keittämö/haihduttamon kaasuille ja likaislauhteen strippauksen lauhtumattomille kaasuille.

Näille molemmille pääpolttopaikkana on meesauuni ja varapolttolaitteena v. 1990 alkaen ns. Volvopoltin. Tuohon asti varapolttopaikkana on toiminut tehtaan vanha kuorikattila, johon oli konstruoitu erikoisrakenne poltin tähän tarkoitukseen. (kalvot 5 ja 6)

Ns. laimeita kaasuja kerätään kaikista mahdollisista pisteistä sekä kuitu- että talteenottolinjalta. Aiheutuen osittain maantieteellisistä tehtaan lay out'iin liittyvistä, osittain prosessiteknisistä syistä, useampia erilaisia ratkaisuja on sovellettu laimeiden hajukaasujen hävittämiseen.

Osa jakeista poltetaan soodakattilan tertiääri-ilmana, osa primääri-ilmana tai täydennysilmana meesauunilla ja osa käsitellään ainoastaan meesauunin alkaliskrubbereissa. Lisäksi valkaisun ja klooridioksidilaitoksen kaasuilla on oma pesujärjestelmänsä (kalvot 7 ja 8).

Käyttökokemuksia hajuntorjunnasta

Väkevien kaasujen järjestelmät ovat kaiken aikaa toimineet luotettavasti. Alkuvuosien häiriöt ja hajut johtuivat lähinnä kuitulinjan epävakaasta ajosta (viskoosimassan valmistuksen häiriöt). Kaasumäärän huojuminen johti usein lukitusketjun laukeamiseen ja polton ohitukseen.

Samat syyt vaikeuttivat myös stripperin ajoa lauhteitten kuohaamisineen ja kaasun määrän heitelyineen aiheuttaen silloin tällöin polton ohituksia myös stripperikaasuilla.

Tehtaan käynnin tasaannuttua ja siirryttäessä pelkän kraftmassan valmistukseen, myös kaasujen hävitys on ollut tehokasta. Esim. vuonna 1989 polttoprosentti oli 99,8 %. (kalvo 9)

Väkevien- ja stripperikaasujen hävittämistä on vaikeuttanut myös tehtaan lay out'iin liittyvät putkistokonstruktiot. Alhaalla (kadun alitus meesauunille) kulkeneet kaasulinjat ja näiden lauhteenpoistojärjestelmä ei toiminut kunnolla. Lauhdemalli putkessa huojutti myös kaasun virtausta ja saattoi aiheuttaa ohituksen. Kesällä 1989 linjat muutettiin ja parannus oli huomattava.

Hyvä parannus oli myös talvella 1990 käynnistetty erillinen, oma varapolttolaitos. Vanhaan kuorikattilaan asennettu poltin toimi, mutta vaati pitkän ajan, 20-30 min, käynnistymiseen kaikkine lämmitelyineen. Tämä oli ongelma äkillisessä, ennalta arvaamattomissa varapolton tarpeissa. Lisäksi toimintaa häytti kahden eri organisaation välinen toiminta (sellutehdas/meesauuni - voimalaitos/kuorikattila).

Hyvästä tuloksesta huolimatta muodostuu joskus ongelmatilanteita. Näistä kiusallisimpia ovat tilanteet, jolloin kaasut palavat polttopaikassaan,

mutta silti ympäristössä tuntuu väkevän hajukaasun haju.

Tällaisia ongelmia on aiheutunut esim. liekinestimien osittaisesta tukkeutumisesta, jolloin kaasut joskus "pullahtavat" ulos jostakin vesilukosta paineen kasvaessa sopivan suureksi. Tilanne normalisoituu itsestään pian ja vikaa on vaikea paikallistaa. Haju leviää kiusallisena kuitenkin "kaupungille" tehtaan sijainnista johtuen. Samanlaisen efektin aiheuttaa osittain tukossa oleva poltto-suuttimen "turpa".

Näihin voidaan paneutua vain riittävällä, jatkuvalla ennakkohuollolla tai laitekonstruktiota parantamalla (liekinestimet).

Laimeitten kaasujen tuhoaminen on huomattavasti vaikeampaa, kuin väkevien. Tästä esimerkkinä vuoden 1989 polttotilasto molemmista kaasuista (kalvot 10 ja 11). Laimeitten järjestelmän mitoitus ei ole ollut ehkä täysin oikea. Soodakattila on kärsinyt tertiääri-ilman puutteesta. Kaasun jakamisessa kattilaan tehty muutos on helpottanut huomattavasti asiaa. Lisäksi täytyy muistaa, että kattilaa on ajettava prosessin vaatimusten mukaan ja tällöin pieni kuorma merkitsee, etteivät kaasut mahdu polttoon. Lisäksi mäntyöljyn pesun aikana tapahtuva, sen kaasujen piippun ohjaaminen kuohan takia, aiheuttaa hajukuormaa kerran vuorokaudessa.

Voiko sellutehdas sitten olla hajuton?

Kysymystä voi mielestäni lähestyä monelta taholta. Jos pelkästään tarkastellaan sellutehtaaseen liittyvää hajuntorjuntajärjestelmää, ei tehdas voi olla hajuton. Järjestelmä perustuu teknisiin ratkaisuihin, sitä hoitaa ihminen ja siihen on jouduettu turvallisuuden takia rakentamaan ohitusjärjestelmät. Nämä kaikki yhdessä merkitsevät varmasti hajun ajautumista ohi polton. Varkauden tehtailla tämä merkitsisi vuonna 1989 väkevillä kaasuilla vain 0,2 % ajasta, mutta tämä 0,2 % merkitsee 16 tuntia. Jos tehdas sijaitsee laajan asutuskeskuksen lähellä, tämä riittää ärsyttämään isoa ihmisjoukkoa. Lisäksi tulevat "pussahdukset" varalaitteista lähialueelle ja laimeitten häiriöt.

Ulkoisen hajujen hävitysjärjestelmän ohella ei pidä unohtaa sitä kehitystyötä, jota ollaan tekemässä prosessin sisällä lähinnä rikin ja sen haisevien yhdisteitten käytön ja syntymisen vähentämiseksi sulfaattiprosessissa tai kokonaan ei rikkikemikaaleilla tapahtuvan massan valmistuksen hyväksi.

Mielestäni sellun valmistus ei kuitenkaan ole ainoa hajun lähde tehdasintegraatissa. Puunjalostuksen, myös paperin-, kartongin- ja voimantuotantoon liittyy oma ominaishajunsa, joka tietyllä säällä tuntuu asutuksen sisällä sijaitsevan tehtaan ympäristössä.

Tämä herkistää ihmisiä ja kun tähän vielä yhdistyy sellutehtaan suunnasta jokin voimakkaampi hajukuorma, on oheisen otsikon mukainen tilanne valmis.

