

# TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO



35/91 Käyttömies kuoli hapenpuutteeseen terästehtaan  
koxsaamon vedenpuhdistuslaitoksella

**työpaikkaonnettomuuksien  
tutkinta (TOT)**

## 1. Tapahtuman kuvaus

### 1.1 Typen käyttö ferrosulfaatin valmistuksessa

Koksaamon biokemiallisessa vedenpuhdistusprosessissa 1—1,5 %:sta ferrosulfaattiliuosta käytetään jätevesien syanidien hajottamiseen ja vaahdotusprosessin flokkulanttina. Seos tehdään liottamalla kiinteä ferrosulfaatti veteen. Alkujaan sekoitus tapahtui paineilmalla. Kuitenkin tällöin ferrosulfaatti hapettui vaikeuttaen jätevesien syanidien puhdistusta ja aiheuttaen syöttöputkistojen tukkeutumista.

Prosessissa esiintyneiden vaikeuksien vuoksi ferrosulfaatin käyttöä pyrittiin parantamaan ja ratkaisuksi löydettiin typpisekoitus, jolloin ferrosulfaatin hapettuminen altaissa estyi. Muutos toteutettiin kolmen vuotta sitten koksaamo-osaston omaa työtä ja on ollut käytössä keskeytymättä.

### 1.2 Työtapaturma N.N:n tyhjentäessä ferrosulfaattisäkkejä

Käyttömies (nyt N.N) työskentelee yksin biokemian laitoksella.

Työvuoro alkoi klo 06.00, jolloin N.N sai yövuoron raportissa tiedon, että ferrosulfaattiliuossäiliö hälyttää (raporttimerkintä klo 05.34). Yövuoron käyttömies oli valmistellut ko. liuoksen tekoa siten, että oli siirtänyt tarvittavat ferrosulfaattisäkit (11 kpl á 35 kg) altaan vierelle, josta N.N voisi jatkaa liuoksen valmistusta.

Työnjohtaja K.K soitti klo 06.15 N.N:lle kysellen tilannetta. Tuolloin asiat olivat kunnossa. Myöhemmin saatiin tieto, että N.N oli soittanut puolisolleen kotiin n. klo 07.30, joten hän on tuolloin ollut vielä ko. laitoksen ohjaamossa, jossa puhelin sijaitsee.

Sen jälkeen hän on siirtynyt hallin puolelle valmistamaan ferrosulfaattiliuosta.

Liuoksen valmistus tapahtuu siten, että altaaseen johtava vesilinjan venttiili avataan ja aukaistaan altaita peittävät kannet (2 kpl, koko n. 1,2 m x 0,6 m/kpl). Altaiden päällä on metalliset suojaritilät, joissa 10—15 cm silmäkoko. Viereen tuodut säkit käännelään tai nostetaan ritilän päälle, jossa ne aukaistaan puukolla ja valutetaan ferrosulfaattialtaaseen. Syntynyttä seosta sekoitetaan typpi-kaasulla (typpisekoitus on päällä koko ajan), ko. työ tehdään lattiatasossa. Koska typpi on inertti kaasu ja sitä syötetään altaisiin paineella, syrjäyttää se hapen ja aiheuttaa altaaseen hapettoman tilan, joka on todettu mm. tästä työstä laaditussa työ/turvallisuusohjeessa.

N.N oli tyhjentänyt jo viisi säkkiä ja kuudes oli hänen kainalossaan, kun hänet löydettiin makaamasta kasvoillaan altaan päällä

olevalla ritilällä. Säkin avauksessa käytetty puukko oli N.N:n haarojen välissä ja hänen vasen kätensä oli rannetta myöten ritilän sisässä. N.N oli pudottanut silmälasinsa työn jossain vaiheessa tai tuupertuessaan altaan päälle, sillä lasit löytyivät myöhemmin altaan pohjalta (kts. piirros, valokuvat 1—3).

Ferrosulfaattisäkkien tyhjennys (11 säkkiä) kestää noin 10 minuuttia. Allas on tilavuudeltaan 2 x 35 m<sup>3</sup>, altaan täyttö kestää n. 1 tunnin. Kello 9.30—9.40 aikoihin suljettiin vesiventtiili, jolloin allas oli noin puolillaan. Siitä voitiin päätellä, että työ oli käynnistetty ja tapaturma sattunut klo 8.30—8.50 välisenä aikana.

