

3/1980

OH 1201

DBi

14

VAURIOTUTKIMUS

Oy Kaukas Ab:n Lappeenrannan tehtaiden ylävoimalaitoksella sattui 20.7.1980 soodakattila 1:n sähkösuodattimissa räjähdys, joka vaurioitti pahoin sähkösuodattimia, sen perässä olevaa savukaasupesuria sekä savukaasukanavistoa.

Teknillinen tarkastuslaitos asetti 21.7.1980 paineastia-asetuksen (549/73) 29 §:n 2. momentissa tarkoitetun asiantuntijaryhmän suorittamaan tutkimuksen räjähdysvaurioista. Asiantuntijaryhmään kuuluvat professori Reino Huovilainen puheenjohtajana sekä ylitarkastaja Urho Aarnivuo sekä tarkastaja Heikki Matikainen jäseninä.

ÄLLY UETTE:

TAPAHTUMIEN KUVAAUS

3

UR ITUNEEN KATTILAN TEKNISET TIEDOT KÄYTTÖ.

HO OHJEET EKA UORITETUT TARKASTUKSET

T kni

K j ohj
tu rk uk:

4

3 RA ÄHD V UR IT

4

JURIDIDEN YI EN TTE:

T TMENP EHDOTUKSET TAAVIE APAU TEN
TÄM EK

YHTEENVET

7

APAHTUMTEN KUVIUS

pe

apah

19.7.1980:

40 ha

ko

in

ty

lm

öm

iko

j

uk

y

j

v

ik

20

ka

j pä

j

amuun

20.7.1980:

än

pe

är

jyp

tk

ämän j

j äh ly

är

ri

k

nh

j

j

ämm

kl

j (ähköm

äm

uk)

)

kn

Ky

Hann

koneosaston vuorokorjausryhmä asensi pesuvesiputkistot klo 16.20 - 18.00. Ryhmä poistui laitokselta 2. kerroksesta n. klo 18.15

kattilan savukaasupuhaltimet ja savukaasupesuri pysäytettiin n. klo 16.00

kellopellit ennen sähkösuodattimia ja savukaasupuhaltimien siipikulmasäätäjät suljettiin

kattilassa pidettiin 0...3 mmvp veto käynnistyspiipun avulla

vuorosähkömies maadoitti yksin sähkösuodattimen n. klo 17.30, jota ennen suodattimen levy- ja lankakolistajat pysäytettiin

suodattimen sulkusyöttimet, ruuvit sekä laahat jätettiin käyntiin

ennen vesipesun aloittamista pysäytettiin pääilmapuhallin sekä ns. ahdin. Sekundääri-ilmapuhallin jätettiin käyntiin

ekonomaiserin vesipesu aloitettiin klo 18.15 ja se pestiin kahteen kertaan

vuoromestari, kattilanhoitaja ja voimaosaston päivystävä insinööri kävivät tarkistamassa kattilan likaantumista 7. ja 9. kerroksen miesluukuista n. klo 19.00 - 19.15, jonka ajaksi kattilan veto nostettiin tasolle n. 10...15 mmvp

tarkastuksen jälkeen veto palautettiin tasolle n. 0 mmvp, jota käytetään normaalisti pesun yhteydessä

oikean sähkösuodatinkammion sulkusyötin pysähtyi kaksi kertaa klo 18 - 19 välisenä aikana ja se käynnistettiin välittömästi molemmilla kerroilla

n. klo 19.20 havaittiin lieriön pinnan laskeneen n. 200 mm, minkä arveltiin johtuneen ekonomaiserin pesun aiheuttamasta veden lämpötilan laskusta ja sitä seuraavasta ominaistilavuuden pienenemisestä

n. klo 19.25 käynnistettiin syöttövesipumppu ja aloitettiin lieriön täyttö

klo 19.30 kuului kaksi perättäistä voimakasta räjähdystä, jonka seurauksena 1. soodakattilahuoneen ja valvomon välinen ikkuna rikkoontui

kattilan räjähdysvaarahälytys suoritettiin välittömästi haihduttamon hoitaja ja soodakattila 2:n lämmittäjä eivät olleet räjähdyshetkellä valvomossa, mutta saapuivat sinne välittömästi hälytyksen tapahduttua

koneosaston vuorotyönjohtajalta varmistettiin, ettei korjausmiehiä ollut kattilahuoneessa

1. haihduttamon tyhjökaivon kaasut ohjattiin 2. kattilan savukaasupesurille

myrkkyyviemärin tuuletusputki sokeoitiin

palokunta saapui valvomoon klo 19.35 ja heitä pyydettiin eristämään soodakattilalaitos

2. VAURIOITUNNEN KATTILAN TEKNISET TIEDOT, KÄYTTÖ- JA HOITO-OHJEET SEKÄ SUORITETUT TARKASTUKSET

2.1 Tekniset tiedot

Rekisterinumero:	K-12861
Valmistaja:	Ab Svenska Maskinverken Kallhäll Sverige
Suoritetut suurehkot	Ekonomaiseri uusittu 1974
korjaukset:	A. Ahlström Oy Varkaus Kattilan pohja uusittu 1977 Steinmüller Steka
Käyttöönottovuosi:	1964
Kattilatyyppe:	CE-SMV-soodakattila
Polttolaitteet:	
- 8 kpl tukiöljypolttimia a ^o 500 kg/h	
- 2 kpl kuormitusöljypolttimia a ^o 2500 kg/h	
- 6 kpl lipeäsuuttimia a ^o 7 m ³ /h	
Höyryn kehitys:	Kokonaisteho: 92 MW
- jatkuva maksimi 110 t/h	Rakennepaine: 98 bar
- huippu 125 t/h	Tulist. höyryn paine: 83 bar
- polttoöljyllä 110 t/h	Tulist. " lämpötila: 480 °C

