



## Tutkintaselostus

D6/2010Y

# Kuolemaan johtanut säiliöräjähdys teollisuuslaitoksessa 15.9.2010

Tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi eikä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta käsitellä. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä. Tutkintaselostusta ei ole kirjoitettu siten, että se olisi tarkoitettu käytettäväksi oikeudenkäynnissä.

**TUTKINNAN TUNNUS:** D6/2010Y

**TUTKIJA:** Anssi Parviainen ja Petri Koistinen

**VALMISTUNUT:** 5.4.2011

<b>Tapahtuma-aika:</b>	15.9.2010 klo 8.25
<b>Tapahtumapaikka:</b>	Tehtaan säiliöalue
<b>Tapahtuman luonne:</b>	Kemikaalisäiliön räjähdys muutostyön yhteydessä
<b>Asianosaiset:</b>	Tehdas, suunnitteluyritys, kunnossapitoyritys ja metallialan alihankkijayritys. Lisäksi etäisemmin tapahtumaan liittyi muita tahoja kuten tarkastuslaitos.
<b>Seuraukset tai vahingot:</b>	Henkilövahingot yksi kuollut, yksi vakavasti loukkaantunut ja kaksi lievästi loukkaantunutta. Taloudelliset vahingot ovat uuden säiliön rakennuskustannukset.
<b>Säätila:</b>	Lämpötila 11 °C, tuulensuunta 137°, suhteellinen kosteus 98%.
<b>Valaistusolosuhteet:</b>	Aamupäivä, sää pilvinen
<b>Muut olosuhdetekijät:</b>	Ei mainittavaa

## 1 TAPAHTUMIEN KULKU

Tehtaalla viimeisteltiin keskiviikkona 15.9.2010 tärpättisäiliön yläosan ja kannen vaihtotyötä. Varsinainen vaihtotyö oli valmistunut edellisellä viikolla. Tehdyt hitsausseamat oli kuvattu ja todettu kelvollisiksi. Säiliö oli täytetty vedellä viikonloppuna 11.–12.9.2010 osana säiliön tiiveyden varmistamista, ja se oli todettu tiiviiksi. Säiliö sijaitsee toisen vastaavan kanssa maavallipadon sisällä ja patoalueen sisällä on maapohja. Toinen säiliö oli koko muutostyön ajan normaalissa käytössä.



*Kuva 1. Tuhoutunut säiliö, jonka yläosa on lentänyt pois räjähdysen voimasta. (Kuva: Poliisi)*

Perjantaina 10.9. oli tehty säiliön yläosassa asennustöitä. Osana töitä yhdistettiin hönkälinjaputki säiliöön. Hönkälinja on yhteinen viereisen säiliön kanssa. Sen tarkoituksena on johtaa säiliöstä haihtuvia kaasuja puhdistinlaitteistoon. Puhdistin sijaitsee muutaman kymmenen metrin päässä säiliöistä.

Hönkälinja oli erotettu sokeointilaipalla ennen säiliötyön aloittamista. Sokeoinnin tarkoituksena on prosessin osien erottaminen toisistaan siten, ettei niiden välillä tapahdu ai-nevirtauksia. Säiliön päällä sijaitsevan sokeoinnin oli tehnyt säiliötyön tilannut tehtaan

kunnossapidosta vastaava yritys. Prosessierotusten tarpeen ja laajuuden oli määritellyt tehtaan tekniikka- ja käyttöorganisaatio.

Työlle ei ollut tehty ennakkoon sokeointisuunnitelmaa, vaan sen laajuuden määritteli päivämestari töiden aloituspäivänä. Sokeointikohdat merkittiin prosessikaavioon. Kunnossapitoyritys toteutti sokeoinnit näiden merkintöjen mukaisesti.