ENSO-GUTZEIT OY
Varkauden Tehtaat

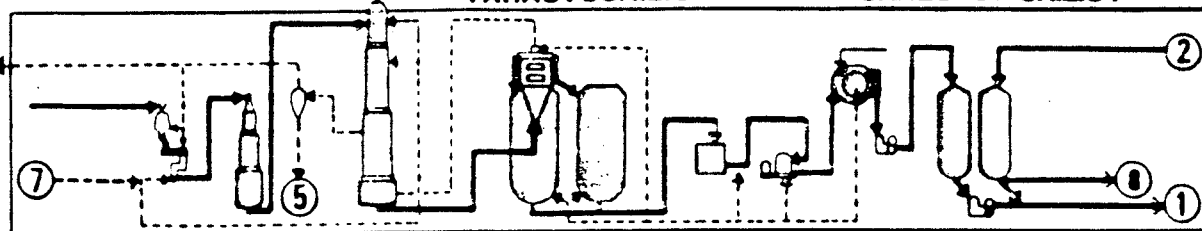
SULFAATTISELLUPROSESSI

ESI-MEYTYTYS

KEITTO

PESU JA
VARASTOSÄILIÖ

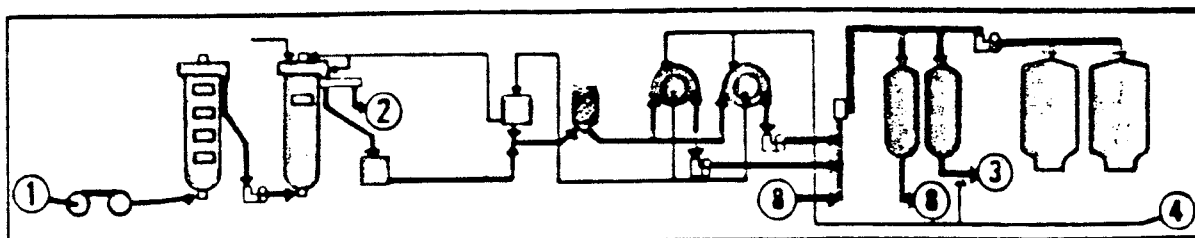
LAJITTELU

PESU JA
SAKEUTUS SÄILIÖTKESKISAKEUS-
KLOORAUSSYRJÄYTYS-
VALKAISU

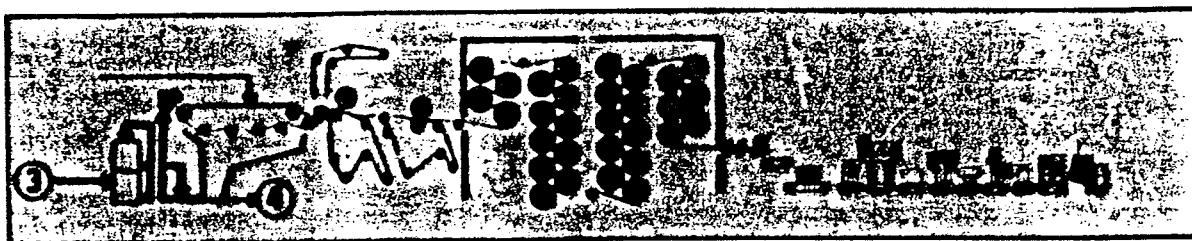
LAJITTELU

SAKEUTUS