Lämpöpinnat:

kattila	4230 m ²
tulistin	2100 m ²
syöttöveden esilämmitin	3360 m ²
ilman esilämmitin	1400 m ²

Kattilan vesi- ja höyryn- puoleinen tilavuus	130 m ³
---	--------------------

Käyttö- ja hoito-ohjeet

Asiantuntijaryhmä on tutustunut kattilan käyttö- ja hoito-ohjeisiin ja todennut ne asiallisiksi ja täsmällisiksi. Käyttöhenkilökunta on myös käyttö- ja huolto-ohjeita opiskellut ja niitä noudattanut.

Haihduuttamojen tyhjökaivoilta (= myrkkylaatikko liitteessä 3) savukaasupesurille johtavan hajukaasuputkien käytöstä välillä vesilukko - pesuri ei ole olemassa kirjallista käyttöohjetta, vaan ohjeet hajukaasuputken käytöstä antaa voimalaitoksen vuoromestari suullisesti.

Suoritetut tarkastukset

Asiantuntijaryhmä on tutustunut höyrykattilan tarkastuskirjaan ja todennut, että paineastia-asetuksen edellyttämät määräaikaistarkastukset on suoritettu asianmukaisesti.

3. RÄJÄHDYSVAURIOIT

Työryhmä ei erittele tässä yhteydessä yksityiskohtaisesti soodakattilalaitoksella aiheutuneita vaurioita, koska kaikkia vaurioita ei ole voitu edes selvittää raportin laadinnan aikana.

Ulkopuolisen silmämääräisen tarkastuksen perusteella on vaurioita havaittu seuraavasti:

vasemman suodattimen vasen sivuseinä ja etuseinä murtuivat (kuvat 1 ja 2, liite 1)

oikean suodattimen takaseinämässä olevat savukanavan tartuntaraudat murtuivat (kuva 3, liite 1). Suodattimen oikea sivuseinä on halkeillut ja pullistunut ulospäin. Etuseinän vauriot ovat pienempiä kuin vasemmassa suodattimessa molempien suodattimien katto vaurioitui, vasemman enemmän (kuva 4, liite 1)

pesuri on vaurioitunut pahoin molemman vaiheen osalta teräksinen sisäpiippu (= savupiippu) on vaurioitunut ekonomaiserin ulkopellitys on paikoitellen pullistunut ulos ja sen ohjauslevyt ovat vaurioituneet osittain vasemman sähkösuodattimen ja ekonomaiserin välisen kellopellin käyttömoottoriakseli oli poikki

savukaasukanavat vaurioituivat useasta kohdin (kuva 5, liite 1)

Paineaallon vaikutuksesta kärsivät sekä soodakattilarakennus 1 että soodakattilarakennus 2 vaurioita ulkoseinien levytyksen ja kannatinrakenteiden osalta (kuva 6, liite 1)

Raportin kirjoittamishetkellä on selvittämättä vauriot mm. seuraavissa kohteissa:

- savukaasupuhaltimet
- suolasiilo
- instrumentointi (ainakin savukaasuanalysaattori on vaurioitunut)
- sähkölaitteet
- sähkösuodattimien kuljettimet

4. VAURION SYIDEN SELVITTELY

Asiantuntijaryhmän käsitys tapahtumaketjusta, joka johti vaurioon, on seuraava:

20.7. klo 16.00 kattila erotettiin kellopelleillä sähkösuodattimista. Samalla pysäytettiin pääilmapuhaltimet sekundääri-ilmapuhaltimen jäädessä päälle savukaasujen poistamiseksi kattilasta käynnistyspiipun kautta

vaikkakin kellopellit olivat kiinni, on kaasua päässyt virtaamaan takaperin savupiipusta pesuriin ja sieltä edelleen sähkösuodattimien ja kellopeltien kautta ekonomaiseriin (kellopellit eivät ole täysin kaasutiiviitä) kaasua on virrannut molempien kellopeltien kautta takaperin noin 3,5 tunnin ajan. Erityisen voimakasta on virtaus ollut klo 19.00 - 19.15 välisenä aikana (20.7.1980), jolloin 7. ja 9. kerroksen miesluukkuja avattiin ja vetoa kasvatettiin

takaperin virtausta on auttanut lisäksi se, että pesuri pysäytettiin 20.7.1980 klo 16.00, jolloin pesurin aikaansaama vetoa ei ollut enää käytettävissä kaasujen poistamiseksi normaalia reittiä

savukaasupesuriin johdettiin edelleen 1. haihduttamon tyhjökaivon sekä myrkkyyviemäriin kaasut, jolloin ne pääsivät virtaamaan sähkösuodattimiin

sähkösuodattimien laaha- ja ruuvikuljettimet sekä sulku-syöttimet olivat edelleen käynnissä, jolloin on ollut saatavilla räjähdyskelpoisen kaasuseoksen syttymisenergiaa hankauslämmön tai hankaussähkön muodossa (syttymisenergia voi syntyä myös putoavan tuhkakokkareen törmätessä esteeseen)

kun kaasuseoksen pitoisuus sähkösuodattimessa on ollut riittävän suuri (alemman syttymisrajan yläpuolella) ja syttymisenergiaa on ollut saatavilla, kaasuseos on syttynyt saaden aikaan nopean paineen nousun, mikä on johtanut kuvattuihin vaurioihin. Räjähdyskelpoista kaasua ei ole ollut mainittavaa määrää ekonomaiserin savukaasupuolella räjähdysten sattuessa

