

# **ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTI**

Dnro 2404/06/2004

**Kattilan räjähdys Bakelite Oy:llä Kiteellä**

Tutkijaryhmä:

**Erkki Teräsmaa  
Erkki Topp**

## Sisällysluettelo

Onnettomuustutkinnan tiivistelmä.....	3
1. Yleistä.....	5
2. Onnettomuutta edeltäneet tapahtumat.....	5
3. Onnettomuuskuvaus ja seuraukset.....	6
4. Onnettomuuden tutkinta.....	6
5. Lainsäädännön vaatimusten noudattaminen.....	7
6. Onnettomuuden syytekijöiden tarkastelu.....	7
6.1 Johtamismenettelyissä havaitut puutteet.....	7
6.2 Tekniset syytekijät.....	8
6.3 Henkilöiden toimintaan liittyvät syytekijät.....	8
7. Toimenpiteet turvallisuuden parantamiseksi ja vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi....	9
<b>LIITTEET</b>	
1. Valokuvia onnettomuuspaikalta.....	10
2. Poltinasantuntijan raportti mahdollisista räjähdysten syistä.....	11
3. Raportti polttimen automaatiojärjestelmän arvioinnista.....	13

## ONNETTOMUUSTUTKINNAN TIIVISTELMÄ

<b>Onnettomuustapa-</b> <b>us</b>	Räjähdyks Bakelite Oy:n lämpökeskuksen kattilassa K3
<b>Tapahtuma-aika</b>	19.5.2004 kello 14:27
<b>Tapahtumapaikka</b>	Bakelite Oy:n liimahartsitehtaan lämpökeskus Kiteen Puhoksella
<b>Yhteenveto onnet-</b> <b>tomuudesta ja tut-</b> <b>kinnan tuloksista</b> <b>(mitä tapahtui,</b> <b>syyt, seuraukset)</b>	<p>Bakelite Oy:n lämpökeskuksella oli korjattu kuumaöljykattilan sisäpuolisia kierukoita ja muuraus. Kattilaa ylösajettaessa oli muurauksia ensin lämmitetty termoöljykierrätyksellä. Tämän jälkeen oli kattilaa ryhdytty lämmittämään raskasöljypolttimen ajoittaisilla käytöillä. Yhdeksäs käynnistys ei onnistunut valvomosta, vaan se piti suorittaa poltinhuoneen ohjauskeskuksesta. Kattilassa tapahtui tulipesäräjähdyks tämän käynnistysyrityksen jälkeen. Räjähdyksen seurauksena kaksi työntekijää loukkaantui paineiskusta, savukanava repeytyi ekonomaiserin kohdalta ja luvon kansi lensi noin 30 metrin päähän. Loukkaantuneet pääsivät kotiin oltuaan sairaalassa yön yli. Taloudelliset vahingot arvioitiin 500 000 euroksi pian onnettomuuden jälkeen.</p> <p>TUKESin tutkijaryhmä katsoo, että onnettomuuden syntyyn vaikuttivat osin yhtiön turvallisuusjohtamisessa havaitut puutteet, tekniset syytekijät ja ihmilliset syytekijät. Mitään yksittäistä teknistä vikaa ei tutkimusten perusteella voitu osoittaa. Tärkeimpiä syytekijöitä olivat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ylimääräistä raskasta polttoöljyä joutui kahden epäonnistuneen käynnistysyrityksen aikana kattilan tulipesään ja höyrystymistuote räjähti kolmannella käynnistysyrityksellä sytytyskärkien lyödessä kipinää.</li> <li>- Kattilan käyttöön liittyviä riskejä ei ollut riittävästi tunnistettu.</li> <li>- Käyttöohjeet vanhentuneet ja puutteelliset. Toimintaohjeet poikkeavia tilanteita varten puuttuivat.</li> <li>- Käyttöhenkilökunnan perehdyttäminen tehtäviinsä puutteellista.</li> <li>- Kattilan tuuletusaika ennen polttimen sytytystä ja polttimen varmuusaika sytytyksessä oli valittu suositusten vastaisesti.</li> <li>- Kattilan polttimen toimintaa sytytyksen parantamiseksi oli muutettu alkuperäisestä, mikä lisäsi pesään sumutettavan öljyn määrää. Käyttöohjeen mukaan lämmitys pitäisi aloittaa minimiteholla.</li> <li>- Polttimen suutintangon venttiililineula hyvin herkkä pienillekin epäpuhtauksille. Roska venttiilissä voi aiheuttaa öljyn vuotamista tulipesään.</li> </ul>
<b>Tutkijaryhmän</b> <b>ehdottamat toi-</b> <b>menpiteet vastaa-</b> <b>van onnetto-</b> <b>muuden ehkäisemi-</b> <b>seksi</b>	<p>Tutkimustulosten perusteella TUKESIN tutkijaryhmä ehdottaa seuraavia organisaation turvatoimintaan liittyviä parannuksia sekä käyttöteknisiä toimenpiteitä laitoksen käyttöturvallisuustason parantamiseksi ja vastaavien onnettomuustapausten ehkäisemiseksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaaran arvioinnin saattaminen ajan tasalle siten, että työhön osallistuu työntekijöitä, työnjohtoa ja tarvittaessa ulkopuolisia asiantuntijoita.</li> <li>- Laitoksella käytön aikana työskentelevien ulkopuolisten työntekijöiden ottaminen huomioon turvallisuusjärjestelmissä.</li> <li>- Kattilan käyttöohjeiden täydentäminen erityisesti poikkeavien tilanteiden toimintaohjeiden osalta.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käyttöhenkilökunnan parempi perehdyttäminen tehtäviinsä.</li> <li>- Henkilökunnan kannustaminen havaitsemiensa turvallisuutta vaarantavien epäkohtien raportointiin.</li> <li>- Selvitetään turvallinen kattilan käynnistystä edeltävä tuuletusjakson pituus sekä sopiva varmuusaika polttimelle sytytyksessä.</li> <li>- Tutkitaan polttimen rakenteeseen tehtyjen muutosten tarpeellisuutta ja merkitystä turvalliselle käynnistymiselle.</li> <li>- Varmistetaan polttimen suutintangon venttiililineulan luotettavuus.</li> </ul>
<b>Tutkintaraportin päiväys</b>	31.8.2004
<b>Tutkijaryhmän allekirjoitukset ja nimenselvennykset</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">Erkki Teräsmaa</div> <div style="text-align: center;">Erkki Topp</div> </div>