VARASTOSÄILIÖT

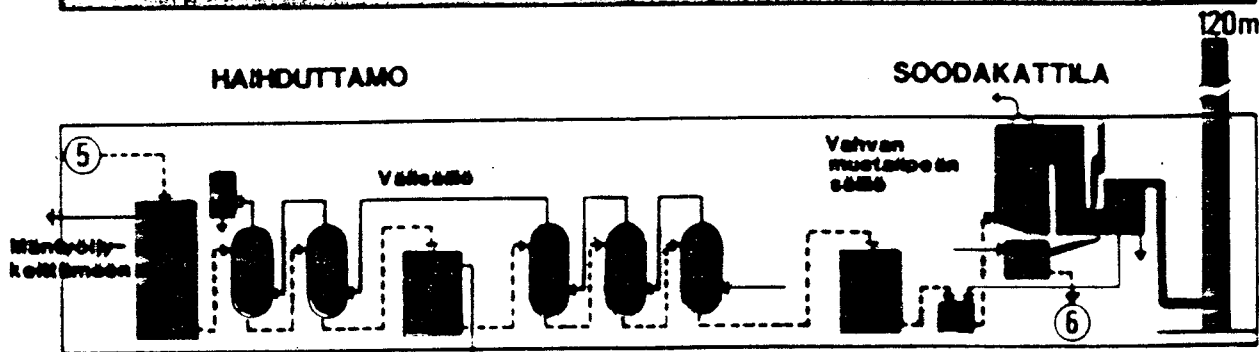


MASSAN KUVAUS JA PAALAUUS



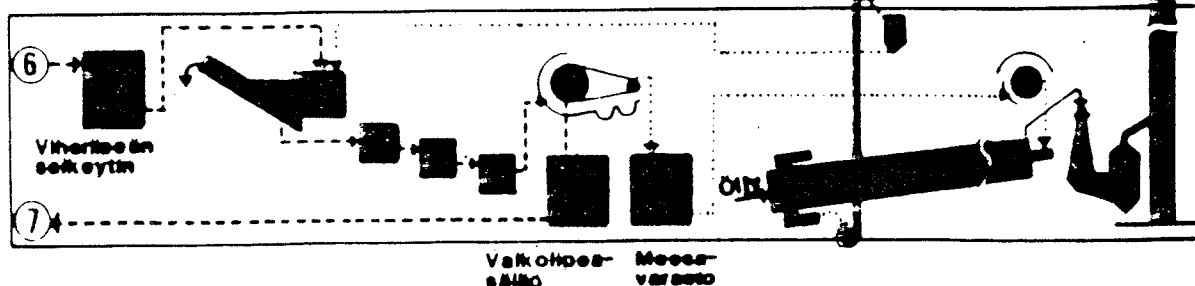
HAIHDUTTAMO

SOODAKATTILA

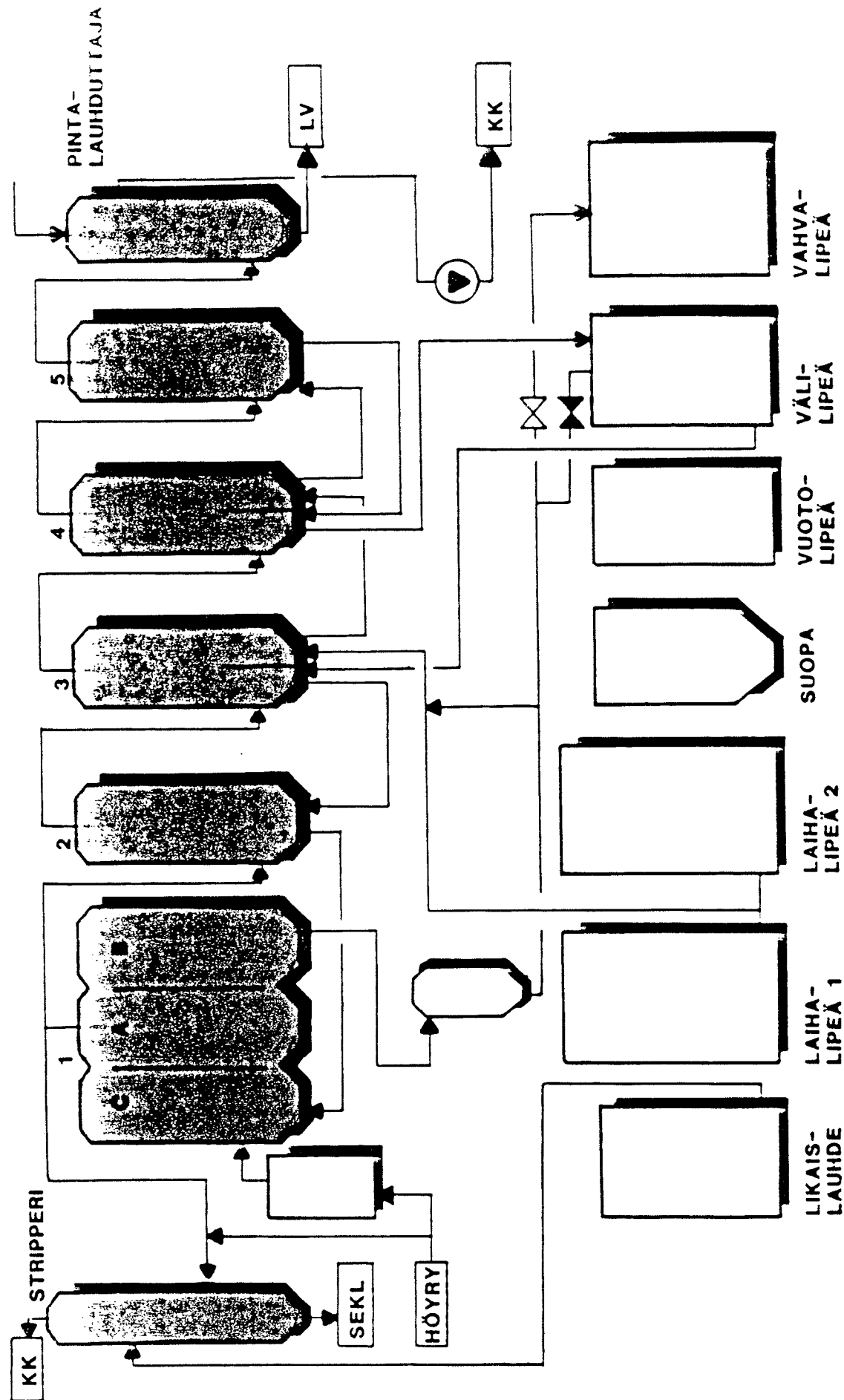


KAUSTISOINTI

MEESAUNI



HAIHDUTTAMO

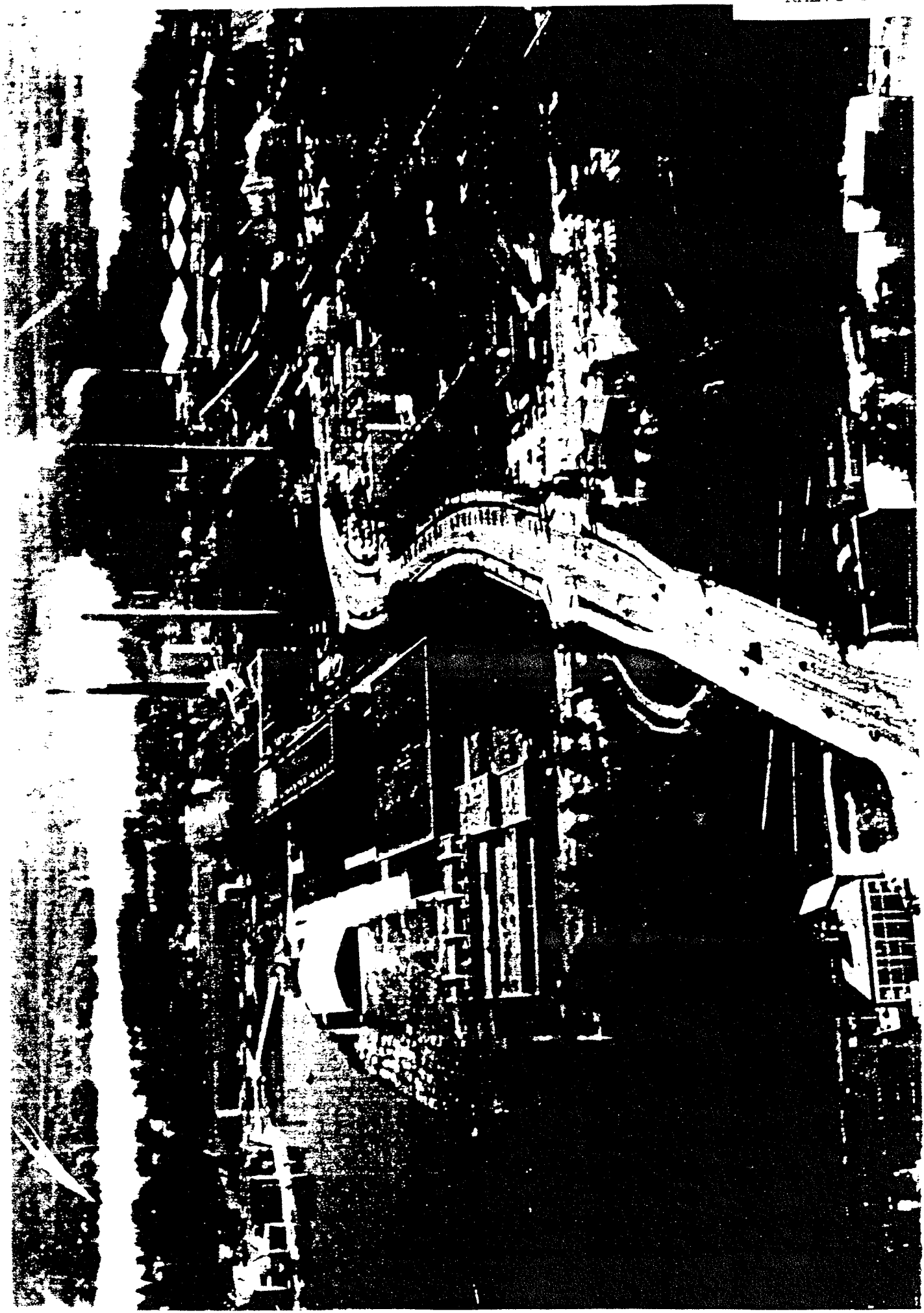


(LV = LÄMMIN VESI)
 (KK = KAASUJEN KÄSITTELY)