Asiantuntijaryhmä ei ole ryhtynyt selvittämään, mitkä ovat hajukaasujen syttymisrajat ja itsesyttymislämpötilat hajukaasujen koostumuksen funktiona, koska

hajukaasujen koostumus vaihtelee, eikä siitä ole toistaiseksi riittävästi tietoa (eräs analyysi on liitteenä 4)

syttymisrajat ja itsesyttymislämpötilat riippuvat mittauslaitteiston muodosta, koosta, syttymisenergian tuontitavasta jne., jolloin

syttymisrajat ja itsesyttymislämpötilat eivät ole yksikäsitteisiä suureita (eivätkä fysikaalisia vakioita)

Edelläsanotun perusteella asiantuntijaryhmä on tapahtumaketjua selvittäessään olettanut, että sähkösuodattimissa on ollut palamiskelpoista kaasua, joka nopeasti palaessaan on aiheuttanut vaurioon johtaneen paineen.

Kaasun syttymispaikka lienee oikea sähkösuodatin, josta palaminen on jatkunut sähkösuotimien etupuolitse rikkoutuneen savukanavan kautta vasempaan sähkösuodattimeen, jossa kaasun lopullinen paineen nousu on ollut suurempi. Tätä käsitystä tukee mm. haihduttamon hoitajan Hannu Montosen toteamus "pehmeästä" pamauksesta ja sitä seuranneesta "kovemmasta" pamauksesta (pamausten väli alle 1 s). Montonen oli räjähdyshetkellä voimalaitoksen 1. kerroksessa, johon on suora yhteys sähkösuodattimilta mm. lastausaukkojen kautta.

5. TOIMENPIDE-EHDOTUS VASTAAVIEN TAPAUSTEN ESTÄMISEKSI

Nyt tutkittua tapausta vastaavat vahingot voidaan estää huolehtimalla siitä, että hajukaasuja johdetaan soodakattilalaitokseen vain sen normaalin käytön aikana. Tämä ehto on helppo toteuttaa nykytekniikalla.

Yleisemmin ja laajemmin asiaa tarkasteltaessa työryhmä ehdottaa, että asianomaiset yritykset, organisaatiot ja viranomaiset ryhtyisivät toimenpiteisiin selluteollisuuden hajukaasujen sekä niihin verrattavien muiden kaasujen käsittelyä koskevien ohjeiden, viranomaismääräysten sekä asetusten luomiseksi mahdollisimman pian, ottaen huomioon kyseisten kaasujen vaikutus paloturvallisuuteen, terveyteen ja ympäristönsuojeluun.

6. YHTEENVETO

Työryhmä katsoo räjähdysksen syyn selvitetyksi; syynä on ollut soodakattilalaitoksen savukaasupesuriin johdetun 1. haihduttamon hajukaasujen virtaaminen takaperin sähkösuodattimiin yhdessä savupiipun kautta takaperin virranneen ilman kanssa.

Takaperin tapahtunut virtaus on ollut mahdollista, koska kattilan käynnistyspiipulla on kattilassa ylläpidetty ajoittain alipaine ulkoilmaan nähden. Hajukaasujen virtaus pesuriin on puolestaan ollut kyseisen tapaisessa tilanteessa (lyhytaikainen seisokki) normaalikäytännön mukainen tilanne.

Kun sähkösuodattimiin on muodostunut palamiskelpoinen hajukaasuseos, se on syttynyt suodattimien käynnissä olleiden kuljettimien aikaansaamasta sähkökipinästä tai paikallisesta kuumentumisesta aikaansaaden suodattimissa äkillisen paineen nousun, joka on johtanut soodakattilalaitoksen vaurioihin.

Vastaavien tapausten estämiseksi suosittelee työryhmä ryhtyttäväksi toimenpiteisiin selluteollisuuden hajukaasujen sekä niihin verrattavien muiden kaasujen käsittelyä koskevien ohjeiden, viranomaismääräysten sekä asetusten luomiseksi mahdollisimman pian, ottaen huomioon paloturvallisuus-, terveys- ja ympäristönsuojelunäkökohdat.

