

# **Onnettomuustutkintaraportti**

dnro 4006/06/2007

18.2.2008

**Ekokem Oy:n VOC-käsittelylaitoksessa 25.10.2007 sattuneen  
kattilan tulipesän räjähdys**

## **Tutkijaryhmä**

Erkki Topp  
Osmo Säisä  
Peter Forslund

## Sisällysluettelo

Onnettomuustutkinnan tiivistelmä.....	3
1. Yleiskuvaus VOC-käsittelylaitoksesta ja sen rakentamisesta.....	5
1.1 Yleistä.....	5
1.2 Rakentaminen.....	5
2. Onnettomuutta edeltäneet tapahtumat.....	5
3. Onnettomuuskuvaus ja onnettomuuden seuraukset.....	6
4. Tapahtumat onnettomuuden jälkeen.....	6
5. Onnettomuuden tutkinta.....	6
6. Lainsäädännön vaatimukset.....	7
6.1 Lainsäädännön edellyttämät tarkastukset ja asiakirjat.....	7
6.2 Lainsäädännön vaatimusten toteutuminen.....	7
7. Onnettomuuden syytekijöiden tarkastelu.....	8
7.1 Johtamismenettelyissä havaitut puutteet.....	8
7.2 Tekniset syytekijät.....	8
7.3 Henkilöiden toimintaan liittyvät syytekijät.....	9
8. Toimenpiteet turvallisuuden parantamiseksi ja vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi.....	9
8.1 Valmistajaorganisaatiot.....	9
8.2 Käyttäjäorganisaatiot (toimittaja ja tilaaja).....	9
8.3 Tarkastuslaitos.....	9
8.4 Tekniset järjestelmät.....	10
8.5 Lainsäädäntö.....	10

## LIITTEET

Liite 1 Valokuvia onnettomuuspaikalta

## ONNETTOMUUSTUTKINNAN TIIVISTELMÄ

<b>Onnettomuustapaus</b>	Kattilan koekäytössä tapahtunut yhden työntekijän kuolemaan johtanut tulipesäräjähdys.
<b>Tapahtuma-aika</b>	25.10.2007, klo 20.52.
<b>Tapahtumapaikka</b>	Ekokem Oy:n liuotinhöyryjen (VOC)-käsittelylaitos, Fermion Oy:n tehdasalue, Orioninkatu 2, Hanko.
<b>Yhteenveto onnettomuudesta ja tutkinnan tuloksista (mitä tapahtui, syyt, seuraukset)</b>	<p><b>Onnettomuuden todennäköinen syy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liuottimen ja paineilman seoksen puhallus kattilan kuumaan tulipesään, josta seurasi tulipesäräjähdys.</li> </ul> <p><b>Puutteet organisaation toiminnassa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kattilalaitoksen tilaajan ja toimittajan kesken ei ollut sovittu koekäytön toiminnan johtamisesta eikä koekäytölle ollut nimetty käytön valvojaa;</li> <li>- Toiminta koekäytössä ei ollut käyttöohjeiden mukaista: <ul style="list-style-type: none"> <li>- polttoainelinjaan jäänyt liuotinpolttoaine puhallettiin kuumaan tulipesään ilman normaaleja käynnistystoimenpiteitä;</li> <li>- tulipesää tarkkailtiin räjähdysluukun näkölasista heti liuotinpolttoaineen puhalluksen jälkeen (kattilan käyttöohjeissa oli ehdottomasti kielletty olemasta sytytysketkellä polttimien luona ja takana savukaa-supuolen luukkujen läheisyydessä);</li> </ul> </li> <li>- Koekäytön kiireinen työtahti ja toiminnan ajankohdan myöhäisyys vaikuttivat työtapoihin.</li> <li>- Koekäyttö- ja käyttöohjeissa ei ollut esitetty tarpeellisia tietoja kattilan turvallista käynnistystä varten; erityisesti liuotinpolttoaineen höyrystymis- ja räjähdysherkkyyteen liittyviä riskejä ei ollut tunnistettu eikä otettu huomioon koekäyttö- ja käyttöohjeissa;</li> <li>- Räjähdysluukussa olevan tulipesän tarkkailun näkölasin sijoitukseen ja käyttöön liittyviä riskejä ei ollut tunnistettu eikä otettu huomioon koekäyttö- ja käyttöohjeissa.</li> </ul> <p><b>Puutteet teknisissä järjestelmissä</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kattilan ohjaukset ja säädöt tehtiin logiikassa ajon aikana ja PC valvomo toimi ikkunana käyttäjälle. Hajotusilmalinjassa olevan käsikäyttöisen sulkuventtiilin asentotietoa ei saatu valvomoon, joten ei voitu tietää, oliko liuotinpolttoainelinjan ulospuhallus onnistunut;</li> <li>- Kattilan polttimen magneettiventtiilit olivat n. 7 metrin päässä polttimesta, joten polttimelle johtavassa putkessa (DN 15) oli arviolta noin kaksi litraa liuotinta (räjähdysvoimakkuus);</li> <li>- Kattilan valmistaja oli asentanut kattilan räjähdysluukkuun näkölasin, josta voidaan tarkkailla tulipesää. Näkölasin sijoittaminen räjähdysluukkuun ei ole hyvä ratkaisu, sillä räjähdysluukun edessä ei ole turvallista olla, koska räjähdysluukun tehtävänä on tulipesän suojaaminen ja ylipaineen purkaminen häiriötilanteissa.</li> </ul>
<b>Tutkijaryhmän ehdottamat toimenpiteet vastaavan onnettomuuden ehkäisemiseksi</b>	<p>Tutkimustulosten perusteella onnettomuuden tutkijaryhmä ehdottaa seuraavia valmistaja-, toimittaja- ja tilaajaorganisaatioiden sekä tarkastuslaitosten toimintaan ja menettelyihin sekä teknisiin järjestelmiin liittyviä parannusehdotuksia, joilla turvallisuustasoa voidaan parantaa ja vastaavia onnettomuuksia ehkäistä.</p> <p><b>Valmistajaorganisaatiot</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Höyrykattilan valmistuksen aikaista vaara-analyysiä tulee täydentää ja tehdä tu-</li> </ul>