ENSO-GUTZEIT OY
 Varkauden tehtaat
 Sellutehdas

↑ milijov

↑ Ljilja alda hb



SELLUTEHTAAN HAJUNTORJUNTAJÄRJESTELMÄN ALAJÄRJESTELMÄT

● VÄKEVIEN KEITTÄMÖKAASUJEN KERÄILY JA HÄVITYS

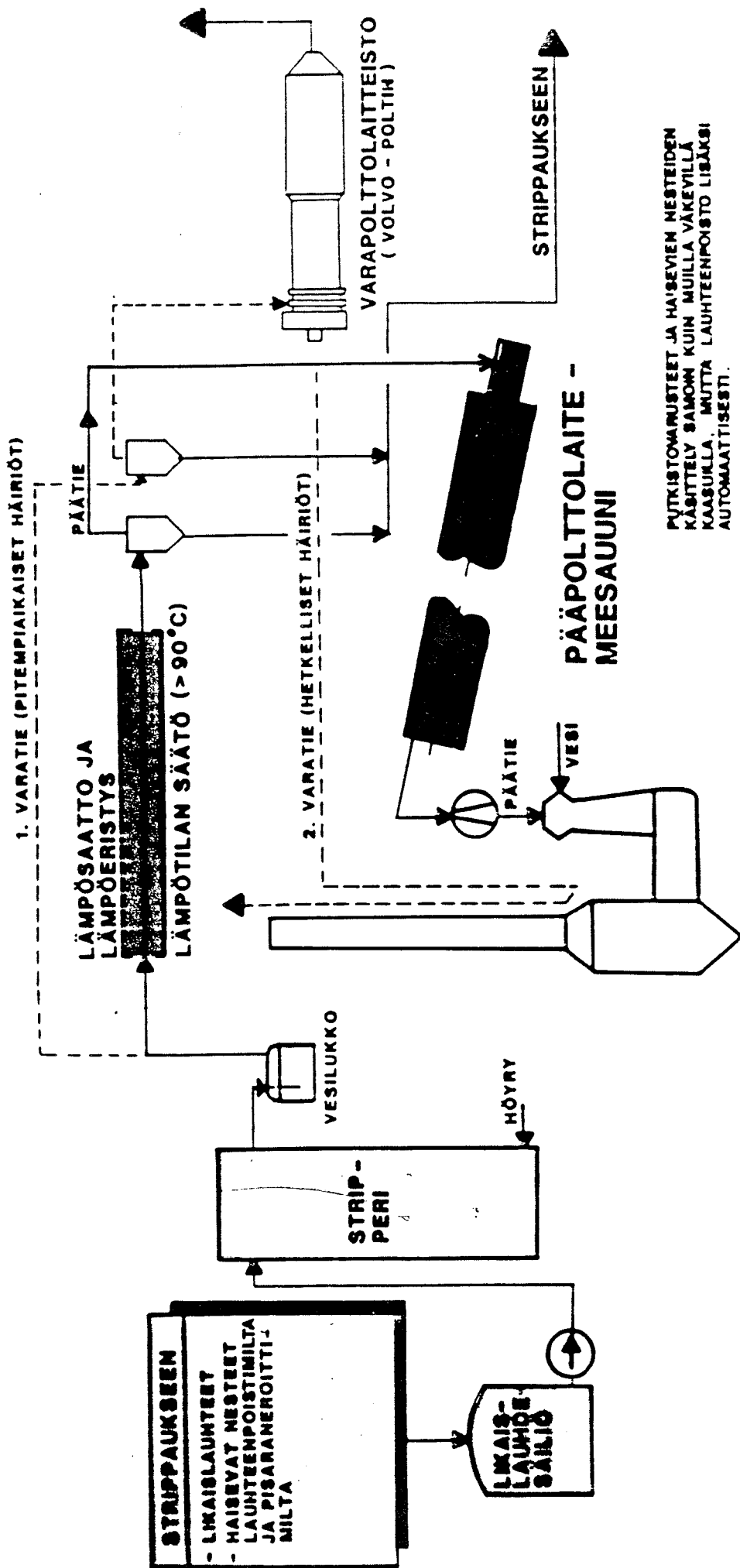
● VÄKEVIEN STRIPPERIKAASUJEN KÄSITTELY

● LAIMEIDEN KEITTÄMÖALUEEN KAASUJEN KERÄILY JA HÄVITYS

● LAIMEIDEN KAUSTISTAMO- JA MEESSAUNIALUEEN
KAASUJEN KERÄILY JA HÄVITYS

● KLOORIPITOISTEN KAASUJEN KERÄILY JA HÄVITYS

SELLUTEHTAAN STRIPPERIKAASUJEN KÄSITTELY



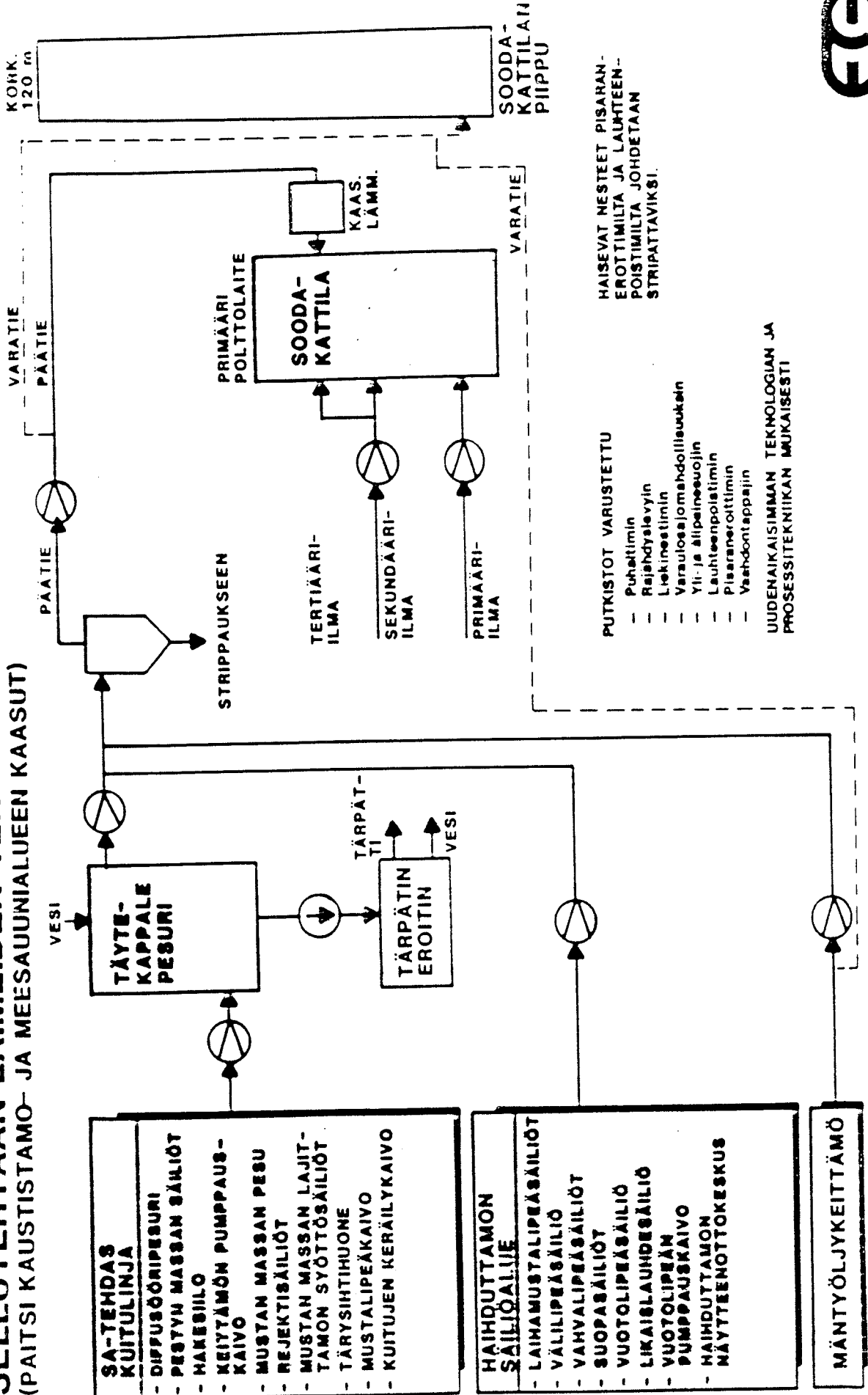