jähdystä oli tehty kahdeksan polttoa. Saatujen tietojen mukaan kahdeksannen polton aikana oli piipusta havaittu tulevan mustaa savua, mikä antaa viitteitä epätäydellisestä palamisesta.

Onnettomuuden tapahtuessa oltiin asentamassa kattilan savukanavan eristeitä AP-Eristys Oy:n toimesta.

### **3. Onnettomuuskuvaukset ja seuraukset**

Kattilalaitoksella tapahtui vuoronvaihto noin kello 14. Saatuaan edellisen vuoron lämmittäjältä tiedon, mitä laitoksella oli tehty ja mitä oli tarkoitus jatkossa tehdä, oli lämmittäjä T.T. tehnyt kaksi öljypolttimen käynnistysyritystä liimatehtaan valvomosta (alkanut kello 14:02). Käynnistys ei ollut onnistunut, vaikka valvomon seurantakäyrästä osoittaa kattilassa tapahtuneen toisen käynnistysyrityksen jälkeen lämmönnousua.

Kattilan käynnistysyritys voidaan tehdä valvomosta vain kaksi kertaa. Tämän jälkeen on suoritettava kuittaus poltinhuoneen ohjauskeskuksesta ennen seuraavaa käynnistysyritystä.

Pienen tauon jälkeen lämmittäjä oli mennyt valvomosta poltinhuoneen ohjauskeskukseen. Kertomuksensa mukaan hän ei ollut havainnut ennen käynnistysyritystä poltinhuoneessa mitään poikkeavaa. Ohjauskeskuksesta tapahtuneen käynnistysyrityksen jälkeen lämmittäjä oli juuri avannut ohjauskeskuksen ja poltinhuoneen välisen oven, kun tapahtui räjähdys ja paineaalto iskeytyi häntä vasten. Räjähdyksaika oli 14:27.

Räjähdyspaine purkautui voimakkaimmin ulos savukanavasta, mikä repeytyi auki pahimmin ekonomaiserin kohdalta. Paineisku repi irti myös luvon toisen kansiluukun (2,5 m x 2 m) ja lennätti sen noin 30 metriä lämpökeskuksen edustalle. Paine purkautui liimatehtaan valvomon suuntaan, missä on ikkunoita ja siporex-seinä. Käytävän ikkuna putosi sisälle. Liimatehtaan toisen muuntajan ilmanottoaukoista paine pääsi muuntajatilaan irrottaen toisen oven kiinnityksen. Räjähdyksen seurauksena alkoi valua kuumaöljyä. Räjähdyksen jälkeen kattilan kuumaöljy laskettiin varastosäiliöön ja maahan valunut kuumaöljy kerättiin imukärryyn ja loput imeytettiin puruun. Räjähdyksen seurauksena ei syntynyt tulipalaa.