	<p>lostien perusteella kattilaan tarvittavat muutokset mm. tulipesän tarkkailun osalta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kattilalaitoksen (laitkokonaisuuden) vaara-analyysissä tulee huomioida erilaisien polttoaineiden käyttö kattilassa ja siitä aiheutuvat mahdolliset vaaratekijät.</li> <li>- Kattilalaitoksen koekäyttö- ja käyttöohjeet tulee saattaa ajan tasalle.</li> </ul> <p><b>Toimittaja- ja tilaajaorganisaatiot</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kattilalaitoksen toimittajan ja tilaajan tulee sopia siitä, kuka johtaa ja vastaa koekäytön aikaisesta toiminnasta</li> <li>- Kattilalaitoksen toimittajan ja tilaajan tulee kehittää menetelmiä siitä, miten pätevyysvaatimukset täyttävän henkilön nimeämisestä koekäytön aikaiseksi käytön valvojaksi tulisi sopia.</li> <li>- Koekäytön suorittamiseksi tulee varata riittävästi henkilöresursseja ja aikaa.</li> <li>- Työnantajan tulee varmistua siitä, että työnantajan tehtäviä hoitavilla henkilöillä on asianmukaiset edellytykset hoitaa tehtäviään.</li> </ul> <p><b>Tarkastuslaitos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarkastuslaitoksen tulisi kehittää ensimmäiseen määräaikaistarkastukseen liittyvää tarkastustoimintaa koekäytön osalta.</li> </ul> <p><b>Tekniset järjestelmät</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Polttoainelinjojen venttiilien auki- ja kiinniasennot merkitään selvästi ja niiden toiminta tarkastetaan ennen varsinaisen koekäytön alkua.</li> <li>- Polttimen sulkuventtiilit sijoitetaan mahdollisimman lähelle poltinta.</li> <li>- Polttoainelinjan ulospuhalluslinjan käsisulkuventtiilin auki-kiinni asennosta tulee viedä tieto turva-automaatiojärjestelmään.</li> <li>- Höyrykattilan räjähdysluukussa oleva näkölasi tulee korvata valvontakameralla tai muulla turvallisella tulipesän tarkkailulaitteella. Tutkijaryhmä suosittelee kaikkien vastaavalla tavalla näkölasilla varusteltujen kattiloiden osalta harkittavaksi jotain turvallisempaa ratkaisua.</li> </ul> <p><b>Lainsäädäntö</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Painelaitesäädöksissä ei ole määräyksiä painelaitteen koekäytöstä. Tukes on antanut tiedotteen 4.5.2005 (päivitetty 28.9.2006), jossa annetaan suositus koskien koekäytön aikaista valvontaa ja turvallisuutta. Tutkijaryhmä katsoo, että lainsäädäntöä tulisi laajentaa koskemaan myös koekäyttöä.</li> </ul>
<b>Tutkintaraportin päiväys</b>	18.2.2008
<b>Tutkintaan osallistuneiden allekirjoitukset ja nimenselvennykset</b>	<p><b>Erkki Topp</b></p> <p><b>Peter Forslund</b> <span style="float: right;"><b>Osmo Säisä</b></span></p>

## 1. Yleiskuvaus VOC-käsittelylaitoksesta ja sen rakentamisesta

### 1.1 Yleistä

Ekokem Oy:n liuotinhöyryjen (VOC) -käsittelylaitos sijaitsee Fermion Oy:n tehdasalueella Hangon kaupungissa. VOC-käsittelylaitoksen höyrykattila tuottaa höyryä Fermion Oy:n prosessilaitteiden käyttöön ja kiinteistöjen lämmittämiseen. VOC-käsittelylaitos oli rakenteilla eikä ollut vielä käytössä. VOC-käsittelylaitos piti ottaa käyttöön lokakuun 2007 aikana. Valmis laitos tulee toimimaan jaksoittaisessa käytön valvonnassa ja kattilaa kaukokäytetään Ekokem Oy:n Riihimäellä sijaitsevasta valvomosta.

VOC-käsittelylaitoksen höyrykattilan (Vapor TTK 250, tulitorvikattila) pääpolttoaineena on raskas polttoöljy ja lisäksi kattilassa poltetaan Fermion Oy:n prosessista tulevia poistokaasuja (VOC-kaasuja) sekä liuottimia (mm. metanolia ja tolueneita). VOC-käsittelylaitoksella on yksi (1) höyrykattila (teho 5 MW, suurin sallittu käyttöpaine 13 bar). Raskasta polttoöljyä varastoidaan 50 m<sup>3</sup> säiliössä. Lisäksi varastoidaan 5 m<sup>3</sup> liuottimia varastosäiliössä.

### 1.2 Rakentaminen

Ekokem Oy oli VOC-käsittelylaitoksen tilaaja ja tuleva omistaja. Kattilalaitoksen toimittajaksi ja laitteiden sekä putkistojen asentajaksi oli valittu Rinheat Oy. Rinheat Oy vastasi laitoksen suunnittelusta ja käyttöönotosta, käytti alihankkijoita ja palkkasi asiantuntijoita tarpeen mukaan tekemään erityistöitä. Höyrykattilan valmistaja oli Vapor Finland Oy. Kattilan polttimet oli hankittu Enviroburners Oy:ltä. Kattilalaitoksen automaatiojärjestelmän, poltinautomaatiikka mukaan lukien, toimittaja oli CT-Systems Oy. Käsittelylaitoksen ohjausjärjestelmän muodostaa Siemens WinCC-valvomo ja Siemens S7-317F logiikka. Varsinaiset ohjaukset ja säädöt tehdään logiikassa ja PC-valvomo toimii ikkunana käyttäjälle sekä kerää historiatietoja laitoksen säädöistä, mittauksista ja häilytyksistä.