PUTKISTOAMMUSTEET JA HAISEVIEN NESTEIDEN KÄSITTELY SAMOIN KUIN MUILLA VÄKEVILLÄ KAASUKILLA, MUTTA LAUNTEENPOISTO LISÄKSI AUTOMAATTISESTI.

ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaat
Sellutehdas

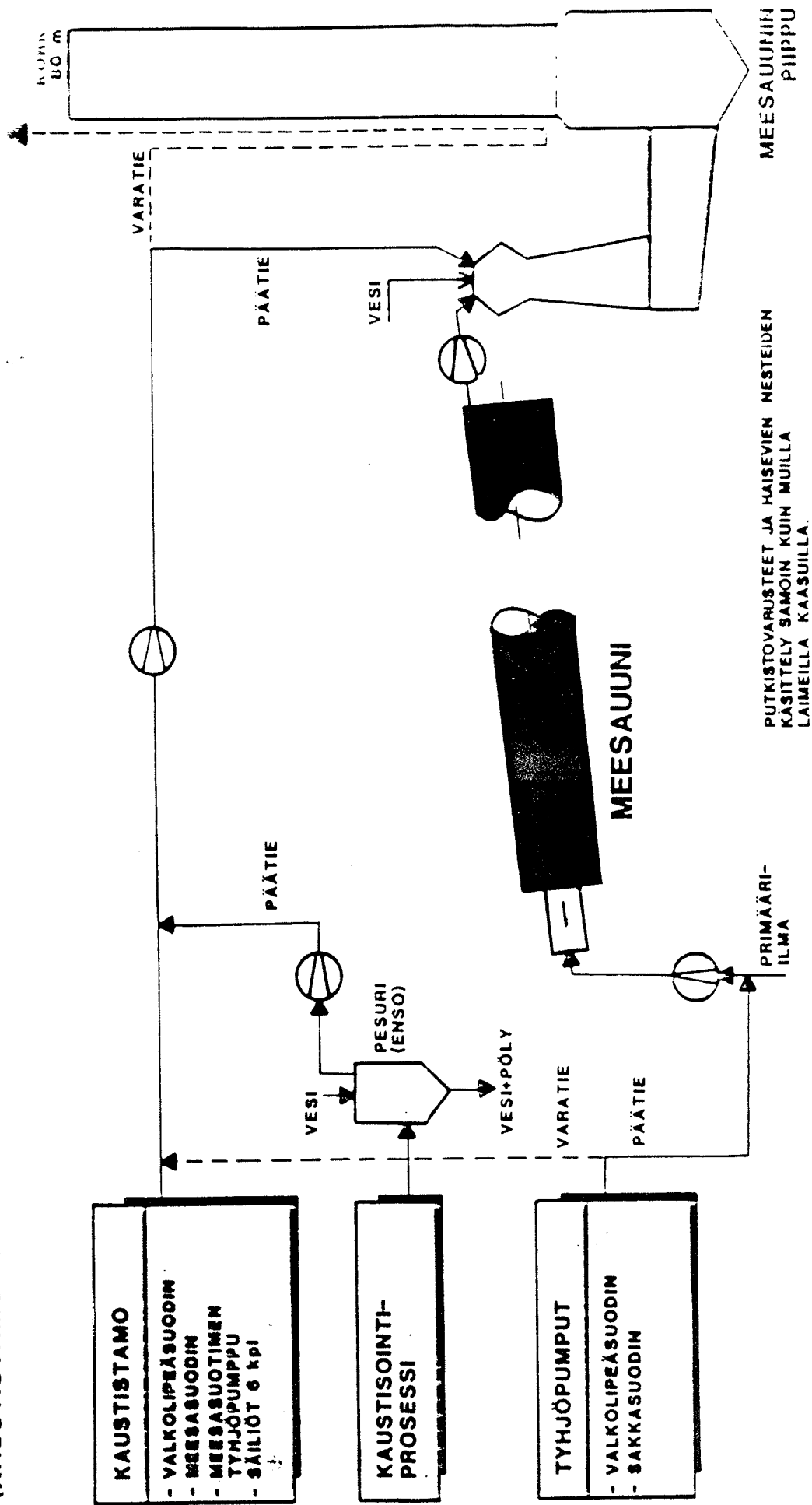
KOH, PMo 7/83

SELLUTEHTAAN LAIMEIDEN TEHDASTELUKAASUJEN KERÄILY JA HÄVITYS (PAITSI KAUSTISTAMO- JA MEESAUNIALUEEN KAAASUT)



ENSO GUTZEIT OY
Varkauden Tehtaat

SELLUTEHTAAN LAIMEIDEN TEHDASTELUKAASUJEN KERÄILY JA HÄVITYS (KAUSTISTAMO- JA MEESAUNIALUE)