Säiliön erotukset tehtiin tehtaan normaalin työlupakäytännön mukaisesti. Työlupa tuli uusia joka päivälle. Tässä työssä työlupa oli uusittu vain 8.9. ja 15.9., vaikka säiliöllä oli työskennelty myös näiden päivien välisenä aikana. Säiliö oli pesty ennen töiden aloittamista työsuunnitelman mukaisesti ja sen kaasupitoisuudet oli mitattu. Säiliön kaasupitoisuudet oli merkitty 7.9. annettuun säiliötöiden työlupaan.

Säiliön yläosa purettiin työsuunnitelman mukaisesti, jossa yhteydessä hönkälinja katkaistiin sen pystysuoralta osalta noin kaksi metriä säiliön ylätasosta alaspäin. Tässä yhteydessä poistettiin hönkälinjassa ollut sokeointilaippa. Sen jälkeen hönkälinjassa ei ollut sokeointia, mikä mahdollisti myöhemmin avoimen yhteyden syntymisen viereiseen säiliöön. Asentajat olettivat, että hönkälinjassa oli sokeointi myös jossain muussa kohdassa, ja että työskentely olisi turvallista. Katkaistu hönkälinja tukittiin kertakäyttömukista ja ilmastointiteipistä tehdyllä tukolla irto-osien kulkeutumisen estämisen vuoksi. Hönkälinjaan hitsattiin jatkopala 10.9., ja hitsaustyö sujui normaalisti. Kuitenkin hönkäputkesta oli tullut hajua.



*Kuva 2. Säiliöiden yhteinen hönkälinja. Kuvassa etualalla on työn ajan käytössä ollut säiliö. Hönkälinja käytössä olleelle säiliölle lähtee nuolen osoittamasta kohdasta. (Kuva: Poliisi)*

### **Säiliön tyhjennys**

Säiliötä alettiin tyhjentää valuttamalla vettä hitaasti miehistöluukun kautta maanantaina 13.9.2010. Veden lasku tehtiin hitaasti, jotta vettä ei tulvisi patoalueelle. Tässä vaiheessa säiliöön syntyi alipaine ja säiliöön virtasi alipaineen seurauksena tärpättikaasua eli

hönkäkaasuja viereisestä säiliöstä. Tällöin oli tiedossa, että säiliön yläosan rakenteet olivat vielä kesken. Alhaalla olevat työt katsottiin kuitenkin kiireisemmiksi tässä vaiheessa.

Keskiviikkoamuna 15.9. töitä jatkettiin säiliön päällä. Säiliön päällä oli työtaso, jonka kiinnitystä haluttiin vahvistaa hitsaamalla. Samalla hitsattiin myös juoksupyöriä uimurin kohoja varten.

Hitsaaja meni säiliön päälle ja aloitti hitsaustyön. Hänen työparinsa valmisteli samalla töiden lopetusta ja haalasi tavaroita säiliön päältä alas. Hitsauksessa muodostui lämpöä, joka johtui säiliön kannen läpi ja sytytti säiliössä olevan tärpättikaasuseoksen. Vaihtoehtoisesti kaasuseoksen saattoi sytyttää kulmahiomakoneesta lähteneet kipinät, jotka pääsivät säiliöön kannen avointen yhteiden kautta.

### **Räjähdystapahtuma, vauriot ja henkilövahingot**

Räjähdyks irrotti säiliön katon hitsaussaumastaan ja lennätti sen noin 85 metrin päähän säiliöstä. Säiliön katolla ollutta materiaalia lensi myös säiliön ympäristöön. Säiliön katolla työskennelleet asentajat lensivät samalla räjähdysten voimasta maahan. Toinen asentaja menehtyi ja toinen sai vakavia vammoja. Kolme maassa työskennellyttä henkilöä sai lieviä vammoja.