## 2. Onnettomuutta edeltäneet tapahtumat

Kattilalaitoksella oli tehty ennen onnettomuutta saman päivän aikana laitoksen ympäristöluvan mukaisia päästömittauksia normaaleissa käyttöolosuhteissa. Mittauksissa mitattiin höyrykattilan käytöstä syntyvien savukaasujen pitoisuuksia.

Paikalla ennen onnettomuutta ja onnettomuuden sattuessa oli kolme koeajosta huolehtivaa henkilöä: Rinheat Oy:n tekninen johtaja PJ, CT Systems Oy:n insinööri LM ja Ekokem Oy:n projekti-insinööri PK. Onnettomuushetkellä paikalla olivat lisäksi päästömittauksia suorittaneet kolme henkilöä.

Kattilalaitoksen höyrykattila käynnistettiin normaalisti polttoöljyllä aamulla klo 8:30. Liuotinpoltto aloitettiin ensimmäistä kertaa klo 12:47, mutta polttimet pysähtyivät 3 min myöhemmin. Polttoöljypoltin sytytettiin uudestaan klo 13:00 ja liuotinpoltto aloitettiin klo 13:15 ja VOC-kaasut johdettiin polttoon klo 13:25. Kattilan koeajo jatkui klo 20:35 asti. Päästömittaukset saatiin tehtyä ja mittaukset alkoivat keräillä varusteitaan ja laitteitaan. Liuotinpoltto lopetettiin klo 20:35 valvomon tietokoneella pysäyttämällä syöttöpumppu ja sulkemalla venttiilit sekä avattiin liuotinlinjan huuhteluventtiili (HS-40114) noin 1,5 min ajaksi, jonka jälkeen se suljettiin ja samanaikaisesti myös hajoetusilman tulo suljettiin. Polttoöljypolttimen pysäytys aloitettiin klo 20:40, jolloin VOC-kaasut menivät ohituksen kautta savupiippuun. Öljypoltin pysähtyi klo 20:42. Laitoksen valvomossa oleva

PC (tietokone) pysäytettiin klo 20:46, koska laitoksen ajon aikana tehdyt muutokset oli tarkoitus kopioida valvomon PC:lle.

### 3. Onnettomuuskuvaus ja onnettomuuden seuraukset

Projekti-insinööri PK tuli noin klo 20:50 valvomoon ja kertoi, että liuotinlinjan puhallusventtiilin linjassa ennen puhallusventtiiliä (kaukokäyttöinen venttiili, HS-40114) oleva käsisulkuventtiili (V5) oli ollut kiinni, eikä liuottimen puhallus ollut tämän vuoksi onnistunut. PK totesi, että puhallus pitäisi tehdä manuaalisesti uudelleen. Valvomon PC käynnistettiin uudelleen ainoastaan puhalluksen suorittamista varten, eikä kenellekään tullut mieleen syyttää öljyliekkiä enää uudelleen. PK pyysi valvomossa olevaa LM:ää avaamaan puhallusventtiilin hetken kuluttua ja samalla PK meni itse kattilahuoneeseen avaamaan käsisulkuventtiiliä, minkä jälkeen hän meni katsomaan kattilan takapäädystä sijaitsevassa räjähdysluukussa olevasta näkölasista, miltä tulipesässä näyttää. LM odotti noin 10 s ja avasi puhalluksen. Kun molemmat venttiilit oli avattu ja liuotin yhdessä paineilman kanssa pääsi virtaamaan kuumana hehkuvaan höyrykattilaan, tapahtui liuottimen ja paineilman seoksen nopean kaasuuntumisen ja syttymisen seurauksena tulipesäräjähdyksen noin 3 s viiveellä venttiilien avaamisesta klo 20:52:41. Hajotusilmaventtiili oli ilmaventtiilien aukaisun yhteydessä kiinni.

Höyrykattilan tulipesäräjähdyksen seurauksena kattilan räjähdysluukku aukesi voimalla ja iskeytyi luukun kohdalla seisovaan PK:hon, joka menehtyi välittömästi. Kattilan sivulla seisoneet päästömittaajat säilyivät vahingoittumattomina.

Räjähdyksluukun toinen sarana irtosi ja luukku jäi roikkumaan yhden saranan varaan. Kattilan päätyjen suojapellitykset ja eristykset vaurioituivat. Savukanavat vahingoituivat. Kattilahuoneen seinäelementtejä siirtyi ja vääntyi, mutta ikkunat pysyivät ehjinä.

Alustavan arvion (30.10.2007) mukaan aineellisten vahinkojen suuruus on noin 100 000 €

### 4. Tapahtumat onnettomuuden jälkeen

Räjähdyshetkellä kattilahuoneessa oli PK:n lisäksi kolme päästömittaajaa, jotka räjähdysten jälkeen siirtyivät ulos. Yhdeltä mittaajalta meni korva tukkoon, mutta muuten he säilyivät vahingoittumattomina. Tapahtumahetkellä kattilalaitosrakennuksessa sijaitsevassa valvomossa oli kaksi henkilöä (PJ ja LM). LM kiirehti kattilahuoneeseen heti räjähdysten jälkeen ja PJ seurasi häntä. Turvalogiikka ohjasi kattilan turvalliseen tilaan. Kattilahuoneessa näkyvyys oli huono pölystä ja savusta johtuen. Lattialla oli erilaisia heitekappaleita ja eristevillaa. LM havaitsi, että kattilahuoneen perällä oleva oikean puoleinen ovi oli auki. Hän poistui etuovesta ulos ja kiersi ulkokautta oikean puoleiselle takaovelle. PJ lähti kiertämään samalle takaovelle kattilahuoneen vasemman puoleisen takaoven kautta. LM havaitsi ovelta, että kattilan takaosan läheisyydessä makaa yksi henkilö. Hän kehotti PJ:tä soittamaan ambulanssin. Henkilö osoittautui lähemmässä tarkastelussa PK:ksi, eikä hänessä ollut havaittavissa elonmerkkejä. PJ soitti välittömästi hälytyskeskukseen klo 20:54. Ensimmäinen pelastusyksikkö saapui paikalle klo 21:03.