KALVO 8



VARKAUDEN SELLUTEHTAAN HAJUNTORJUNNAN TULOKSET 1989

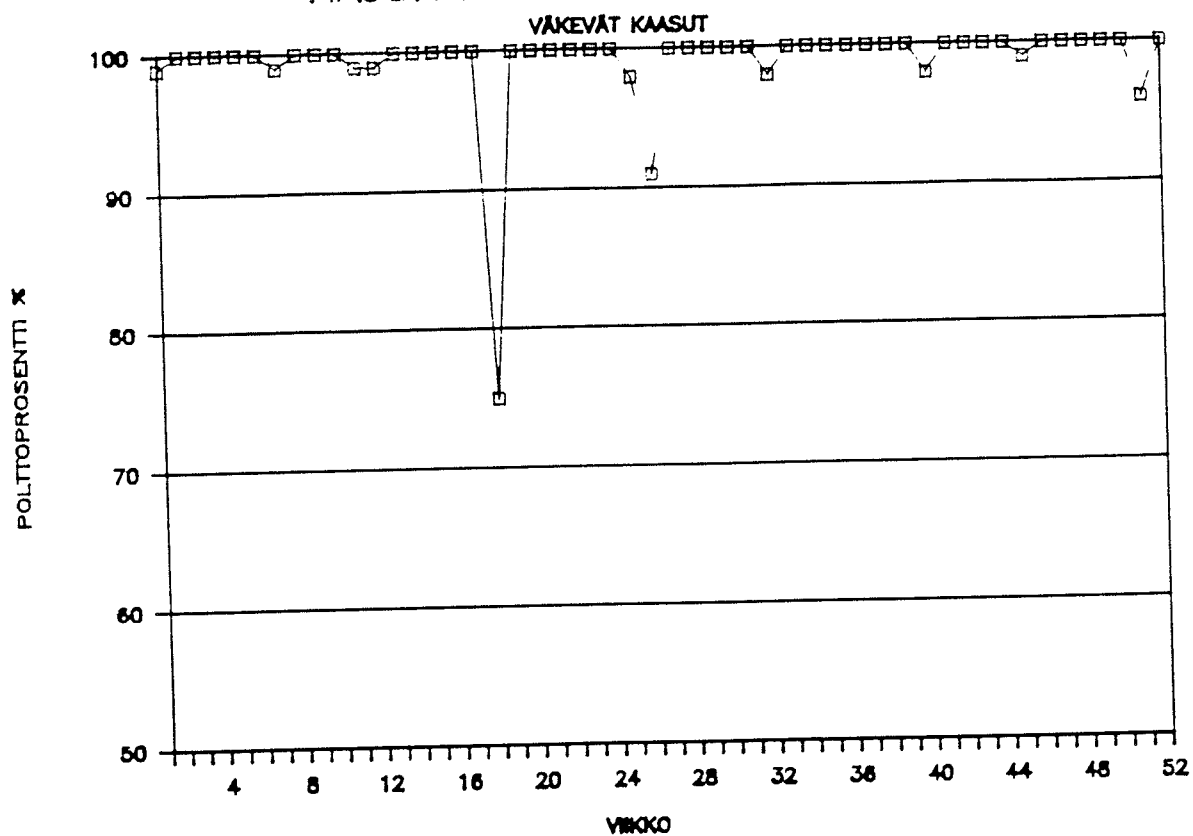
- **VÄKEVIEN JA STRIPPERIKAASUJEN POLTTO ON TOIMINUT 99,8 % AJASTA
(POISLUKIEN PAKOLLISET TES – SEISAKIT JA NÄIHIN LIITTYNEET KORJAUSSEISAKIT SELLUTEHTAALLA YHT. 12 vrk)**
- **LAIMEAT HAJUKAASUT ON POLTETTU SOODAKATTILASSA VASTAAVASTI 96,8 %:N TEHOKKUUDELLA**
- **SELLUTEHTAAN RIKKIPÄÄSTÖ RIKKIDIOKSIDINA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