### 1.3 Toimenpiteet N.N:n tavoittamiseksi

Käyttömies N.N:ää oli yritetty tavoittaa klo 08.00 jälkeen ympäristönäyteenottajien toimesta, mutta hän ei vastannut ohjaimostaan.

Jonkin aikaa kyselyään näyteenottajat ottivat yhteyden sivutuotelaitoksen ohjaimoon, josta N.N:ää yritettiin tavoittaa radiopuhelimella, joka hänellä oli mukana (kuuluu varustukseen, kuten myös normaali suojavaatetus sekä lasit ja käsineet).

Osaston työnjohtaja oli tuolloin kuormitettuna muilla töillä, mm. laajennuksen tulityöluvien kirjoitus ym., joiden jälkeen noin klo 08.00 hän lähti kierrokselle alueensa muihin kohteisiin, kuten naftaleenilaitos, ammoniakkilaitos ja esijäähdytin. Päivätyönjohtaja kuuli radiokanavalta kun N.N:ää kyseltiin ja lähti välittömästi katsomaan biokemianlaitokselle miksi hän ei vastannut. Saapuessaan n. klo 09.00 ko. hallin toiseen päähän, hän näki N.N:n makaamassa altaalla. Päivätyönjohtaja meni paikalle ja sulki tyypiventtiilit, ilmoitti radiopuhelimella sivutuotelaitoksen valvomoon hälytettäväksi ambulanssin ja aukaisi ulko-ovet huutaen samalla pihalla olleen käyttömiehen avukseen. Yhdessä he vetivät N.N:n altaan päältä sivuun lattialle.

Hälytyskeskus sai valvomonhoitajan viestin klo 09.11, jolloin ensimmäinen auto lähti ja oli koksaamolla klo 09.13. Mukana olleet suojelumiehet hälyttivät välittömästi toisen ambulanssin ja sen mukana lääkärin sekä hoitajan. Elvytys aloitettiin heti ja uhri saatiin autoon klo 09.38. Ambulanssi oli terveyskeskuksessa klo 9.47. N.N voitiin vain todeta kuolleeksi.

## 2. Työtapaturmaan johtaneita tekijöitä

### Typpi syrjäyttänyt hapen

Tästä tapahtumasta suoritti tapaturman jälkeen hallissa altaan kohdalla hapen pitoisuusmittaukset kahdella eri mittarilla (tulokset olivat samat).

Ilman normaali happipitoisuus on n. 21 % kun kohteissa mitatut tulokset olivat seuraavat (hallin ovet suljettuna sekä kaksi luukkua ja tyypiventtiilit auki, eli kuten oletettuna tapahtumahetkenä);

- hallissa n. 1,5 metriä altaasta sivulle ja n. 1,5 metrin korkeudella n. 17 %
- hallissa altaan kohdalla n. 1,0 metrin korkeudella n. 10—14 %
- hallissa altaan kohdalla n. 0,6 metrin korkeudella n. 7—10 %
- hallissa altaan kohdalla +0 metrin korkeudella 0 %
- toisaalla hallissa (pumppaamosyvenys) normaali.

Tehtaan suojeluosaston toimesta mitattiin kaksi päivää myöhemmin sarja mittauksia, jotka tukivat yllä tehtyjä mittauksia.

Säkkejä tyhjentäessään käyttömies on kumarassa asennossa. Typpeä virtaa avoimesta altaasta hengitysvyöhykkeelle ja syrjäyttää hapen; happivajaus mittausten mukaan oli sitä luokkaa, (kts. edellinen kohta), jossa tajuttomuus seuraa hyvin nopeasti.

Ritilöitä peittävät kannet olivat puisia. Ne eivät sulkeneet aukkoa tiiviisti, joten typpeä on ollut syrjäyttämässä hapetta jatkuvasti.

#### **Ilmanvaihto**

Hallissa oli yleisilmanvaihto. Savukokeen (kuva 4) avulla testattiin ilmanvaihtoa mm. altaiden kohdalla. Voitiin todeta, että imurien ollessa siinä käyntitilassa, missä ne olivat tapaturmahetkellä, savu ei lähtenyt altaan päältä mihinkään. Ainoastaan hyvin hidasta poistumista oli havaittavissa (kts. kuva).