### 5. Onnettomuuden tutkinta

Tukes nimesi 26.10.2007 tutkijaryhmän tutkimaan tapausta ja sen syytekijöitä yhteistyössä Uudenmaan työsuojelupiirin ja poliisin kanssa. Tutkijaryhmään nimettiin Tukesista turvallisuusinsinööri Erkki Topp ja turvallisuusinsinööri Osmo Säisä sekä Uudenmaan työsuojelupiiristä työsuojeluinsinööri Peter Forslund.

Onnettomuusiltana 25.10 tapahtumapaikalla kävi poliisin ja pelastuslaitoksen edustajia. Tutkinta aloitettiin 29.10 ja paikan päällä kävi yksi tutkijaryhmän jäsen. Tutkintaa jatkettiin tutkijaryhmän toimesta 30.10 ja paikalla oli kolme henkilöä Tukesista, johtava palotarkastaja Länsi-Uudenmaan pelastuslaitokselta, Fermion Oy:n tehtaanjohtaja, kolme henkilöä Ekokem Oy:stä, henkilö Rinheat Oy:stä ja CT-Systems Oy:n edustaja sekä tarkastuslaitoksen Inspecta Tarkastus Oy:n tarkastaja. Tutkijaryhmä haastatteli onnettomuushetkellä paikalla olleita henkilöitä. Samassa yhteydessä otettiin valokuvia tapahtumapaikalta ja pyydettiin onnettomuushetkellä paikalla olleita laatimaan kirjalliset selvitykset tapahtumien kulusta. Lisäselvityksiä, kuten kattilan ja polttimen käyttöohjeet, pyydettiin tutkinnan edistyessä myös puhelimitse.

Poliisi kuulusteli kahta onnettomuushetkellä työvuorossa ollutta työntekijää (LM ja PJ) sekä lisäksi Fermion Oy:n Hangon tehtaan johtajaa sekä Ekokem Oy:n projektin kahta johtohenkilöä. Tutkijaryhmä sai poliisilta käyttöönsä kuulustelupöytäkirjat ja poliisin laatiman tutkintailmoituksen sekä tutkintamuistion.

## **6. Lainsäädännön vaatimukset**

### **6.1 Lainsäädännön edellyttämät tarkastukset ja asiakirjat**

Höyrykattila oli valmistettu Suomessa, valmistaja oli Vapor Finland Oy. Höyrykattilan vaatimustenmukaisuus oli arvioitu painelaittepäätöksen (938/1999) mukaisesti (arviointimenettely oli moduuli G). Valmistaja oli laatinut vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja kiinnittänyt höyrykattilaan CE-merkinnän. Höyrykattilan toimitukseen sisältyi painelaitedokumentaation lisäksi valmistajan höyrykattilaa koskeva yleiskäyttöohje, joka ei ota kantaa polttoaineen käsittelyyn tai käytettäviin polttoaineisiin.

Käyttöohjeita täydensivät poltintoimittajan (Enviroburners Oy) laatimat käynnistyspolttimien käyttö- ja huolto-ohjeet sekä CT-Systems Oy:n laatima automaatioselostus, joka oli vielä keskeneräinen (viimeksi päivitetty 23.8.2007). Automaation arviointia ei ollut vielä aloitettu.

Tarkastuslaitos oli antanut Ekokem Oy:lle sijoitussuunnitelman tarkastuksesta tarkastustodistuksen.

Höyrykattila asennettiin Hangon VOC-käsittelylaitokselle Rinheat Oy:n vastuulla. Laitekokonaisuuden arviointi oli vielä kesken.

Höyrykattilan ensimmäinen määräaikaistarkastus oli aloitettu 23.10.2007.

### **6.2 Lainsäädännön vaatimusten toteutuminen**

#### **Painelaitteen suunnittelu ja valmistus sekä käyttöönotto**

Painelaitelainsäädännön vaatimuksia oli noudatettu höyrykattilan suunnittelun, valmistuksen ja käyttöönottoon liittyvien tarkastusten osalta.

#### **Omistaja/työnantaja ja käytön valvoja**

Tukes on antanut suosituksen koskien koekäytön käytön valvojan nimeämistä ja pätevyysvaatimuksia sekä valvonnan ja turvallisuuden varmistamisen sopimisesta asennuspaikalla. Annettujen selvitysten perusteella toimittaja ja tilaaja eivät olleet riittävällä tavalla kyenneet huolehtimaan mainituista asioista.

Työturvallisuuslainsäädännön mukaan työnantajan on varmistuttava, että tehtäviä hoitavilla henkilöillä on asianmukaiset edellytykset tehtävien hoitamiseen. Henkilöstö tulee perehdyttää huolellisesti tehtäviinsä.

### **Onnettomuudesta ilmoittaminen**

Painelaitelain (869/1999) 19§:n mukaan painelaitteen vaurioitumisesta tai paineen äkillisestä purkautumisesta aiheutuvasta henkilövahingosta tai merkittävästä omaisuusvahingosta painelaitteen omistajan tai haltijan on viipymättä ilmoitettava valvontaviranomaiselle. Tässä tapauksessa Tukes sai tiedon riittävän nopeasti tiedotusvälineiden kautta onnettomuusiltana.