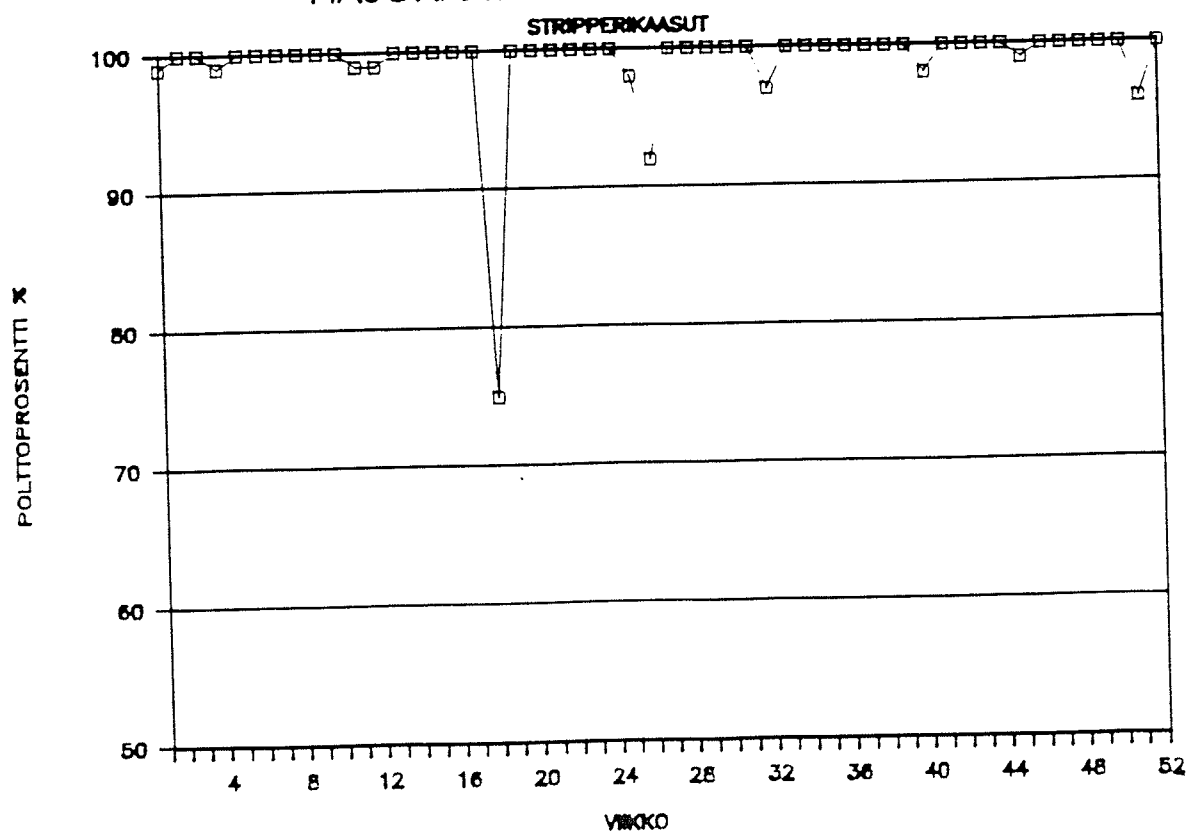
ENSO-GUTZEIT OY

Varkauden tehtaät

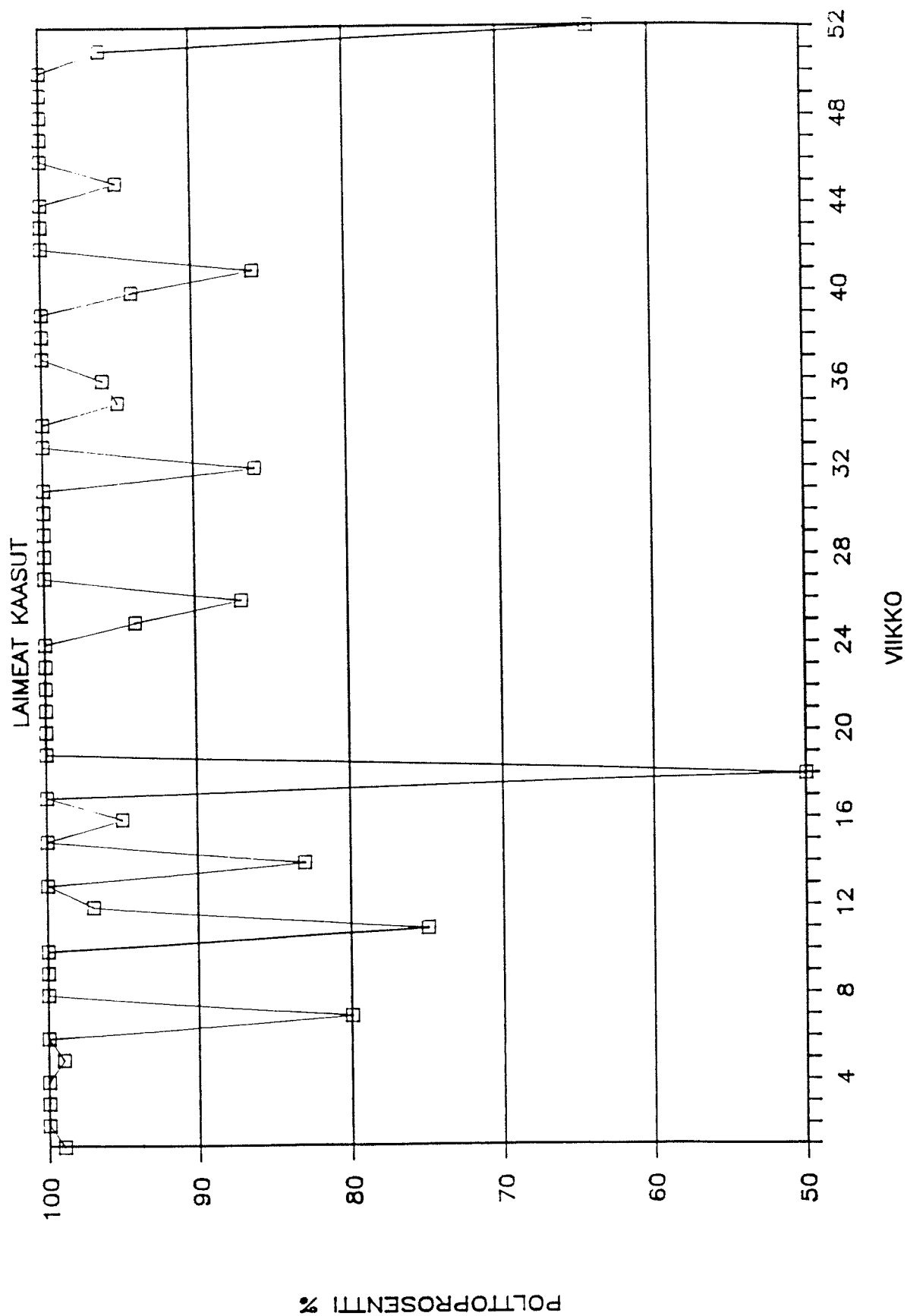
HAJUKAASUJEN POLTTO 1989



HAJUKAASUJEN POLTTO 1989



HAJUKAASUJEN POLTTO 1989



Sellukeitin päästi rikinhajut ilmoille

Vahva rikinhaju pöyristytti ihmisiä kaupungilla maanantai-iltana kello yhdeksän aikoihin. Katku oli kotoisin Enson paperitehtaan sellukeittimestä: kyseessä oli keittämön prosessihäiriö, joka aiheutti paineheiton kaasujen keräysjärjestelmässä. Keittä-mö joutui puhaltamaan väkevät kaasut pihalle varoventtiilin kautta. Normaalisti nämä rikki-yhdisteet palavat meesauunissa.

Tilanne saatiin hallintaan muutamien minuuttien aikana, joten haju alkoi hälvetä heti kello 21:n jälkeen.

Tehtaan ympäristöpäällikkö Heikki Monto totesi, että kaasuhäiriö kuuluu selluprosessin luonteeseen; kaasut pulpahtavat ilmaan varoventtiilin kautta muutamia kertoja vuodessa. Monton mukaan rikkiyhdisteitä pääsee ilmaan näissä tapauksissa vain pieniä määriä, joten ne eivät ole terveydelle haitallisia.

Warkauden Lehti 11.9.90

Viat meesauunissa kaasupäästöjen syynä

Enso-Gutzeit Oyn Var-
kauden tehtaailta on tois-
tuvasti pöllähtänyt usei-
den viikkojen ajan poik-
keuksellisen kitkerää
kaasua kaupunkilaisten
kiusaksi. Viimeksi keski-
viikkoamuna hengitystä
salpaava kaasu levittäytyi
keskustaan. Kaasujen kit-
keryys oli sitä luokkaa,
että osa kaupungintalolla
työskentelevistä suunnit-
teli työpaikalta poistu-
mista.

Ensolta ilmoitettiin päästöjen
syyksi sellutehtaan meesauunis-
sa ilmenneet viat ja toisaalta se,
että kaasun varapoltojärjestel-
mä ei ole toiminut moitteetto-
masti. Itätuulet selitetään myös
osaltaan syylliseksi. Itäinen vir-
taus kuljettaa päästöt normaalis-

ta poikkeavaan suuntaan. Haju-
ja joutuvat haistelemaan henki-
löt, joiden nenä ei ole vielä tur-
tunut tehtaan päästöistä.