#### **Turvallisuusohjeet**

Typpisekoituksen käyttöönottovaiheessa allas todettiin hapettomaksi ja se huomioitiin työ/turvallisuusohjeessa sekä biokemian laitoksen päiväkirjassa. Käyttöönoton jälkeen kohteen turvallisuusriski ei ole tullut esille. Muun muassa sivutuotelaitoksen työsuojelu-pienryhmien kokouksissa, työterveyslaitoksen tekemässä poikkeamatarkastelussa ja terästehtaan terveysaseman suorittamassa työolosuhdekartoituksessa ei mahdollinen happikatovaara ole ollut missään vaiheessa esillä. Ferrosulfaatille on käytössä käyttöturvallisuustiedote, mutta tyypikaasulle ei.

#### **N.N:n kokemus**

Käyttömies N.N oli ollut koksamolla sen käynnistymisestä alkaen, saanut tehtävään koulutuksen ja turvallisuusohjeiden opastuksen (maininta altaan hapettomuudesta). N.N oli 34-vuotias.

### **3. Vastaavien työtapaturmien estäminen**

#### **3.1 Ritiläaukon kannet**

Kannet tulee vaihtaa sellaisiksi, että ne sulkevat aukon tiiviisti. Tulisi selvittää, voidaanko ferrosulfaatin lisäys suorittaa muussa kohdassa prosessia kuin ritilöiden, siis avoimen aukon, kohdalla.

#### **3.2 Ilmastointi**

Typpikaasun virtaaminen ritilän yläpuoliseen työskentelytilaan tulisi estää esim. siten, että järjestetään erillinen ilmastointi ferrosulfaattialtaksiin, mikä poistaa vapautuvan tyypikaasun altaista. Toisin sanoen tyypikaasu poistetaan heti päästökohteesta.

Ilmastointilaitteilta tulee järjestää esim. ohjaamoon hälytys, kun ne ovat pysähtyneet. Ko. tilassa työskentelyn ehtona tulee olla se, että ilmastointilaitteet toimivat.

#### **3.3 Häiriötilanteisiin varautuminen ja jatkuva valvonta**

Työskentely-/turvallisuusohje uusitaan. Ohjeessa tulee varoittaa tyypikaasun mahdollisesti aiheuttamasta vaarasta myös ferrosulfaattialtaan ritilän yläpuolisessa tilassa ja opastaa, miten häiriötilanteissa menetellään.

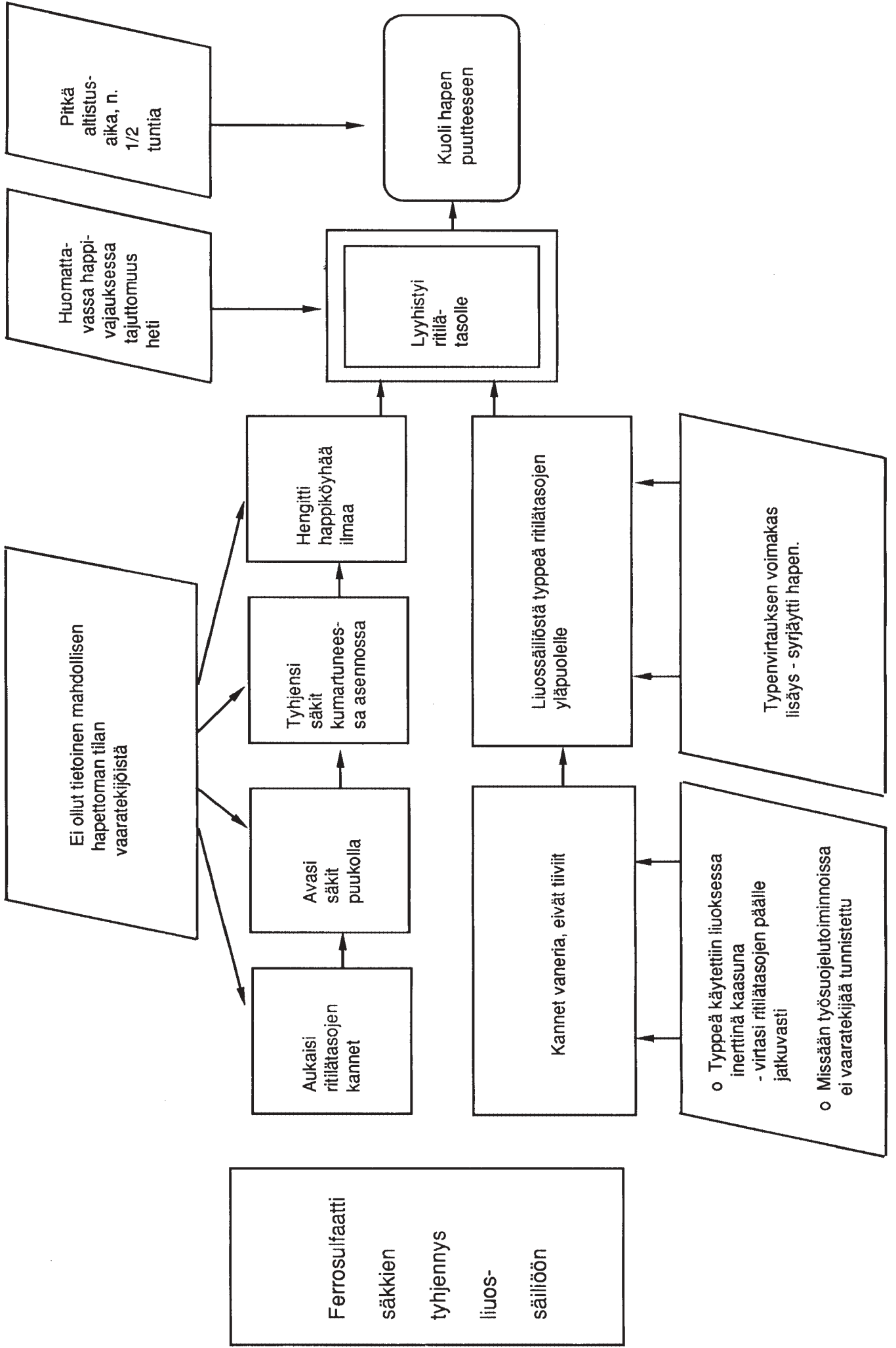
Työtilaan tulee asentaa mittari, mikä tarkkailee hengitysilman happipitoisuutta ja hälyttää ilman happipitoisuuden laskiessa.