Onnettomuudessa loukkaantuivat Bakelite Oy:n lämmittäjä T.T. ja eristystöitä tekemässä ollut ulkopuolisen urakoitsijan palveluksessa ollut M.L. Heihin kohdistui paineisku ja lisäksi eristäjä sai epäpuhtauksia silmiinsä. Molemmat vietiin sairaalaan, mistä he kotiutuivat oltuaan yön tarkkailussa. Kumpikin sai sairaslomaa 24.5.2004 saakka.

Onnettomuuden seurauksena alueen lämmönjakelussa tapahtui keskeytys Dynea Overlays Oy:n prosessiin ja Puhos Board Oy:n prosessiin noin neljän vuorokauden ajaksi. Laitoksella voidaan tuottaa prosessilämpöä toisella kuumaöljykattilalla ja kuumavesiverkostossa olevalla vesikattilalla.

21.5.2004 tehdyn arvion mukaan vahinkojen suuruus on 500 000 euroa.

### **4. Onnettomuuden tutkinta**

Bakelite Oy teki ilmoituksen onnettomuudesta TUKESille 19.5.2004 puhelimitse ja sähköpostilla.

TUKES nimesi ylitarkastaja Erkki Teräsmaan ja turvallisuusinsinööri Erkki Toppin tutkimaan onnettomuutta 21.5.2004.

Onnettomuuden tutkinnassa on kuultu onnettomuuteen liittyvien yritysten ja tarkastuslaitoksen edustajia. Lisäksi tutkijaryhmän edustaja on käynyt laitoksella 25.5.2004.

Tutkinnan aikana on ollut käytössä mm. Bakelite Oy:n onnettomuusraportti, valokuvia onnettomuuspaikalta, tarkastuslaitoksen tekemä raportti polttimen automaatiojärjestelmän arvioinnista (liite 2), poltinasiatuntijan tutkimusraportti mahdollisista räjähdysten syistä (liite 3), kuumaöljykattilalaitoksen alkuperäiset käyttö- ja huolto-ohjeet sekä moniainepolttimen käyttö- ja huolto-ohjeet, operointipaneelin käyttöohje, myöhemmin laadittu raskasöljypolttimen laitteistokuvaus ja moniainepolttimen toimintokuvaus ja kattilan lämmitysajon osalta keskeisiä ajoparametrejä kuvaavia käyrästäjä.

## 5. Lainsäädännön vaatimusten noudattaminen

Bakelite Oy:n kemikaalien käyttöön ja varastointiin liittyvät luvat ovat ajan tasalla. Laitos on laatinut turvallisuusselvityksen ja toimittanut sen TUKESiin 16.8.2001 (4135/36/2001). Turvallisuusselvityksessä kuumaöljylaitos oli huomioitu siten, että sille oli laskettu ns. DOW-indeksi. Palo- ja räjähdysindeksin arvoksi oli saatu 80.

Nykyisen painelaitelainsäädännön vaatimusten mukaan ennen lainsäädännön voimaantuloa käytössä olleiden teholtaan yli 6 MW tehoisten höyrykattiloiden vaaranarviointi on esitettävä tarkastuslaitoksen tarkastettavaksi ensimmäisessä vuoden 2001 jälkeen tehtävässä määräaikaistarkastuksessa. Bakelite Oy ei ole näin menetellyt. Muilta osin säädösten vaatimuksia on noudatettu ja kattilan määräaikaistarkastuksiin ja käyttöön liittyvät asiat ovat kunnossa.

## 6. Onnettomuuden syytekijöiden tarkastelu

TUKESin tutkijaryhmä selvitti onnettomuuden kulkua ja siihen johtaneita syitä kuulemalla asianosaisia sekä onnettomuuspaikalla että puhelimitse. Haastattelujen ja muun yhtiöltä saadun aineiston sekä painelaiterekisteristä koottujen tietojen perusteella tutkijaryhmä katsoo onnettomuuden syntyyn vaikuttaneen yhtiön turvallisuusjohtamismenettelyissä havaitut puutteet, tekniset syyt ja inhimilliset tekijät.

Tutkimuksissa ei voitu aukottomasti osoittaa mitään yksittäistä teknistä vikaa, joka olisi voinut aiheuttaa onnettomuuden.

Onnettomuuden syytekijöitä on tarkemmin selvitetty kappaleissa 6.1 – 6.3.