Keskiviikkona pääsi selluteh-
taalta karkaamaan polttamaton-
ta kaasua muutamien minuut-
tien ajan kahteen otteeseen en-
nen kahdeksaa ja puoli kymme-
nen tietämissä. Enson ympäris-
töpäällikkö Heikki Monton mu-
kaan meesauuniin vaihdettiin
huoltotöiden yhteydessä öljyn
määrää ilmaiseva mittari. Kaa-
sut jouduttiin ajamaan varapolt-
toon. Varapoltossa oli polttohäi-
riö. Sen vuoksi jätekaasut ajau-
tuivat ohi ja kaupunkilaisten
haisteltaviksi.

- Tehtaan kannalta katsoen
tällainen korjaustoimenpide
kuulu ihan normaaliin kunnossa-
pitoon.

- Meesauunissa on ollut puo-
lentoista kuukauden aikana aika
paljon mekaanisia vikoja, jotka
ovat aiheuttaneet kaasujen

kääntämisen varapoltoon. Va-
rapolton käynnistäminen vaatiin
aikaa kolmesta viiteen minuut-
tiin ja tänä aikana kaasut joudu-
taan ajamaan käsittelemättömi-
nä meesauunin piippuun.

- Ongelmana on joskus se, et-
tä prosessin kaikkia piileviä vi-
koja ei aina heti huomata. Esi-
merkiksi varolaitteena toimivat
räjähdyslevyt voivat puhjeta,
mutta kaasulinjan paineellisuu-
desta tai paineettomuudesta joh-
tuen puhkeamisesta ei tiedetä
muutoin kuin hajun perusteella.

Monto korostaa sitä, että teh-
taalla ja valvovilla viranomaisilla
on menettelytapasopimus. Jos
hajukaasua on päästetty runnin
ajan ohi polton raakana ilmaan,
ilmoitetaan siitä hälytyskeskuk-
seen ja ilmansuojeilua valvovalle
viranomaiselle.

Kaupungintalolla koettua pa-
niikkitunnetilmaa voidaan osittain
selittää sillä, että haju jää kier-
tämään sisäiseen ilmanvaihtoon
melko pitkään.

Warkauden Lehti 14. 9. 1990

SOODAKATTILAPÄIVÄT 24.10.1990
Helsinki

Yli-insinööri Markku Hietamäki
Ympäristöministeriö

Olemassa olevat ilmansuojelupäätökset

1. Ilmansuojelupäätökset

Ilmansuojeluasetuksen mukaan sellutehtaat joutuvat tekemään ilmansuojeluilmoituksen asianomaiseen lääninhallitukseen.

Lääninhallitus tarkastaa ilmoituksen ja tekee sen johdosta päätöksen. Lääninhallitus voi pitää toiminnan harjoittajan esittämiä toimia joko kokonaan tai osittain riittävinä. Jos toimia ei voida pitää riittävinä, antaa lääninhallitus joko selvitysvelvoitteita tai erityisiä määräyksiä. Riippumatta siitä sisältyvätkö toimet ilman pilaantumisen ehkäisemiseen toiminnan harjoittajan tekemään suunnitelmaan tai onko ne annettu erityisinä määräyksinä, ovat ne velvoittavia.

2. Sellutehtaat ja niiden päätöstilanne

Suomessa on 18 sa-tehdasta, 2 si-tehdasta (?) ja 2 puolikemiallista massaavalmistavaa tehdasta. (tehtaat voidaan luokitella ja laskea myös toisin).

Ilmansuojeluasetuksen mukaan 1.10.1982 toiminnassa olleiden tehtaiden oli tehtävä ilmansuojeluilmoituksensa lääninhallitukseen 31.3.1984 mennessä.

Päätöksiä lääninhallitukset ovat tehneet hieman yli 20 kpl. Päätöksissä on määrätty toiminnan harjoittaja tekemään selvityksiä, tehty uusi päätös KHO:n palautettua päätöksen uudelleen lääninhallituksen valmisteluun, ratkaistu asia yksittäisellä päätöksellä.

Tehdyt "lopulliset" päätökset jakautuvat kuva 1 mukaisesti. Kuvavaan ei ole otettu tarkoituksella tätä vuotta. Kokonaan päätöksiä tekemättä "vanhoista" laitoksista on 6 kapaletta, osittain on ratkaistuna 2 ja uusia on tullut vireille ainakin kaksi lisää.

3. Annettujen päästösten päästöjä koskevat kohdat

Seuraavassa on tarkasteltu muutamia viimeaikaisia päätöksiä. Tapaukset on valittu siten, että niistä kävisivät ilmi se miten käsitellään uusia, uudistettavia tai sellaisia tehtaita, joista ole ole olemassa uudistamissuunnitelmia päätöksentekohetkellä.

Yhtyneet Paperitehtaat Oy (6.4.1989)

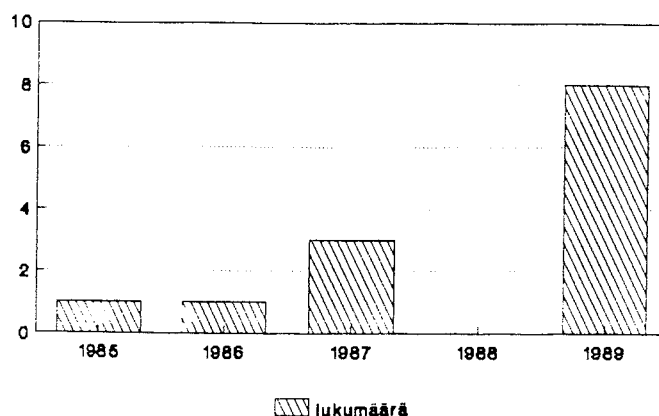
Päätös sisältää mm. seuraan erityisen määräyksen:

-toiminnan harjoittajan on 1.1.1993 mennessä laadittava suunnitelma (kaikkien) hajukaasujen keräämisestä.

4. Yhteenveto

1. Tehtaille annettavissa määräyksissä on mahdollisuuksien mukaan pyritty noudattamaan tehtaiden luontaista uudistamisvauhtia.
2. Jos uudistamissuunnitelmia ei ole niin päästöjevähentämisestä selvitysvelvoite.
3. Tavoitteeksi, että lähimmilläkään asunto-alueilla ei haise. ==> määräyksiä väkevien ja laimeiden hajukaasujen käsittelystä, tai päästöistä tai meesauunin ja soodakattilan päästöistä.
4. Kaasumaisten rikkiyhdisteiden prosessipäästöt tasolle 2-3 kg SO₂/ts.
5. Uusien soodakattiloiden ja meesauunien hiukkaspäästöt 100-150 mg/m³(n).

Sellutehtaiden päätöstilanne "lopulliset" päätökset



Kuva 1.