Työsuojelun valvonnasta ja muutoksenhausta työsuojeluasioissa annetun lain (131/1973) 22§:n mukaan työnantajan on viipymättä ilmoitettava työsuojeluviranomaiselle sellaisesta työtapaturmasta, josta seurauksena on kuolema tai vaikealaatuinen vamma. Työnantaja ilmoitti onnettomuudesta seuraavana päivänä.

## **7. Onnettomuuden syytekijöiden tarkastelu**

### **7.1 Johtamismenettelyissä havaitut puutteet**

Haastattelujen ja muun valmistajalta, toimittajalta, toimittajan alihankkijoilta ja tulevalta omistajalta (tilaaja) saadun aineiston ja suoritettujen tarkastusten sekä tutkimusten perusteella tutkijaryhmä katsoo, että höyrykattilan tulipesäräjähdyksen syntyyn vaikuttivat toimittajan ja tilaajan epätietoisuus koekäytön aikaisesta toiminnasta. Ei ollut sovittu koekäytön käytön valvojasta, eikä vastuuta ollut selkeästi määritelty. Menettelyt vaikuttivat sekavilta. Onnettomuustapauksen kuvausten perusteella syntyi sellainen vaikutelma, ettei töitä johtanut kukaan.

### **7.2 Tekniset syytekijät**

Päätöksen (938/1999) liitteen I kohdassa 3.4 c mainitaan, että painelaitteen ja laitekokonaisuuden käyttöohjeissa on tarvittaessa korostettava virheellisestä käytöstä aiheutuvia vaaroja. Kattilalaitoksen käyttöohjeissa ei ole tunnistettu kaikkia käytönaikaisia vaaratilanteita. Esimerkiksi vaaroja ei ole analysoitu palavan nesteen johtamisesta kuumaan kattilaan erityisesti silloin, kun poiketaan normaalista ylösajo-ohjelmasta, joka alkaa öljypoltolla. Toisin sanoen käyttöohjeissa ei ole riittävästi esitetty tarpeellisia tietoja kattilan turvallista käynnistystä ja käyttöä sekä alasajoa varten koekäytön aikainen toiminta mukaan lukien.

Höyrykattilan ohjaukset ja säädöt tehdään logiikassa ja PC valvomo toimii ikkunana käyttäjälle. Liuotinlinjan hajotusilmalinjaan, jota kautta ylimääräinen liuotin puhalletaan ilmalla tulipesään ajon päättyessä, on asennettu käsikäyttöinen sulkuventtiili helpottamaan huoltotöitä. Kyseinen sulkuventtiili oli kiinniasennossa ajon ja ulospuhalluksen aikana, eikä kauko-ohjattavan magneetti-venttiilin avaaminen automatiikalla yksin riittänyt tyhjentämään linjaa, kun ilma jäi käsikulkuventtiilin taakse. Valvomo ei saanut tietoa käsikulkuventtiilin asennosta, eikä höyrykattilan tai polttimen käyttöohjeissa tai automaatiokeselostuksessa mainittu venttiilin aukiolon tärkeyttä ajon aikana.

Yhtenä onnettomuuteen johtavana syytekijänä (räjähdysten voimakkuus) voidaan nähdä myös magneettiventtiileiltä polttimelle johtavan putken pituus (DN 15, pituus arviolta noin 7 metriä). Putki sisälsi noin kaksi litraa liuottimia (mm. metanolia ja toluenia).

Höyrykattilan käyttöohjeissa kielletään ehdottomasti oleskelemasta sytytyshetkellä kattilan polttimien luona ja takana savukaasupuolen luokkujen läheisyydessä. Kattilan tulipesän räjähdysluokun



edessä seisominen ei ole turvallista vain ylös- ja alasajojen yhteydessä, vaan myös kattilan käytön aikana. Kattilan valmistaja on asentanut räjähdysluukun keskelle näkölasin, josta voidaan tarkkaila palamista. Näkölasista ja sen käytöstä ei käyttöohjeissa mainita mitään. Näkölasin sijoittaminen räjähdysluukkuun ei ole turvallinen ratkaisu, koska räjähdysluukun tehtävänä on tulipesän suojaaminen ja ylipaineen purkaminen häiriötilanteissa.

### **7.3 Henkilöiden toimintaan liittyvät syytekijät**

Normaalista alasajotilanteesta poiketen, kun liuotulinjan huuhtelu oli epäonnistunut höyrykattilan alasajon yhteydessä, kukaan ei oivaltanut toteutettuun huuhteluun liittyviä riskejä. Toiminta ei ollut käyttöohjeiden mukaista.

Kiireinen työtahti ja toiminnan ajankohdan myöhäisyys vaikuttivat toimintatapoihin.

## **8. Toimenpiteet turvallisuuden parantamiseksi ja vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi**

Tutkimustulosten perusteella onnettomuuden tutkijaryhmä ehdottaa seuraavia valmistaja-, toimittaja- ja tilaajaorganisaatioiden sekä tarkastuslaitosten toimintaan ja menettelyihin sekä teknisiin järjestelmiin liittyviä parannusehdotuksia, joilla turvallisuustasoa voidaan parantaa ja vastaavia onnettomuuksia ehkäistä.