### **Pelastustoiminta**

Hätäkeskus sai onnettomuusilmoituksen matkapuhelimella kello 8.27. Ilmoituksen sisältö oli: "Säiliöräjähdyks, tärpättijäänöstä, useita loukkaantuneita, ainakin yksi kuollut". Onnettomuuteen hälytettiin joukkuelähtö Oulu-Koillismaan pelastusliikelaitokselta ja viisi sairaankuljetusyksikköä sekä lääkäriyksikkö. Ensimmäiset pelastusyksiköt olivat kohteessa kymmenessä minuutissa onnettomuusilmoituksesta eli kello 8.37. Ensimmäisen pelastusyksikön tehtävänä oli loukkaantuneiden pelastaminen ja evakuointi sekä ensihoidossa avustaminen. Seuraavaksi onnettomuuspaikka eristettiin ja varmistettiin, ettei alueella ole lisää loukkaantuneita. Alueella suoritettiin myös jatkuvaa syttymispitoisuuden mittausta noin kahden tunnin ajan. Tehdaspalokunta selvitti alueella olevien muiden säiliöiden ja putkistojen kuntoa ja mahdollisia vaurioita. Lääkinnällisestä pelastustoimesta vastasi sairaanhoitopiirin ensihoitolääkäri, joka toimi tilanteessa lääkintäjohtajana.

## **2 ONNETTOMUUDEN TAUSTATIEDOT**

Tehdas sijaitsee suurella teollisuusalueella Oulun keskustan läheisyydessä. Alueella työskentelee noin 1 200 henkeä. Alueen päätehdas on sellutehdas. Yritys käyttää sellutehtaan sivutuotteena syntyvää raakatärpättiä ja mäntyöljyä prosessissaan. Tuhoutunut tärpättisäiliö oli raakatärpätin varastosäiliö. Tehtaan lopputuotteet ovat mäntyöljy- ja tärpättijalosteita, joita hyödynnetään kemian tuotteissa.

Tehdas on osa kansainvälistä noin 1 000 työntekijän kemian konsernia. Työntekijöitä Oulussa on noin 80. Liikevaihto on noin 70 miljoonaa euroa. Konsernilla on yhteensä kymmenen tuotantolaitosta ja näistä viisi sijaitsee Euroopassa. Oulun tehdas on ollut osa konsernia vuodesta 1986. Tehtaalla on johtamisjärjestelmä, jossa on huomioitu myös turvallisuus. Johtamisjärjestelmän jalkautuminen kaikille tasoille on vielä kesken. Tehtaalla on oma turvallisuus- ja laatuysikkö.

Tehdas on ulkoistanut toimintojaan, muun muassa laboratorio- ja kunnossapitotoiminnot. Kunnossapitoa tekee tehdasalueella pitkään toiminut yritys. Sen palveluksessa olevilla henkilöillä on myös pitkä kokemus alueella toimimisesta. Kunnossapitoyrityksen ja tehtaan yhteistyö vaikuttaa hyvin toimivalle.

Tehdas oli päättänyt uusien säiliöiden katon, katon tukirakenteet ja ylimmän vaippalevykerän, mikä on rutiinimaista toimintaa alueella. Säiliöiden yläosia joudutaan uusimaan, koska ne syöpyvät kemikaalihöyryjen vaikutuksesta. Tehdas tilasi säiliömuutostyön suunnittelun insinööritoimistolta. Kunnossapitoyritys vastasi muutostyön toteutuksesta ja tilasi muutostyön tekemisen pienehkältä paikalliselta metallialan yritykseltä. Tämä yritys oli tehnyt vastaavia säiliöitä aiemminkin.

### **3 ANALYYSI**

Välitön syy onnettomuuteen oli kaasuseoksen syttyminen, jonka aiheutti joko hitsauksesta aiheutunut kannen kuumeneminen tai kulmahiomakonetyöstössä syntyneiden kipinöiden kulkeutuminen kaasuseokseen kannen avointen yhteiden kautta.

Kaasua kertyi onnettomuussäiliölle, koska viereisellä säiliöllä ja onnettomuussäiliöllä oli yhteinen hönkälinja. Linjassa oli ollut sokeointi, mutta sokeointi oli poistettu liian aikaisin. Säiliön tyhjentäminen vedestä aiheutti alipaineen, joka aiheutti syttyvän täpättikaasuseoksen viereisestä säiliöstä ja mahdollisti räjähdysten.

