

# Työpaikkaonnettomuuksien tutkinta (TOT)



**TUTKIEN  
TURVALLISUUTTA  
VUODESTA 1985**

**16/99**

## Perusmetalli/ Maanrakennus

Kuljettaja oli pyöräkuormaajalla siirtämässä rakeistettua kuonaa laskupaikalta välivarastoon. Rakeistumisen häiriöistä johtuen oli muodostunut yhtenäinen kuonaloikkare eli kami, joka esti veden poistumisen rakeistusaltaasta. Syntynyt kami hajosi räjähdysmäisesti sulan ytimen päästessä reagoimaan veden kanssa, kun sitä alettiin siirtää pyöräkuormaajalla. Sula-vesiräjähdys rikkoi pyöräkuormaajan ohjaamon ikkunat ja kamin palasia lensi myös sisälle ohjaamoon. Räjähdyksen jälkeen kuljettaja joutui kuumaan kuonan rakeistusveteen saaden pahoja palovammoja. Uhri menehtyi saamiinsa palovammoihin.

**TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO**

# TOT 16/99

## 1. TAPAHTUMAN KULKU

### 1.1 Tausta

Ferrokromin sulatuksessa syntyvä kuona rakeistetaan voimakkaan vesisuihkun avulla. Suutinpatterista purkautuva vesi (kuva 1) rakeistaa siihen kuonakourua pitkin valuvan sulan n. 1600 °C:n kuonan. Viimeistään kolmannen laskun jälkeen rakeistunut kuona siirretään pyöräkuormaajalla välivarastoon. Ennen kuonan siirtämistä rakeistusaltaaseen kertynyt vesi poistetaan tyhjennysputken kautta selkeytysaltaille. Tyhjennysputken lähtö on osittain erotettu rakeistusaltaasta väliseinän avulla (kuva 2). Sulanlaskija ilmoittaa vihreällä valolla pyöräkoneen kuljettajalle milloin rakeistusaltaaseen kertynyt kuona voidaan poistaa.

### 1.2 Tapaturma

Tehtaalla on alihankintasopimus Yritys A:n kanssa rakeistetun kuonan siirtämisestä välivarastoon. Aamuvuoroon tullut Yritys A:n kuljettaja NN oli aloittanut kuonan tyhjennyksen rakeistusaltaasta kolmannen sulanlaskun jälkeen vihreän liikennevalon palaessa. NN oli yrittänyt saada yhteyden sulanlaskijaan radiopuhelimella siinä onnistumatta. Yhteydenottoyrityksen syytä ei tiedetä.

Haettuaan yhden kauhallisen kuonaa rakeistusaltaan peräpäästä totesi NN altaassa olevan liikaa vettä. Samalla hän todennäköisesti huomasi huomattavasti normaalia suuremman yhtenäisen kuonalohkareen eli kamin tukkivan veden kulun. Kamin syntyyn mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä olivat mm. suutinpatterin kunto, ongelmat veden pumppauksessa ja aikaisemmin voittunut kuonakouru, joka ohjasi sulan kuonan osittain ohi vesisuihkun.

Syntynyt kami esti veden pääsyn tyhjennyskaivoon ja rakeistusaltaan tyhjentymisen vedestä. NN ajoi pyöräkuormaajan noin 70 cm:n syvyyteen veteen hajottaakseen kamia. Kamin sisällä ollut noin 1600 °C:n sula kuona/metalli pääsi kosketuksiin rakeistusaltaan veden kanssa aiheuttaen voimakkaan räjähdysten (kuva 3). Räjähdysten voimakkuutta kuvaa se, että pyöräkuormaaja siirtyi paikoiltaan ja sen noin 25 mm:n teräslevystä tehty kauha vääntyi sivuiltaan havaittavasti. Räjähdystä oli kaksi hyvin peräkkäistä, jälkimmäisen ollessa voimakkaampi.

Räjähdysten seurauksena pyöräkuormaajan ohjaamon lasit rikkoontuivat (kuva 4). Ohjaamon katolle lentäneet kuumat kuonalohkareet sytyttivät myöhemmin ohjaamon sisäverhoilun palamaan (kuva 5). Kamin palasia lensi myös sisälle ohjaamoon, osumatta kuitenkaan varsinaisesti NN:ään. Kuljettaja NN luuli pyöräkuormaajan koneen räjähtäneen ja hyppäsi ohjaamosta kaatuen rakeistusaltaan noin 70°:seen veteen. NN sai kohtalokkaat palovammat pelkästään rakeistusaltaan vedestä.