### **8.1 Valmistajaorganisaatiot**

- Höyrykattilan valmistuksen aikaista vaara-analyysiä tulee täydentää ja tehdä tulosten perusteella kattilaan tarvittavat muutokset kuten liekintarkkailun turvallisuuden parantaminen.
- Kattilalaitoksen (laitetekonaisuuden) vaara-analyysissä tulee huomioida erilaisten polttoaineiden käyttö kattilassa ja siitä aiheutuvat mahdolliset vaaratekijät. Myös kattilan valmistajan mielipide ja asiantuntemus kyseisten polttoaineiden käytöstä kattilassa tulee ottaa kattilalaitoksen vaara-analyysissä huomioon.
- Kattilalaitoksen koekäyttö- ja käyttöohjeet tulee saattaa ajan tasalle.
- Koekäyttöohjeet tulee olla helposti ymmärrettäviä, riittävän yksityiskohtaisia ja henkilökunnan käytettävissä koekäytön alkaessa.

### **8.2 Toimittaja- ja tilaajaorganisaatiot**

- Kattilalaitoksen toimittajan ja tilaajan on sovittava siitä, kuka johtaa ja vastaa koekäytön aikaisesta toiminnasta siihen asti, kun laitos luovutetaan tulevalle tilaajalle.
- Kattilalaitoksen toimittajan ja tilaajan tulee myös sopia keskenään, kuinka koekäytön valvonta ja turvallisuus varmistetaan asennuspaikalla. Koska koekäyttö katsotaan kattilan käyttämiseksi tulee koekäytön ajaksi nimetä pätevyysvaatimukset täyttävä käytön valvoja. Toimittajan ja tilaajan tulee kehittää menetelmiä koekäytön käytön valvojalta vaadittavan pätevyyden ja riittävän asiantuntemuksen toteamiseksi
- Varataan riittävästi henkilöresursseja ja aikaa koekäytön suorittamiseksi turvallisella ja turvallisuutta edistävällä tavalla.
- Työnantajan on varmistettava, että työnantajan tehtäviä hoitavilla henkilöillä on asianmukaiset edellytykset tehtävien hoitamiseen. Kattilan koekäytön valvoja, käyttäjät, asentajat ym. henkilöstö tulee perehdyttää huolellisesti tehtäviinsä.

### **8.3 Tarkastuslaitos**

- Jos ensimmäinen määräaikaistarkastus aloitetaan koekäytön aikana, olisi suositeltavaa, että tarkastuslaitos tarkastaisi, onko kattilan koekäytön valvoja on nimetty asianmukaisesti ja onko

hänellä on riittävä pätevyys sekä asiantuntemus. Tarkastuslaitoksen tulisi harkita ensimmäiseen määräaikaistarkastukseen liittyvän tarkastustoiminnan kehittämistä koekäytön osalta.

#### **8.4 Tekniset järjestelmät**

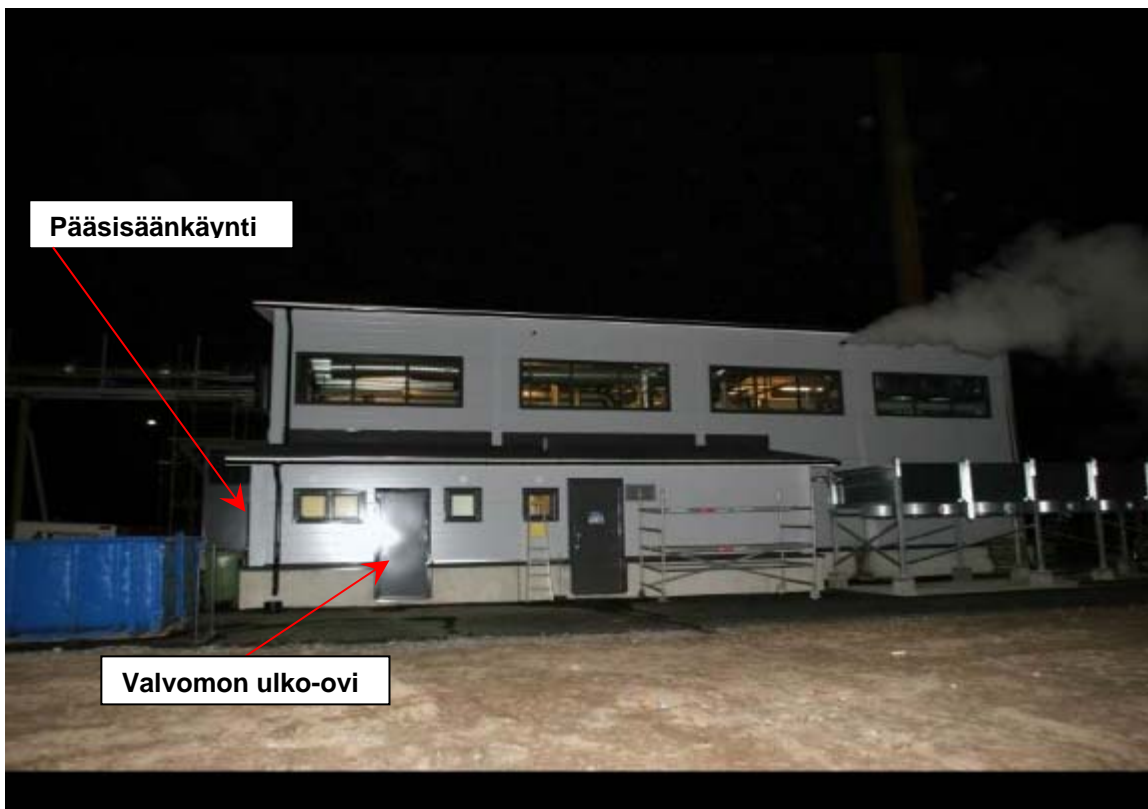
- Polttoainelinjojen venttiilien auki-/kiinniasento tulee merkitä selvästi ja venttiilien oikea toiminta tulee tarkastaa ennen varsinaisen koekäytön alkua.
- Polttimen sulkuventtiilit sijoitetaan mahdollisimman lähelle poltinta.
- Polttoainelinjan ulospuhalluslinjan käsisulkuventtiilin (V5) auki-kiinni asennosta tulee saada tieto turva-automaatiojärjestelmään. Järjestelmän tulee automaattisesti varmistua siitä, että venttiilin asento on käyttötilanteen vaatimusten mukainen.
- Räjähdysluukussa oleva näkölasia tulee korvata valvontakameralla tai muulla menetelmällä, jonka avulla voidaan turvallisesti tarkkailla palamista tulipesässä. Kattilan tulipesän räjähdysluukun edessä oleminen ei ole turvallista vain ylös- ja alasajojen yhteydessä, vaan myös kattilan käytön aikana.