### 6.1 Johtamismenettelyissä havaitut puutteet

- Kattilan vaaran arviointia ei ole esitetty ajallaan tarkastuslaitoksen tarkastettavaksi.
- Alkuperäisiä käyttöohjeita ei noudatettu kaikilta osin, eikä ohjeista poikkeamiselle löytynyt kirjallisesti laadittuja perusteita. Ohjeissa edellytetään mm., että mikäli kattila pysäytetään pidemmäksi ajaksi, tulisi raskaan polttoöljyn putkisto täyttää kevyellä polttoöljyllä käyntiinlähdon helpottamiseksi.
- Kattilan käyttö- ja huolto-ohjeet olivat vanhentuneet ja monilta osin puutteelliset. Toimintaohjeet poikkeavien tilanteiden varalta puuttuvat käyttöohjeistosta.

- Kattilan käyttöhenkilökunnan perehdyttäminen tehtäviinsä eritoten toimintaan poikkeavissa tilanteissa on ollut puutteellista.

## 6.2 Tekniset syytekijät

- Kuumaöljykattilan polttimen käynnistystä edeltävä 30 sekunnin tuuletusjakso täydellä ilmamäärällä (pellit kokonaan auki) oli tapahtuneen perusteella todennäköisesti liian lyhyt. Yleisesti hyväksyttynä minimiarvona pidetään kahta (2) minuuttia puolella ilmamäärällä.
- Polttimen varmuusaika sytytyksessä eli se aika, minkä suutin sumuttaa öljyä tulipesään ennen kuin liekinvartija katkaisee öljyntulon, jos liekkiä ei ole havaittavissa, oli onnettomuuskattilalla asetettu 20 sekuntiin. Sytytettäessä suositeltava varmuusajan ylärajana pidetään 5 sekuntia. Ainoastaan monipoltinjärjestelmässä arvosta voidaan poiketa, jos on varmistettu, ettei käyttöturvallisuus tästä alene. Käytössä olevalla polttimen asetusarvolla pesään menee suositukseen nähden karkeasti arvioiden nelinkertainen määrä polttoöljyä.
- Kattilan polttimen alkuperäistä toimintaa on myöhemmin käyttöönoton jälkeen muutettu oleellisesti. Käynnistymisen parantamiseksi polttoöljyn kiertoputkeen on lisätty toimilaitteellinen kuristusventtiili. Kuristusventtiilin vaikutuksesta sytytyshetken öljynpaine on korkeampi ja sumutus voimakkaampi (öljyä enemmän pesään). Kun poltin käynnistyy lähes täydellä teholla (käyttöohjeen mukaan lämmitys tulee aloittaa minimiteholla) polttoaineen ja ilman suhde todennäköisesti poikkeaa tavoitteesta (palaminen epätäydellistä, mm. koxin muodostusta). Käyttöhenkilökunnan kertoman mukaan polttimen suuttimen päähän on havaittu muodostuvan koksia ja pesän pohjaltakin sitä on jouduttu poistamaan. Myös piipusta oli onnettomuuspäivänä havaittu tulevan mustaa savua. Todennäköisesti kuristusventtiilin toiminta aiheuttaa myös paineiskuja suutintangossa.
- Polttimen suutintangon alapäässä olevan venttiililineulan on todettu olevan hyvin herkkä pienillekin epäpuhtauksille. Roskan joutuminen venttiiliin mahdollistaa öljyn vuotamisen tulipesään.

## 6.3 Henkilöiden toimintaan liittyvät syytekijät

- On epäselvyyttä siitä onko vuorossa ollut lämmittäjä saanut suullista opastusta siitä, miten menetellä tapahtuneen kaltaisessa poikkeavassa tilanteessa. Vaikuttaa ilmeiseltä, ettei käynnistysten välillä ole varmistettu kattilan tilaa katsomalla tulipesään ja samalla varmistamalla ettei pesän pohjalle ole kerääntynyt öljyä. Polttimen tilasta ei ollut muutenkaan täyttä varmuutta kolmatta käynnistystä varten. Lisäksi toisen ja kolmannen käynnistysyrityksen välinen aika on melko pitkä. Syntyy vaikutelma, että ei ole tunnettu kattilan ja polttimen rakennetta ja toimintaa riittävästi.

Edellä kerrottuun viitaten TUKESin tutkijaryhmä katsoo, että raskasta polttoöljyä on päässyt kahden epäonnistuneen käynnistysyrityksen yhteydessä kuumaöljykattilan tulipesään sellaisia määriä, että öljyn höyrystymistuote on aiheuttanut räjähdyskolmannen käynnistysyrityksen yhteydessä sytytyskärkien lyödessä kipinää.