Kuljettaja NN pääsi omin avuin vedestä ja juoksi valuhalliin, jossa vuoromestari näki hänet. Koska valuhalli on avonainen tila, jossa lämpötila on talvella usein alle 0°, siellä ei ollut hätäsuihkua eikä muutakaan vesipistettä. NN jatkoi kulkuaan läheiseen muuraushalliin, jonne on matkaa noin 100 m. NN:n vedellä jäähdyttäminen ja muu ensiapu aloitettiin siellä.

### 1.3 Alihankinta

Kuonan siirto rakeistusaltaasta oli tilattu alihankintana Yritys A:lta. Sopimus oli ollut voimassa vuoden ja kolme kuukautta. Työtä tehtiin viisivuorotyönä samassa tahdissa tehtaan vuorojen kanssa. Yritys A:n työntekijät toimivat sulaton työnjohdon alaisuudessa.

Tehtaan ja Yritys A:n välinen sopimus on kolmevuotinen, jonka jälkeen on sopimuksessa on kaksi optiovuotta. Pitkällä sopimusajalla on pyritty laadukkaaseen ja osaavaan alihankintayhteistyöhön. Yritys A:ssa oli noin 10 työntekijää, mutta heillä ei ollut työsuojeluvaltuutusta.

### 1.4 Kokemus

NN oli tullut oppisopimussuhteeseen Yritys A:n palvelukseen vuosi ja kolme kuukautta ennen onnettomuutta. Tätä ennen 32-vuotias kuljettaja NN oli toiminut lyhyitä jaksoja Yritys A:n palveluksessa.

Kuljettaja NN oli ollut tilaajan järjestämässä perehdyttämiskoulutuksessa. Perehdyttämiseen sisältyi mm. ympäristö- ja laatu-koulutusta sekä tehtaan prosessien ja toimintojen esittely. Koulutuksessa ei kuitenkaan käsitelty työsuojelua. Yritys A:n työntekijät olivat harjoitelleet edellisen alihankkijan mukana työtehtäviä noin viikon ajan.

## 2. TAPATURMATEKIJÄT

### Kamin muodostuminen

Rakeistuminen ei onnistunut normaalisti, johtuen useista mahdollisista syistä. Yövuoron aikana tapahtuneiden kolmen sulanlaskun aikana oli sulaa metallia päässyt kuonan mukana rakeistukseen. Sula metalli oli halkaissut kuonakourun ja siihen oli muodostunut noin 10 cm korkea pahka. Pahka jakoi sulan kuonakourun reunoille aiheuttaen puutteellisen rakeistuksen. Rakeistusvesialtaassa, josta vesi pumpataan suutinpattereille, oli havaittu liejua jo aiemmin. Lieju on voinut haitata veden pumpausta. Edellä mainituista syistä johtuen, suutinpatterin eteen oli muodostunut kami, jonka keskuksessa oli sulaa kuonaa tai metallia.

### Sula-vesiräjähdyks

Voimakkaan räjähdysten aiheutti noin 1600°:n metallin/kuonan reagointi veden kanssa eli ns. sula-vesiräjähdyks. Todennäköisin syy sula-vesiräjähdykseen on veden erittäin nopea höyrystyminen ja sen aiheuttama paineen räjähdysmäinen kasvu. Jos paine pääsee purkautumaan vapaasti ei veden nopeakaan höyrystyminen normaalisti aiheuta räjähdystä. Tässä tapauksessa vettä on todennäköisesti joutunut kuonaloikareen alle tai sisään aiheuttamaan paineen kasvun ja siten räjähdysten. Toinen, joskin hyvin epätodennäköinen, mahdollisuus on vedyn muodostuminen ja sen räjähdysmäinen uudelleen reagointi hapen kanssa.

### Vaarallista tilannetta ei tunnistettu

Tehtaalla ei ollut sattunut aikaisemmin näin voimakasta sula-vesiräjähdyks, eikä siellä pidetty mahdollisena räjähdystä sattuneessa mittakaavassa. Sulanlaskussa oli ollut ongelmia, mutta niitä ei pidetty vakavina eikä niihin puututtu.