Tutkijaryhmä suosittelee kaikkien kattiloiden osalta, joiden räjähdysluukussa on tulipesän näkölasia, harkittavaksi jotain turvallisempaa ratkaisua palamisen tarkkailuun.

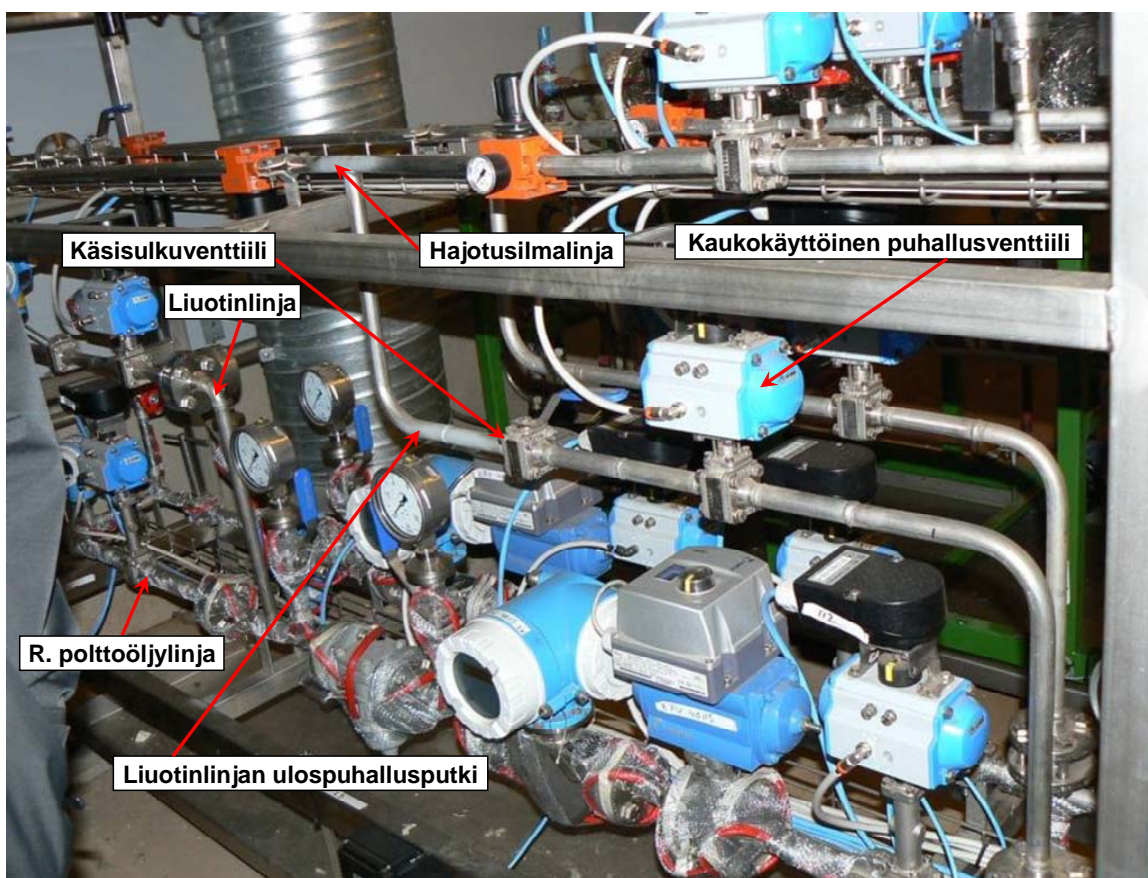
#### **8.5 Lainsäädäntö**

- PAINELAITTEEN KOEKÄYTTÖSTÄ EI OLE YKSITYISKOHTAISIA MÄÄRÄYKSIÄ SÄÄDÖKSISSÄ (esim. käytön valvojan nimeäminen ja pätevyysvaatimukset). Tukes on antanut tiedotteen: Kattilalaitosten käytön valvojien pätevyysvaatimukset 4.5.2005 (päivitetty osin 28.9.2006), jossa annetaan suositus koskien koekäytön käytön valvojan nimeämistä ja pätevyysvaatimuksia sekä valvonnan ja turvallisuuden varmistamisen sopimisesta asennuspaikalla.