#### **3.4 Muut kohteet**

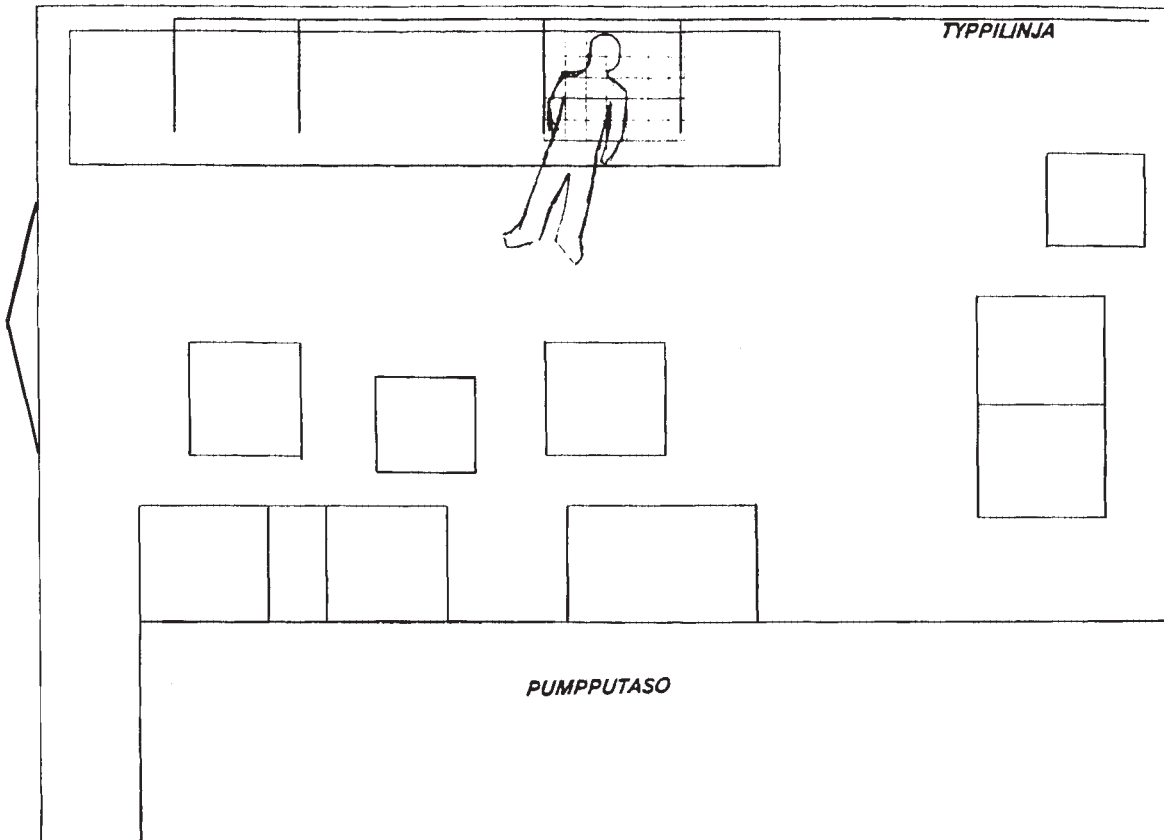
Työpaikoilla on tarkistettava ja tarvittaessa uudelleen ohjeistettava mahdolliset tyypenkäyttökohteet. Samoin on syytä tarkistaa muidenkin kaasujen tai hapettomuutta aiheuttavien kohteiden ohjeistus ja opastus.