### Joutui kuumaan veteen

Kuljettaja NN luuli pyöräkuormaajan koneen räjähtäneen, jonka vuoksi pyrki ulos ohjaamosta mahdollisimman nopeasti. Kuljettaja NN sai vakavat palovammat jouduttuaan rakeistusaltaan kuumaan noin 70°:seen veteen. Ensiapu päästiin aloittamaan noin 2-3 minuutin kuluttua onnettomuudesta. Onnettomuuspaikan välittömässä läheisyydessä ei ollut hätäsuihkuja.

## 3. VASTAAVIEN TYÖTAPATURMIEN ESTÄMINEN

### 3.1 Rakeistusprosessin laadun ja turvallisuuden varmistaminen

Rakeistusprosessin toimivuuteen on kiinnitettävä huomiota vaikka se ei ole ns. ydintoimintoja. Häiriöihin on puututtava tiukasti, varsinkin jos niillä merkitystä myös työntekijöiden turvallisuudelle. Rakeistuksen laadun varmistaminen tarkoittaa myös turvallisuuden parantamista. Prosessiin ja laitteistoon tehtiin onnettomuuden jälkeen mm. seuraavia muutoksia: Rakeistusaltaan tyhjentymisen varmistettiin poraamalla väliseinään reikiä ja tekemällä myös rakeistusaltaan toiseen päähän vedenpoistoaukko; suutinpatteri vaihdettiin tehokkaampaan ja sen suuntausta muutettiin. Suositeltavaa on myös ohjaamosta käsin tapahtuvan rakeistusprosessin seurannan kehittäminen.

### 3.2 Sula-vesiräjähdyksen tunnistaminen

Sula-vesiräjähdyksen estämisessä ensimmäinen ja tärkein askel on vaaratekijöiden tunnistaminen. Sula-vesiräjähdyksen mahdollistaviin vaaratekijöihin on aina suhtauduttava riittävällä vakavuudella. Oleellista sula-vesiräjähdyksen ehkäisyssä on, että vesi ei saa päästä sulan metallin/kuonan sisään. Sulan sisään joutuessaan höyrystyvän veden paine ei pääse purkautumaan vapaasti aiheuttaen räjähdysten.

Tässä tapauksessa veden joutuminen sulan metallin sisään aiheutui lähinnä kamin suuruudesta ja sen sulasta ytimeistä. Hajotettaessa kamia, siitä irronneen lohkarin alle jäi vettä, joka ei päässyt höyrystymään vapaasti. Pienen lohkarin alla ei pääse syntymään vastaavaa painetta.

### 3.3 Ohjeet

Käytännön työn on vastattava siitä annettuja ohjeita. Annettujen ohjeiden noudattamista on valvottava ja niiden päivittämisestä on pidettävä huolta. Tehtaalla työohjeita muutettiin mm. seuraavasti:

- allas tyhjennetään kahden laskun välein aiemman kolmen sijasta
- jokaisen laskun jälkeen varmistetaan rakeistumisen onnistuminen
- ennen sulanlaskua varmistetaan rakeistusrännin ja -kourun kunto sekä suihkun toiminta
- tyhjennyslupa annetaan vasta kun allas on riittävän tyhjä vedestä.

Tilanteisiin, joissa asiat eivät suju normaalisti, on myös oltava ohjeet. Esimerkiksi mitä tehdään, jos ei saada yhteyttä työluvan antavaan henkilöön (esim. sulanlaskija).

Erityistä huomiota on kiinnitettävä alihankkijoiden ja tilaaja/alihankkija rajapinnan työohjeisiin. Esimerkiksi tässä tapauksessa rakeistusaltaan tyhjentävä pyöräkoneneen kuljettaja ei näe rakeistusta eikä tiedä miten rakeistus on onnistunut. Ohjeet on oltava selvät sekä terästehtaan että alihankkijan puolella.

### 3.4 Työhön perehdyttäminen

Vaarojen tunnistamisen ja varsinkin niistä tiedottamisen merkitys korostuu alihankinnan lisääntymisen myötä. Tieto vaaratekijöistä ja toimintatavat niihin liittyen on oltava kaikille selvänä. Sekä omien työntekijöiden että erityisesti alihankkijoiden työntekijöiden perehdyttämiseen on kiinnitettävä huomiota erityisesti työturvallisuuden osalta. Perehdyttämisen onnistuminen vaatii, että vaaratekijät on ensin tunnistettava.