Yhtenä perussyynä onnettomuudelle voidaan pitää sokeointisuunnitelman puutteellista yhteensovittamista ja tiedon kulkua eri toimijoiden välillä. Lisäksi säiliön sokeointi oli teknisesti hankala toteuttaa, koska hönkälinjan ainoa erotuskohta sijaitsee säiliön päällä.

Säiliötyötä tehneet asentajat olettivat, että hönkälinjassa olisi ollut toinen sokeointi säiliön yläosassa olleen sokeoinnin lisäksi.

Toisena perussyynä onnettomuudelle oli säiliötyötä tehneiden henkilöiden puutteellinen prosessin ja siihen liittyvien riskien tuntemus. Onnettomuuteen vaikutti myös puutteellinen tiedonkulku eri toimijoiden välillä.

#### **Tehtaan turvallisuuskulttuuri**

Tehtaan ja isäntäkonsernin johtamisjärjestelmässä turvallisuus on ylätasolla huomioitu hyvin (mm. strategia). Samoin turvallisuudelle on annettu resursseja sekä investointeihin että toiminnan organisointiin. Konsernin Euroopan alueen johto saapui nopeasti onnettomuuden jälkeen tehtaalle ja suoritti omaa tutkintaa tapahtuneesta.

Tehdas oli vaatinut alihankkijoiden työntekijät käymään noin puolen päivän mittaisen turvallisuuskoulutuksen. Koulutusmateriaalissa on sekä työ- että prosessiturvallisuusasioita. Koulutus on uusittava kolmen vuoden välein. Säiliötyötä tehneet henkilöt olivat kaikki suorittaneet koulutuksen elokuussa 2010. Metallialan yrityksen toimitusjohtajan aluekoulutus oli vanhentunut vuonna 2008. Kaikilla konepajayrityksen henkilöillä oli voimassaolevat työturvallisuus- ja tulityökortit.

Tehtaalla on työlupakäytäntö ja lähes kaikki työt pitää tehdä työluvilla. Työluvan antaa tehtaan käyttöorganisaatioon kuuluva vuoromestari tai päivämestari. Työlupiin on vuoden 2010 aikana lisätty, osana konsernitason kehitystoimintaa, tarkastuslista, jonka avulla kuuluu arvioida työn riskit. Työluvista oli tunnistettu kuitenkin aika vähäisissä

määrin prosessiriskejä. Onnettomuussäiliön muutostyössä oli tunnistettu seuraavat riskit: tulenarkoja paikkoja, kemikaalit ja tukehtumisvaara eli kolme riskiä 36:n listasta. Työn riskien arviointi on hyvä käytäntö, mutta se ei kuitenkaan ollut vielä täysin jalkautunut tehtaalle.

### **Turvallisuuskulttuuri toimitusketjussa**

Tehtaan kunnossapidosta huolehtii teollisuuden kunnossapitoon ja ylläpitoon erikoistunut yritys. Sillä on noin 1 400 työntekijää, joista Oulun tehtaalla työskentelee 5–10. Yrityksellä on pitkä kokemus tehtaan toiminnasta. Nykyinen kunnossapitosopimus tehtaan ja kunnossapitoyrityksen välillä on kolmivuotinen, ja se sisältää partnership-tyyppisen yhteistyön elementtejä. Sopimus velvoittaa kunnossapitoyrityksen noudattamaan tehtaan turvallisuusohjeistusta. Sopimus oikeuttaa kunnossapitoyrityksen käyttämään alihankkijoita, joiden käytöstä tulee kuitenkin tiedottaa tehtaan organisaatiota. Tämän tyyppinen toiminta näyttää luovan hyvät edellytykset turvallisuuden varmistamiseen toimitusketjussa.