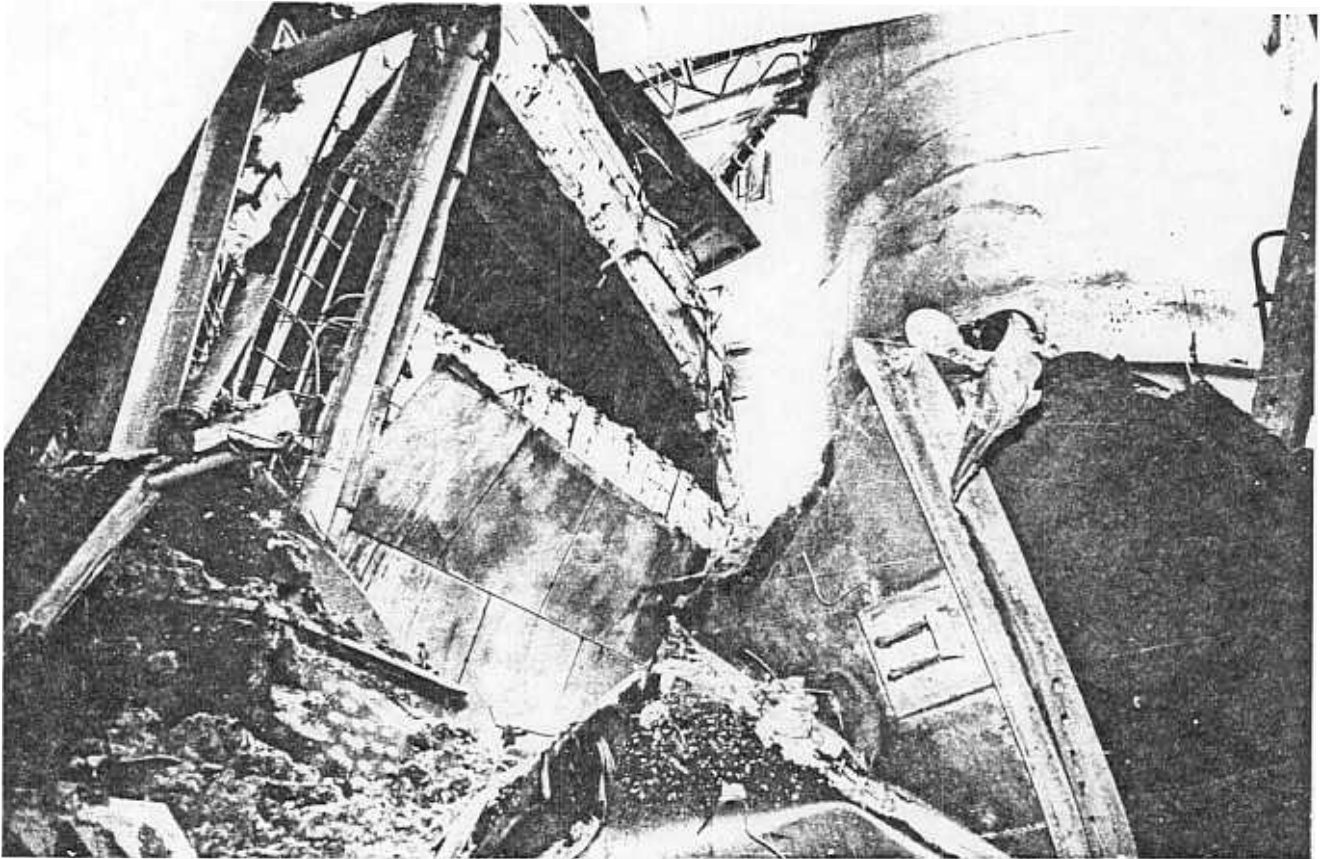
Lappeenrannassa 29.7.1980.


Reino Huovilainen


Urho Aarnivuo

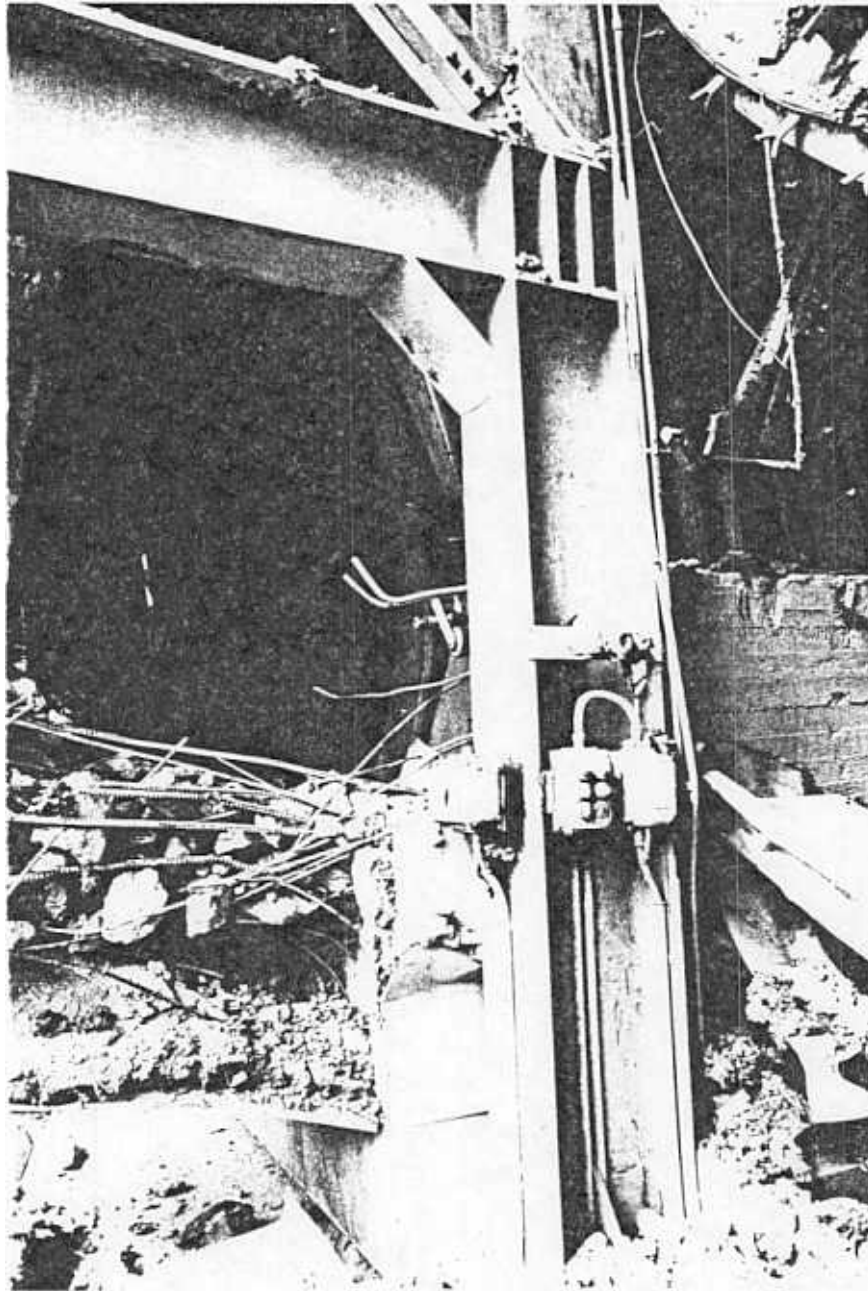

Heikki Matikainen

LIITTEET: 1 valokuvia
 2 soodakattilalaitoksen sivukuvanto
 3 hajukaasujärjestelmä
 4 hajukaasuanalyysejä