#### **LIITTEET**

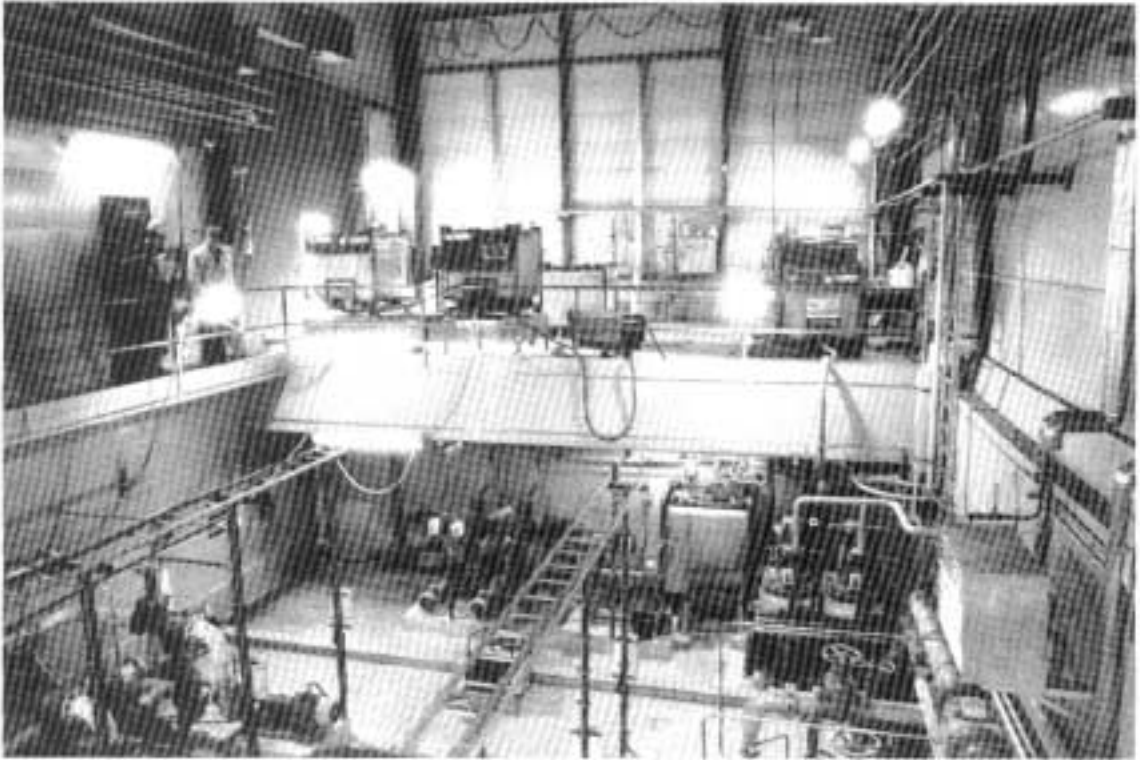
Kaavio tapahtumista ja tapaturmatekijöistä  
Piirros  
Valokuvia