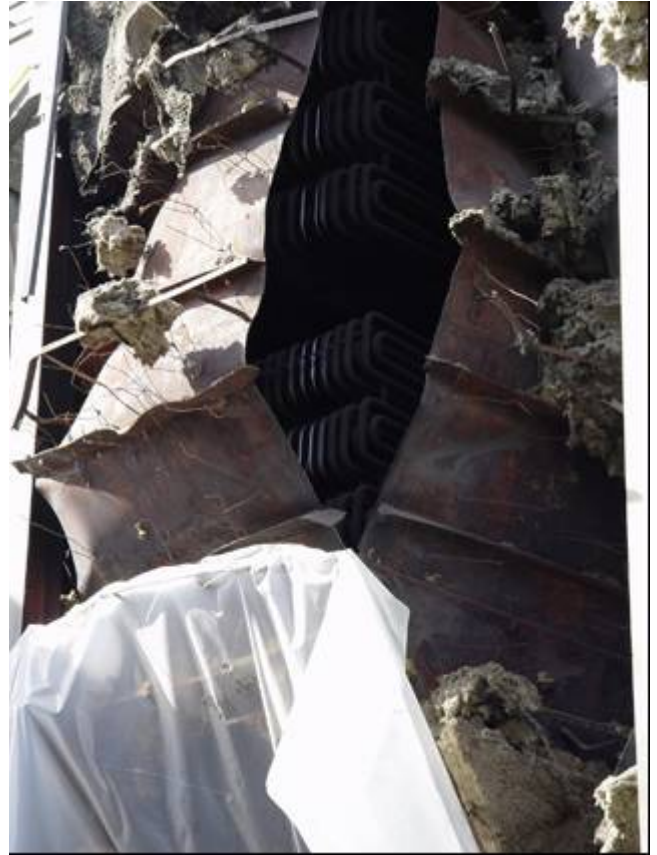
## 7. Toimenpiteet turvallisuuden parantamiseksi ja vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi

Tutkimustulosten perusteella TUKESin tutkijaryhmä ehdottaa harkittavaksi seuraavia organisaation turvatoimintaan liittyviä parannuksia sekä käyttötekniisiä toimenpiteitä, joiden avulla laitoksen käyttöturvallisuustasoa voidaan parantaa ja vastaavia onnettomuuksia ehkäistä:

- Onnettomuudesta saatujen tietojen ja kokemusten pohjalta täydennetään kattilan vaaran arviointia tunnistamalla turvallisuuden kannalta oleellimmat vaaratekijät ja työvaiheet. On toivottavaa, että vaaran arvioinnin laatimiseen ja päivitykseen osallistuu yrityksen työjohtoa ja työntekijöitä sekä tarvittaessa ulkopuolisia asiantuntijoita.
- Kattilalaitoksella työskentelevät ulkopuoliset työntekijät otetaan huomioon yrityksen turvallisuusjärjestelmissä. Riskialttiimpien käyttövaiheiden aikana ylimääräisten työntekijöiden läsnäoloa pitäisi rajoittaa mahdollisimman vähiin.
- Tarkistetaan kattilan käyttö- ja huolto-ohjeiden ajan tasaisuus ja täydennetään ohjeistoa laatimalla toimintaohjeet poikkeavien tilanteiden varalta.
- Päivitetyt ohjeet käydään läpi työntekijöiden ja työjohtoon kanssa ja annetaan ne kaikille asianosaisille kirjallisesti.
- Kiinnitetään entistä enemmän huomiota käyttöhenkilökunnan tehtäviinsä perehdyttämiseen sekä erityisesti toimintaan turvallisuuden kannalta oleellisissa työvaiheissa.
- Kannustetaan henkilökuntaa havaittujen turvallisuutta vaarantavien epäkohtien raportointiin.
- Selvitetään kattilan luotettavan ja turvallisen käytön varmistamiseksi polttimen käynnistystä edeltävän tuuletusjakson riittävyys ja polttimen varmuusajan sopivuus sytytyksessä.
- Tutkitaan polttimen alkuperäiseen rakenteeseen myöhemmin tehtyjen, sytytystapahtumaa helpottavien muutosten (mm. kuristusventtiili) tarpeellisuutta ja merkitystä turvalliselle käynnistymiselle.
- Varmistetaan polttimen suutintangon päässä olevan venttiilineulan luotettavuus ja mahdollisuudet sen käytöstä luopumiselle. Suositeltavaa olisi toisen pikasulkuventtiilin (magneettiventtiilin) lisääminen polttoöljyn suuttimelle johtavaan tuloputkeen.



Kuva 1. Poltinhuone onnettomuuden jälkeen



Kuva 2 Aukirepeytyneen Ekon kylki



Kuva 3. Näkymä luvon luota