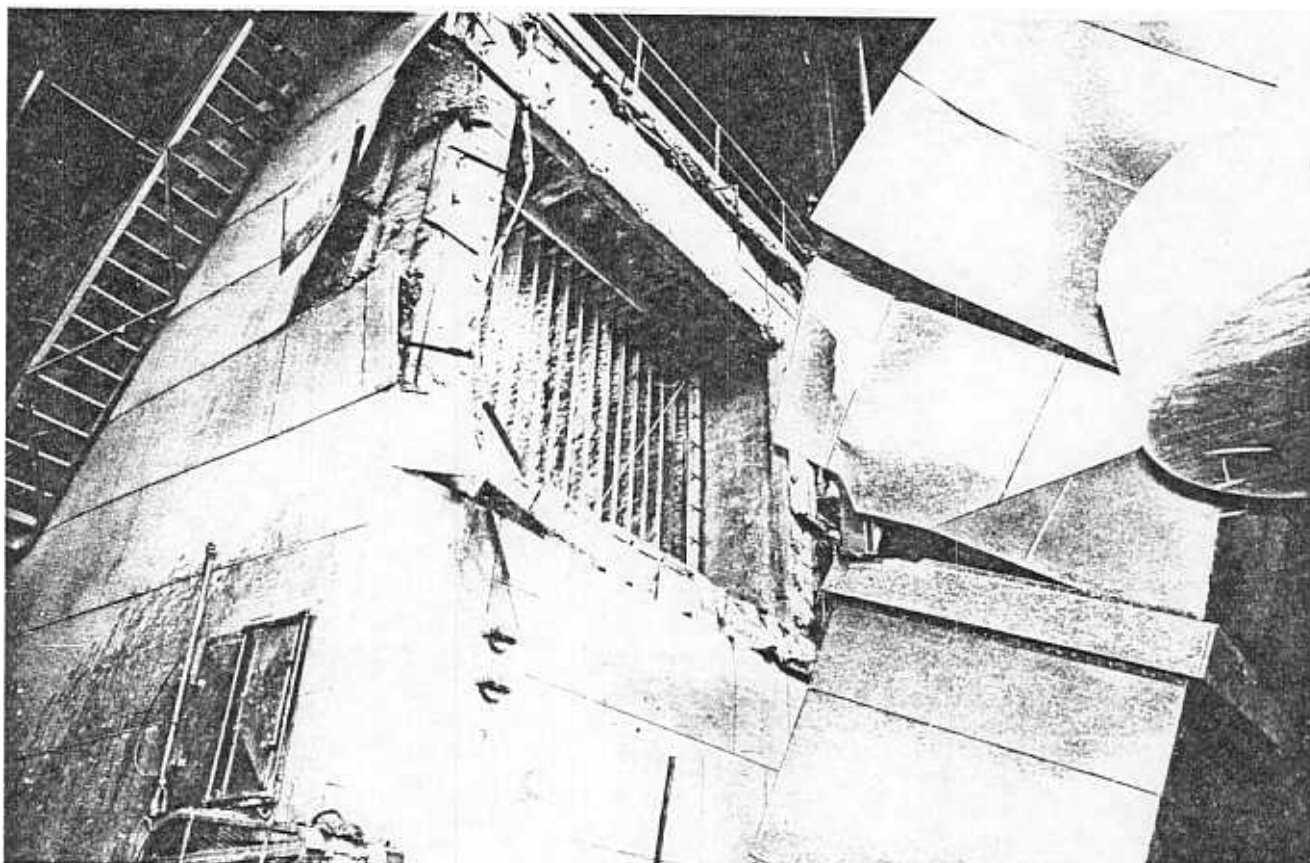
KUVA 1

VASEMMAN SÄHKÖSUODATTIMEN TAKASEINÄ



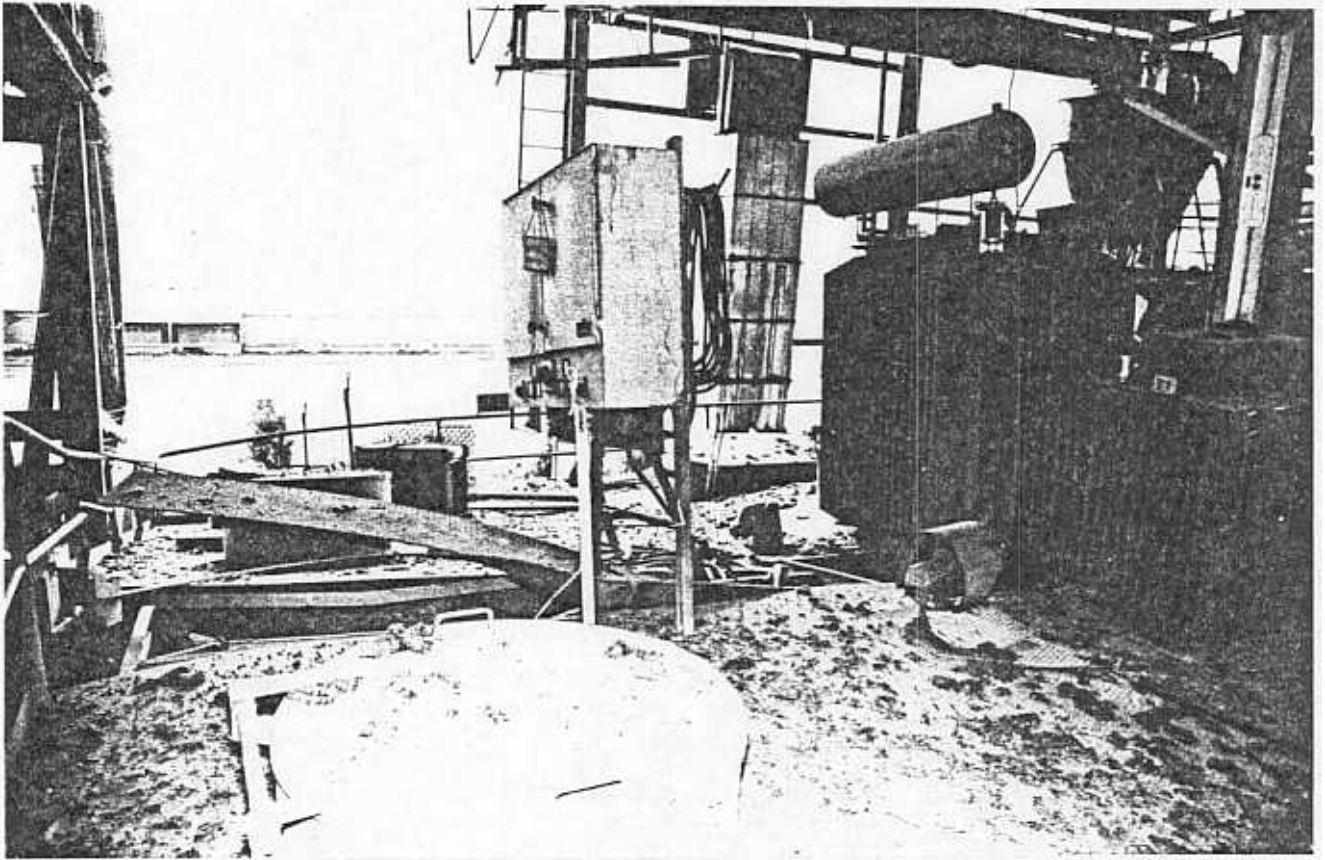