### 3.5 Rakenteellinen suojaus ja suojavarusteet

Pyöräkuormaajan rakenteellista suojausta on kehitettävä mahdollisia vaaratilanteita paremmin kestäviksi. Esimerkiksi pyöräkuormaajan ikkunat tulisi vaihtaa panssarilaseiksi.

Tarvittavat henkilökohtaiset suojavälineet on selvitettävä tapauskohtaisesti. Muutoksia tehtäessä on huomioitava myös muutoksista aiheutuvat vaaratekijät. Esimerkiksi kuljettajan esteetön näkyvyys ohjaamosta ei saa oleellisesti huonontua.

### 3.6 Ensiapukoulutus

Oikeat toimenpiteet ja niiden nopea suoritus ovat ensiarvoisen tärkeitä onnettomuuden jälkeen. Ensiapukoulutukseen tulee sisällyttää sekä yleisiä ensiaputaitoja että erityisesti kohteen vaaratekijöihin liittyvää koulutusta. Siten ensiapukoulutuksella parannetaan paitsi ensiaputaitoja myös tietämystä työpaikan vaaratekijöistä.

### 3.7 Hätäsuihkut

Hätäsuihkuja on oltava riittävästi lähellä tuotanto- paikkoja, joissa palo- tai kemikaalivaara on ilmeinen.

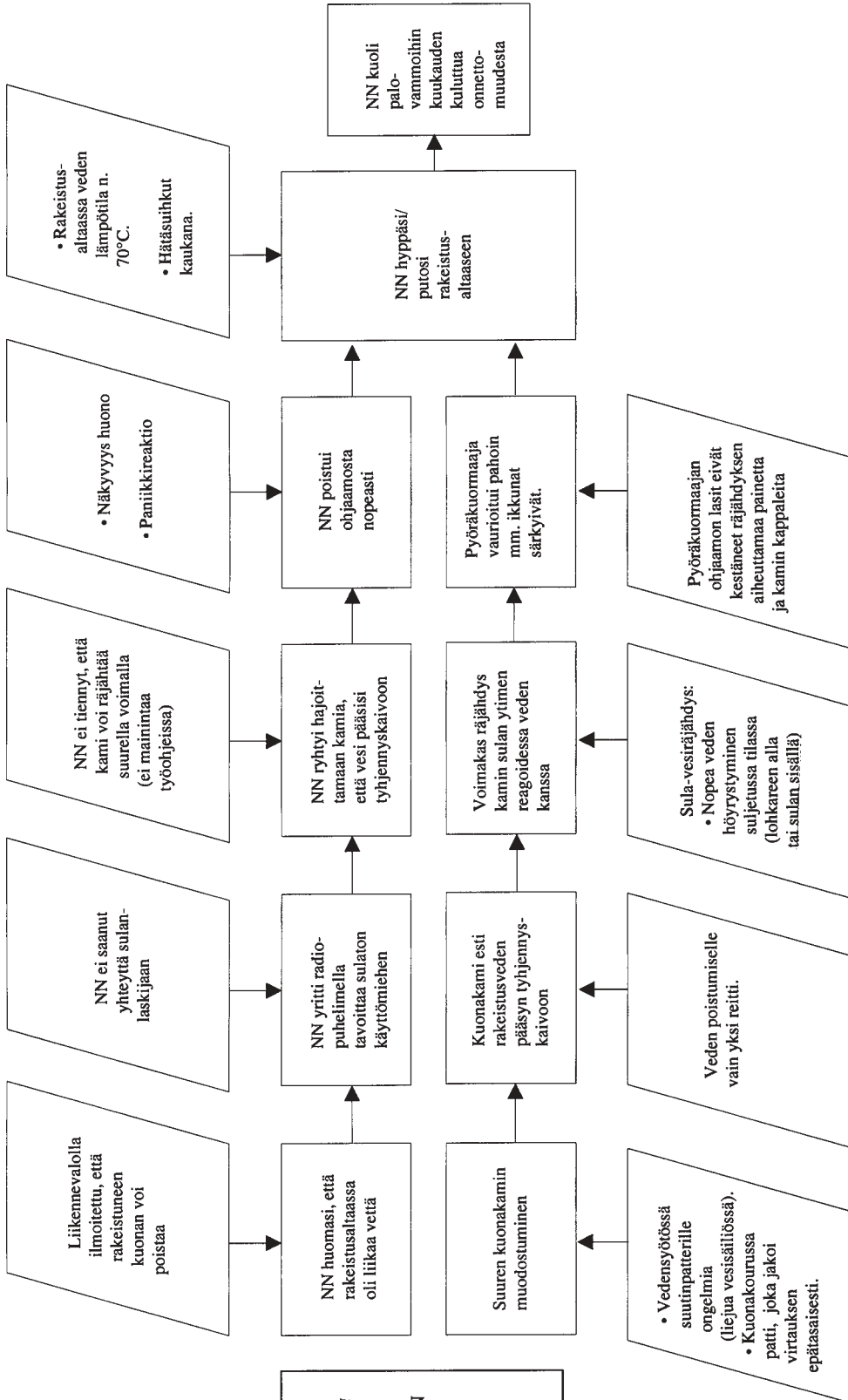
Niiden kunto on myös varmistettava. Etenkin teollisuudessa hätäsuihkuja joudutaan sijoittamaan paikkoihin, joissa niiden toimintakunnossa pysymiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tärkeää on myös, että kaikki tietävät hätäsuihkujen sijainnit. Asiasta on huolehdittava erityisesti uusien työntekijöiden ja alihankkijoiden perehdyttämisessä.