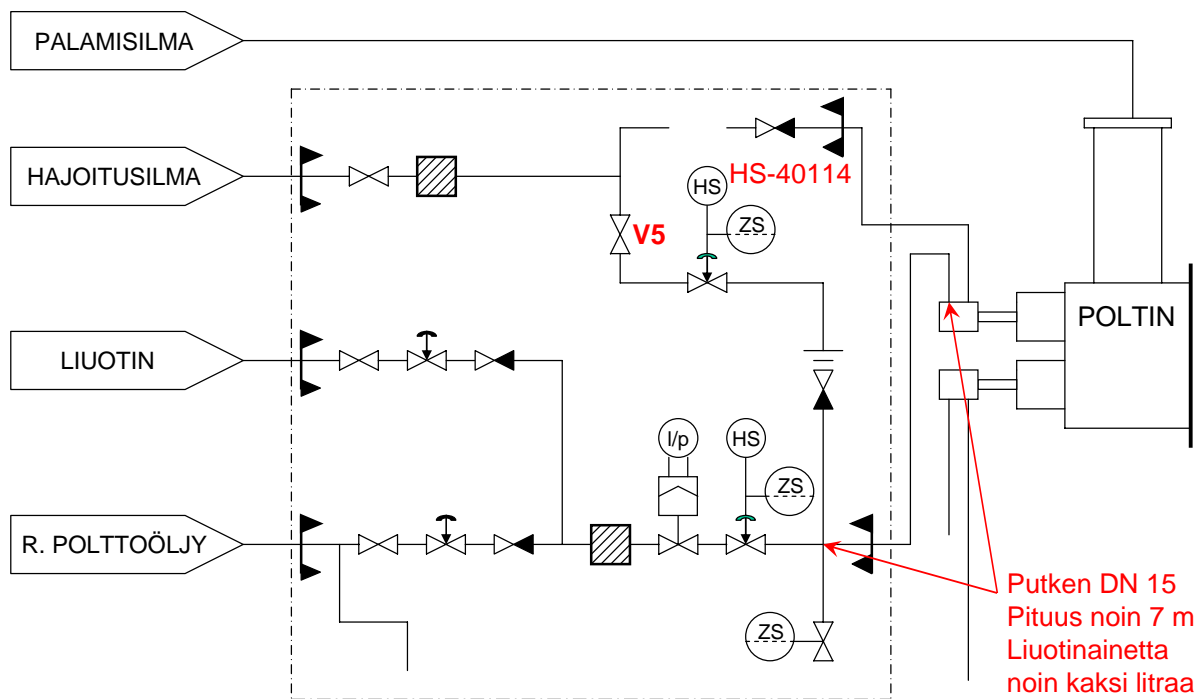
Tutkijaryhmä katsoo, että käyttöä koskevaa painelaitelainsäädäntöä tulisi laajentaa koskemaan myös koekäytön aikaista toimintaa.



1. Kattilalaitosrakennus



2. Liuotinlinjan ulospuhalluslinja



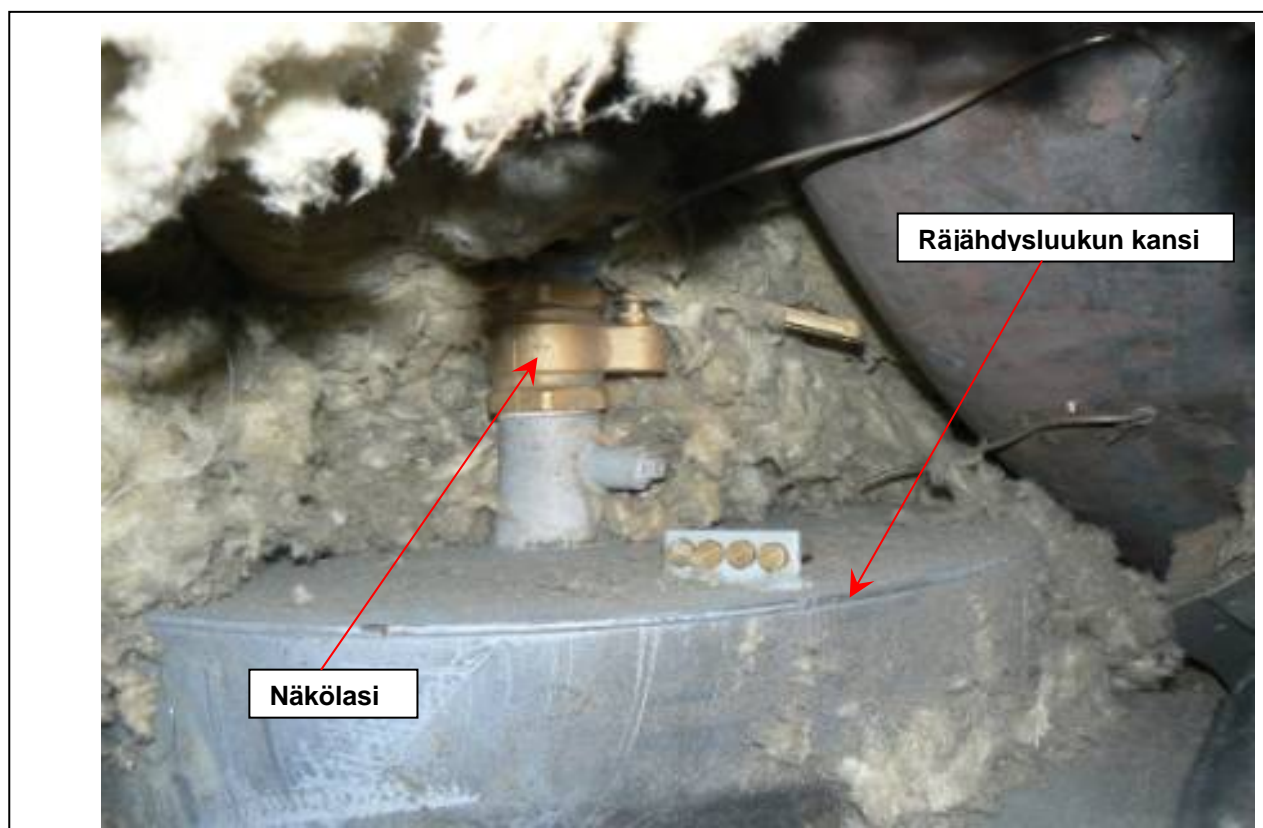
3. Polttimen PI-kaavio (pelkistetty)



4. Höyrykattila poltinpään puolelta



5. Höyrykattilan takapäät ja osittain irtirepeytynyt räjähdysluukku



6. Räjähdyслуukkuun asennettu näkölasi