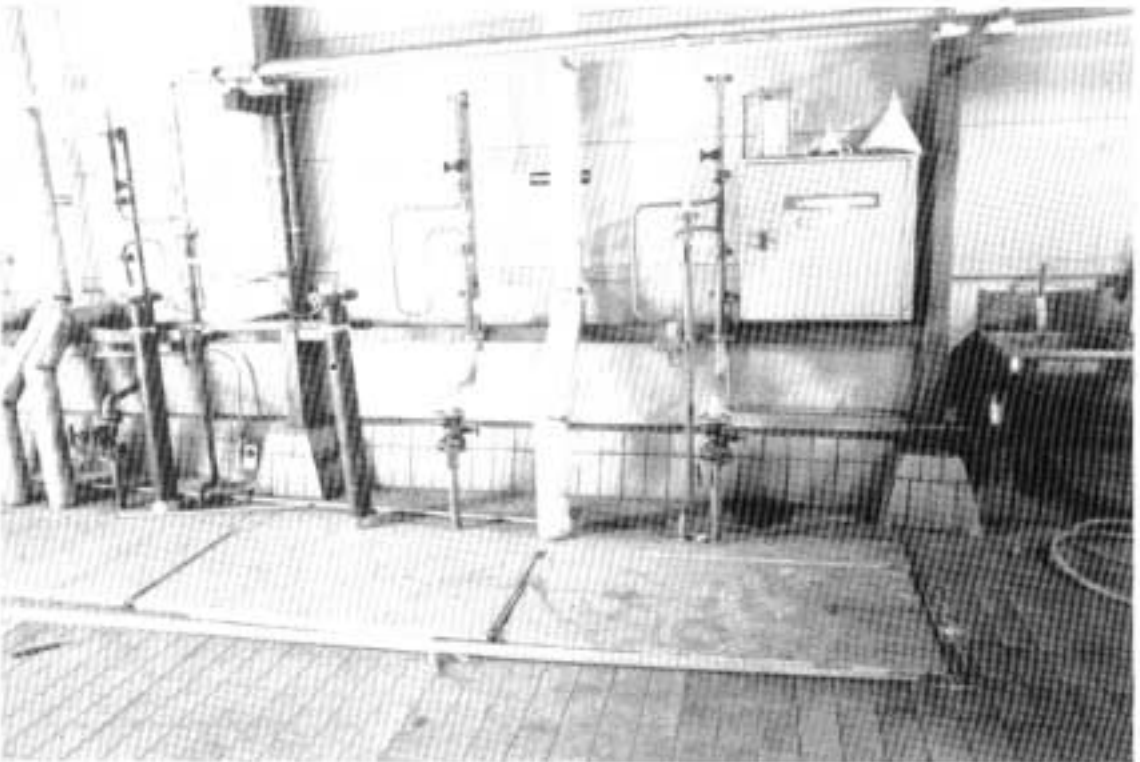
KAAVAKUVA TAPAHTUMAPAICALTA



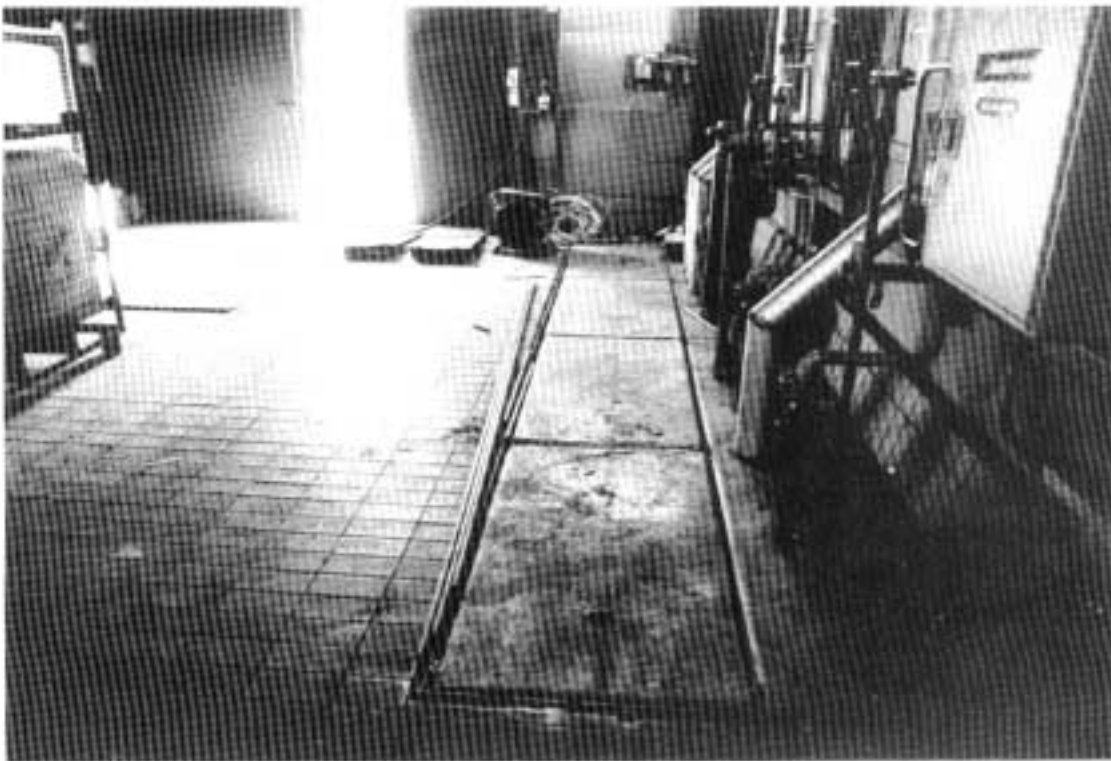




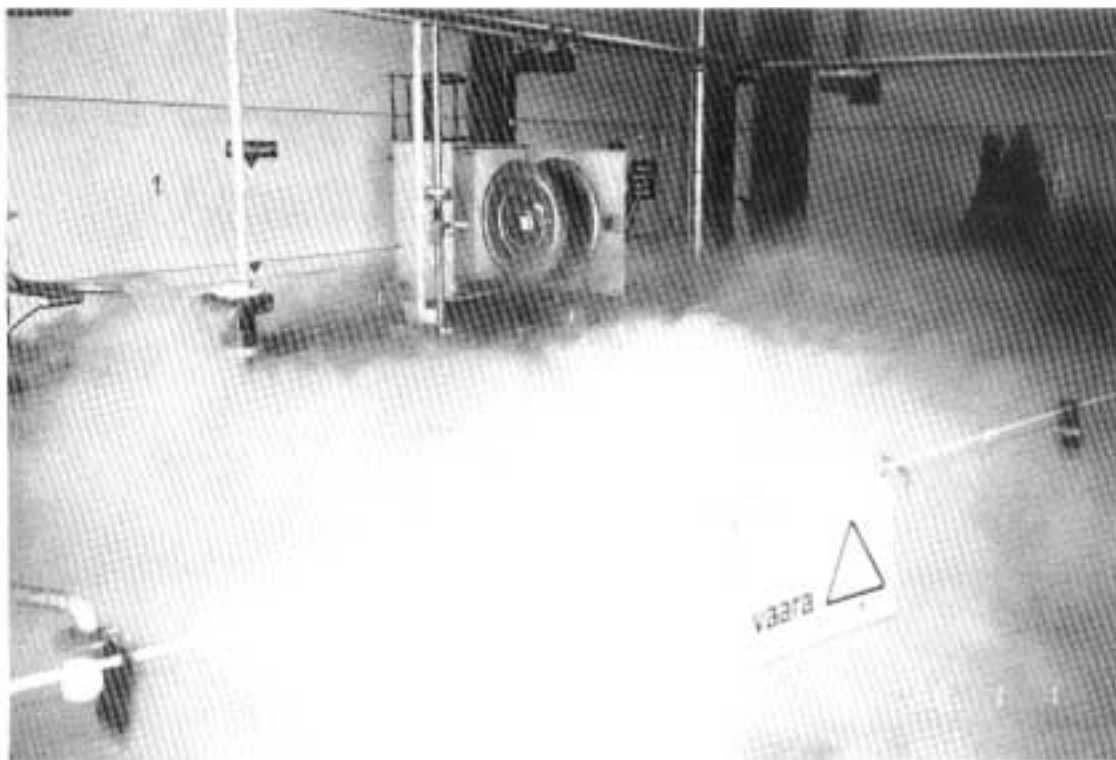
**Kuva 1.**  
Yleiskuva hallista. Alhaalla pumpputaso. Takana altaat, syvennyksen päällä, takaseinän edessä ritiläaukot.



**Kuva 2.**  
Keskellä venttiilein varustetut typpiputkilinjat, edessä ritiläaukot kansilla (ei onnettomuuden aikaiset) peitettynä.



Kuva 3.  
Kannet, takana oviaukko.



Kuva 4.  
Savukoe so. savun liikettä ei havaittavissa.

**Tapaturmavakuutus-  
laitosten Liitto**

Bulevardi 28  
00120 Helsinki  
puh. (90) 680 401