#### LIITTEET

- Kaavio tapahtumista ja tapaturmatekijöistä
- Valokuvia

TOT 16/99

PYÖRÄKONEEN  
KULJETTAJA  
NN ALOITTI  
RAKEISTUNEEN  
KUONAN  
POISTAMISEN  
RAKEISTUS-  
ALTAASTA

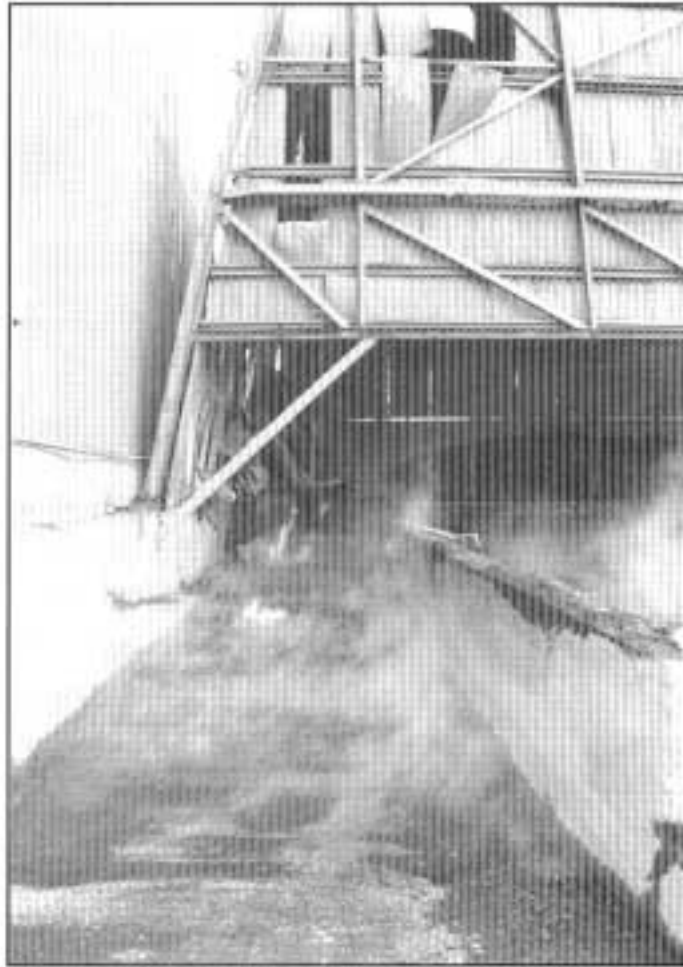




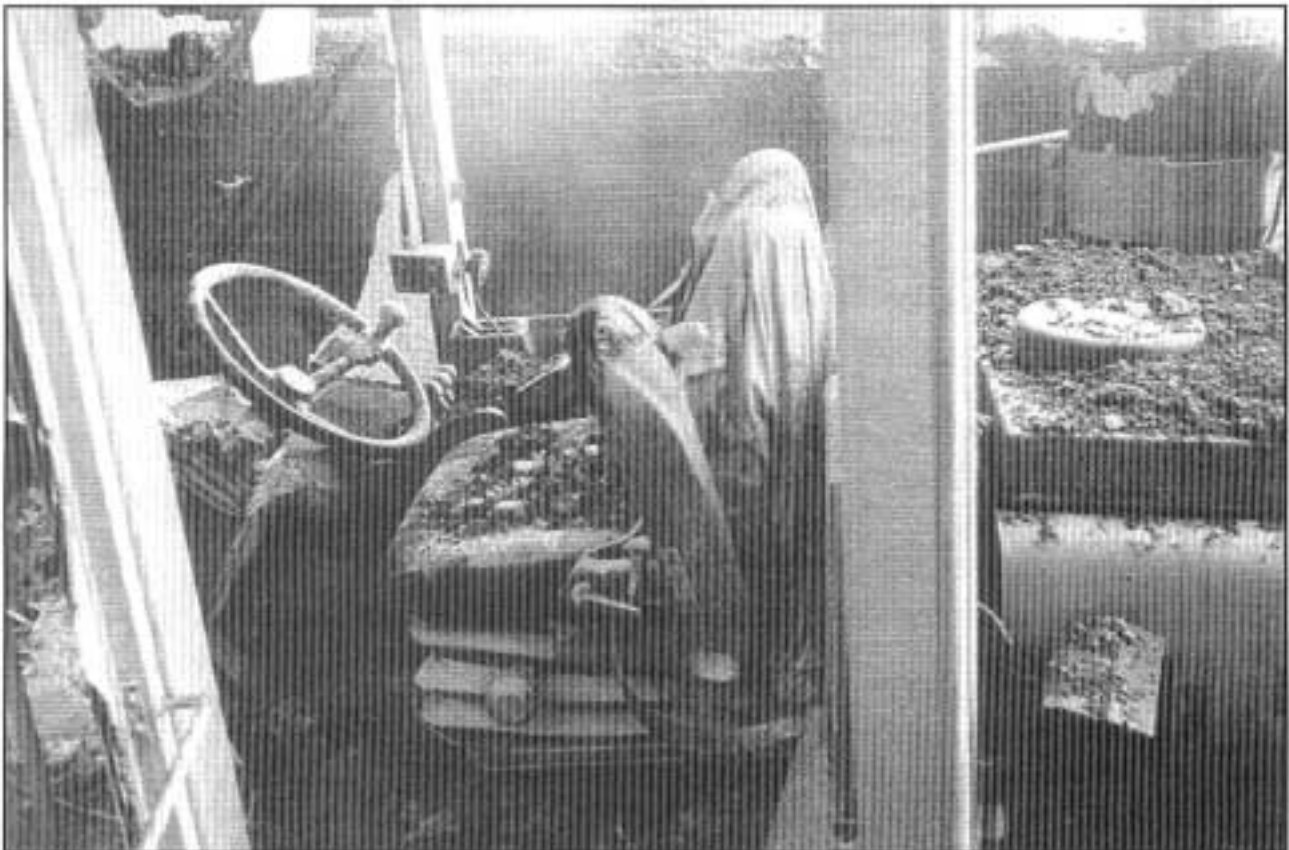
Kuva 1. Suutinpatterista purkautuva rakeistusvesi.



Kuva 2. Väliseimällä osittain erotettu tyhjennysputken suuaukko.



Kuva 3. Räjähdyksen aiheuttamaa tuhoa.



Kuva 4. Ohjaamo räjähdysten jälkeen.



**Kuva 5. Kuumen kuonan polttama sisäverhoilu.**

## TAPATURMAVAKUUTUSLAITOSTEN LIITTO

Bulevardi 28, 00120 Helsinki • Puhelin (09) 680 401 • Faksi (09) 6804 0389

**Lisätietoja:** Osastopäällikkö Hannu Tarvainen, puh. (09) 6804 0388 tai työturvallisuusinsinööri Sakari Seppänen, puh. (09) 6804 0377 • **Tilaukset:** Osastosihteeri Terttu Kumlin, puh. (09) 6804 0385  
Sähköposti: etunimi.sukunimi@vakes.fi