KUVA 2

VASEMMAN SÄHKÖSUODATTIMEN ETUSEINÄN VASEN ALANURKKA



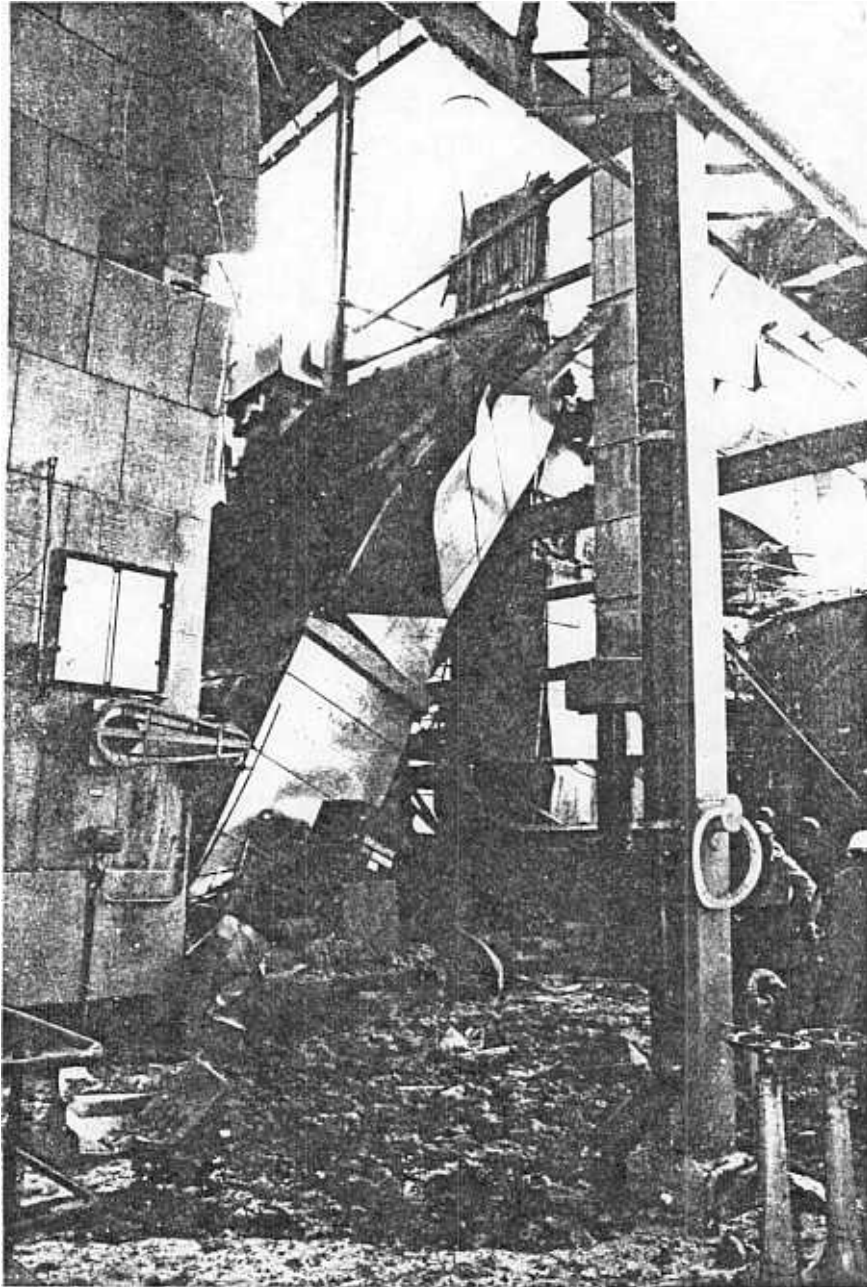
KIIV

TKEAN ÄHK JU TTTME AKA IÄ



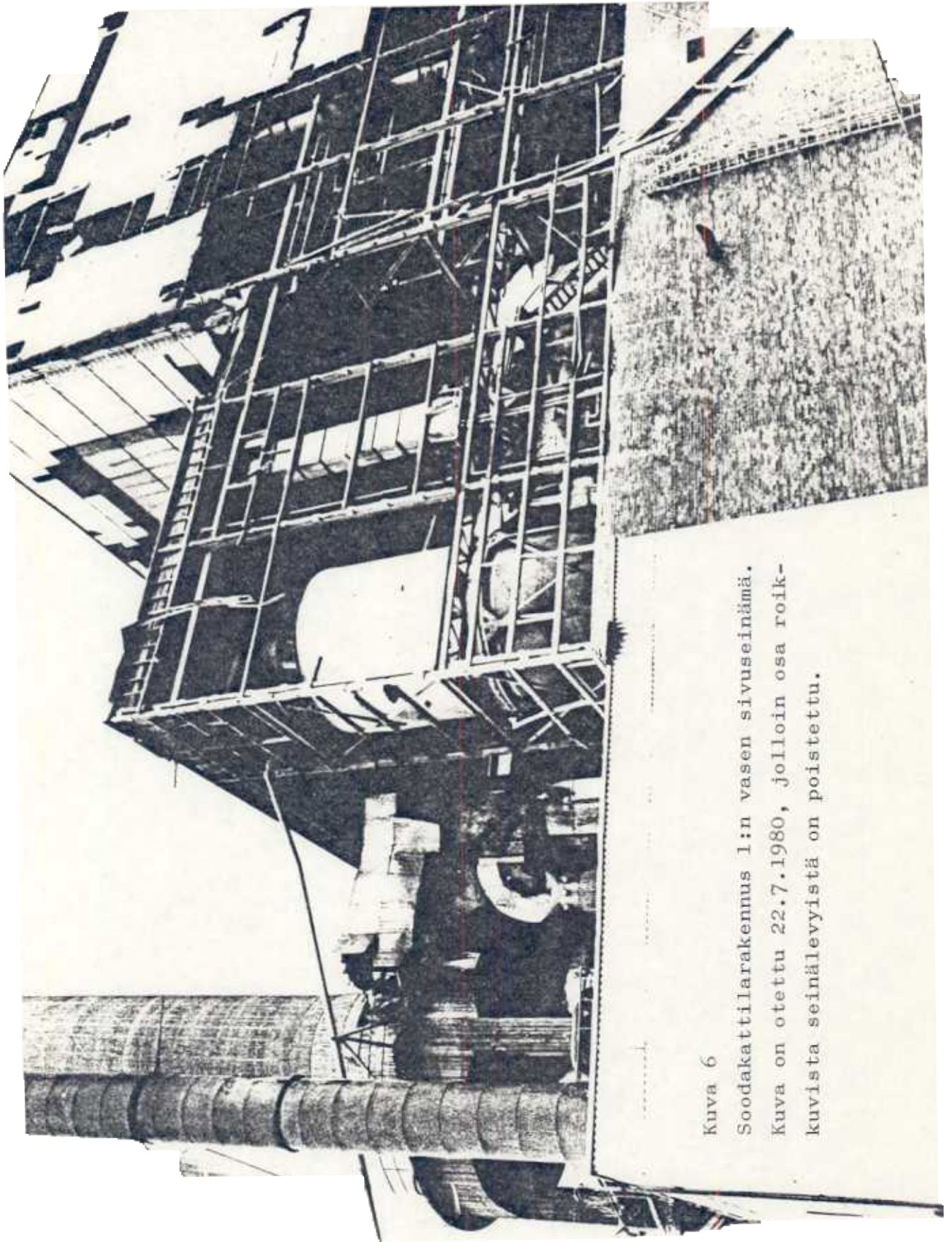
KUVA 4

SÄHKÖSUODATTIMEN KATOT. EDESSÄ OIKEA JA TAUSTALLA VASEN
SUODATIN.



KUVA 5

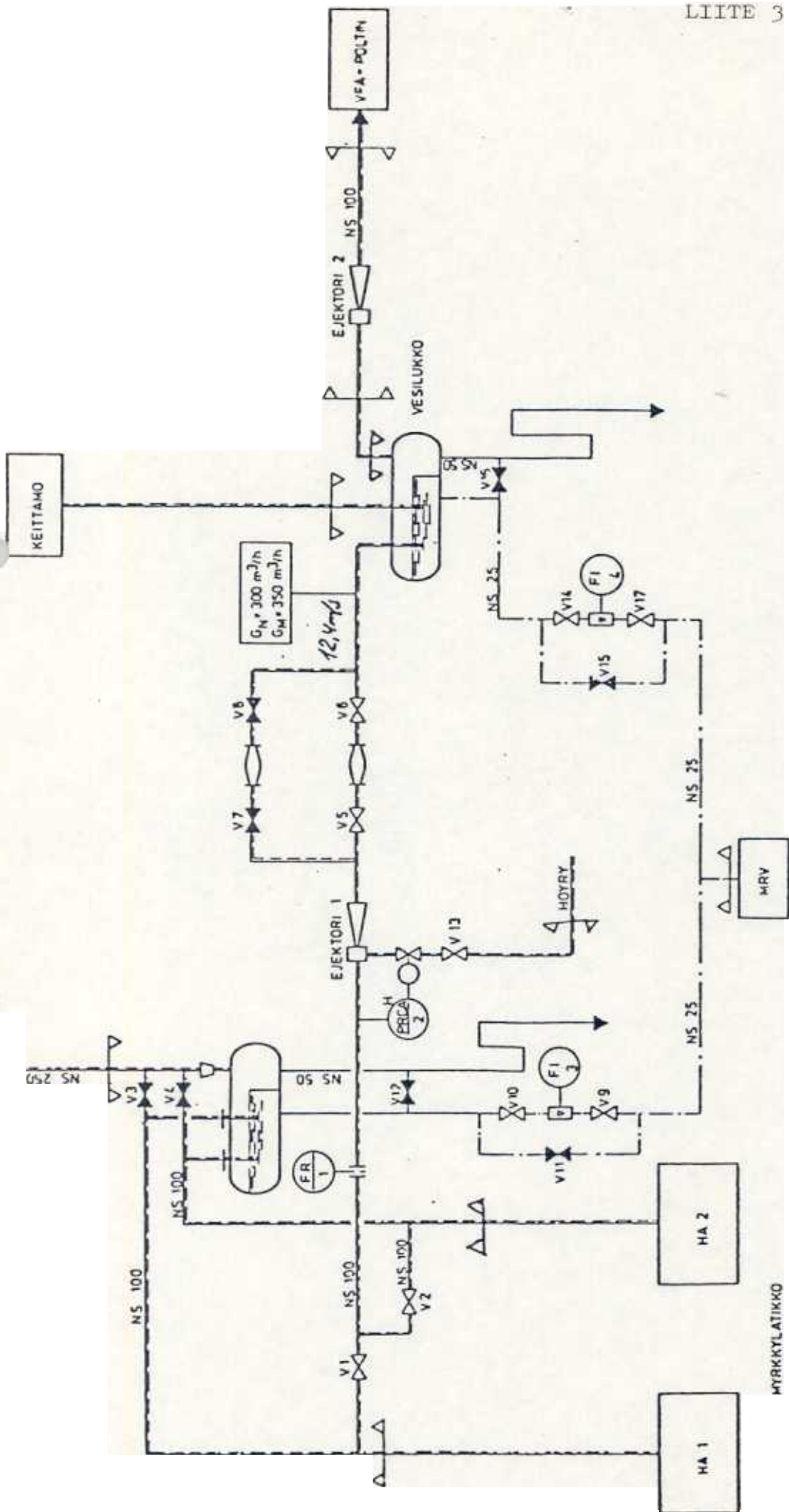
SAVUKAASUKANAVA VÄLILLÄ OIKEA SÄHKÖSUODATIN - PUHALLIN



Kuva 6

Soodakattilarakennus 1:n vasen sivuseinämä.

Kuva on otettu 22.7.1980, jolloin osa roikkuvista seinälevyistä on poistettu.



KAUKAS
INDUSTRINGSGAS
FORBRÄNNING

MoDo-Chemetics

SWEDEN
BOX 313
S-491 01 DRANSKOLDSVIK
0650-100 30

TILUKKA
SVALA

URASTIA
BEST. NR

NTAD 790117 MJ 0000

PROJ. NR 037460

NTN. NR 3-003

PROJ. NR 037460

NTN. NR 3-003

62/3600

L Karppanen/ar

25.7.1980

1 (1)

MYRKKYLAATIKON JA VIEMÄRIN HÖNKIEN KOOSTUMUS

JAKELU

Holm/Schalin

~~Huovila~~

Karppanen

Ramm-Schmidt

Timonen/Kytö

Wallén

Haihduuttamo 1:n myrkkylaatikon ja myrkkyviemärin kaivon höngistä otettiin 24.7.1980 kaasunäytteet haihduttamojen ollessa käynnissä.

Näytteet otettiin 10 % NaOH-absorptioluokseen, josta määritettiin kaasujen koostumus. Allaolevassa taulukossa tulokset, hönkien määriä ei pystytty mittaamaan.

I-haihduuttamon myrkkylaatikon hönkä

Klo	H ₂ S g/Nm ³	Tiolit gCH ₃ SH/Nm ³	DMS mg/Nm ³	DMDS mg/Nm ³	MeOH g/Nm ³	Asetoni g/Nm ³
9.35	380	38	56	42	< 0,7	1,1
9.55	359	18	31	7,8	14	2,0
10.05	329	30	55	11	14	2,3
$\bar{x}$	356	29	47	20		1,8

Myrkkyviemärin kaivon hönkä

10.40	5,7	2,9	344	23	6,9	0,2
10.55	2,2	0,7	9,3	2,2	1,2	0,07
11.05	0,9	0,5	4,1	0,8	< 0,4	< 0,02
$\bar{x}$	2,9	1,4	119	8,7		