Säiliön muutostyön toteutti paikallinen metallialan yritys kunnossapitoyrityksen alihankkijana. Sillä on noin 10 työntekijää. Yritys oli tehnyt vastaavia säiliötöitä tehdasalueella aiemminkin. Säiliön muutostyön valvonnasta ja toteuttamisesta vastasi kunnossapitoyritys. Metallialan yrityksen toimitusjohtaja haki tarvittavan työluvan tehtaan valvomosta ja kävi siinä yhteydessä työn läpi vuoromestarin kanssa. Sen jälkeen toimitusjohtaja kävi työn läpi kulun eri vaiheet vanhimman asentajan kanssa. Ilmeisesti tieto prosessien riskeistä ei välittynyt kaikille säiliötyöhön osallistuville. Työ suoritettiin suunnittelutoimiston laatiman työsuunnitelman mukaan, joka ei ollut työluvan antajien käytössä. Onnettomuushetkellä kaksi metallialan yrityksen henkilöä työskenteli säiliön katolla. Katolla oli työtaso, mutta töissä tulee helposti tarve työskennellä tason ulkopuolella. Heillä ei ollut onnettomuuden sattuessa turvavaljaita, mutta olisi ainakin hyvän ammattikäytännön mukaista käyttää niitä.

### **Turvallisuuskulttuurin analyysi**

Onnettomuus tapahtui, kun säiliön muutostyö oli pääosin valmistunut, mutta tuli tarve tehdä pieniä lisäkorjauksia. Tässä vaiheessa riskien arviointi jää helposti tekemättä, koska aiemmin on tehty suuremman riskin omaavia ja merkittävämmiksi koettuja töitä.

Onnettomuus osoitti, että korkea turvallisuuskulttuuri tulee varmistaa koko toimitusketjussa. Tehtaan ja isäntäorganisaation johtamisjärjestelmässä turvallisuudella on korkea merkitys. Tehtaan ja kunnossapitoyrityksen välillä oleva pitkä yhteistyösuhde luo periaatteessa hyvät edellytykset korkean turvallisuuskulttuurin muodostumiselle. Kuitenkin toimintatavoissa (mm. töiden suunnittelu ja ohjaus) oli havaittavissa puutteita johtamisjärjestelmän jalkautumisessa. Ongelmallisina alueina näytti kuitenkin olevan turvallisuuskulttuurin jalkautuminen metallialan yritykselle, jonka toimintatavoissa oli havaittavissa useita viitteitä turvallisuuden laiminlyönneistä. Näitä laiminlyönnejä tosin osaltaan mahdollisti metallialan yrityksen töiden vähäinen valvonta säiliötyön aikana.

### **Pelastustoiminnan analyysi**

Pelastustoiminta onnettomuuskohteessa käynnistyi nopeasti. Painopiste oli lääkinällisessä pelastustoiminnassa ja mahdollisten lisävahinkojen estämisessä. Pelastustoiminta tehtaan ja viranomaisten välillä sujui hyvin, ja onnettomuudessa vakavasti loukkaantuneet saatiin ensihoitolääkärin johdolla nopeasti hoitoon. Pelastustoiminnan johtaja järjesti tiedotustilaisuuden kaupungintalon valtuustosalissa kello 11.00.

## 4 TOTEAMUKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Tärpättikaasu syttyi säiliön kansirakenteiden viimeistelytyöissä, kun kannen päällä käytettiin hitsauslaitetta tai kulmahiomakonetta.
2. Säiliöön syntyi alipaine, kun sitä tyhjennettiin vedestä. Tällöin syttyvää tärpättikaasua virtasi viereisestä säiliöstä onnettomuussäiliöön näiden yhteistä hönkälinjaa pitkin.
3. Viereinen säiliö oli muutostyön ajan normaalissa käytössä.
4. Onnettomuudessa kuoli yksi henkilö. Yksi loukkaantui vakavasti ja kolme henkilöä lievästi.
5. Säiliöiden välinen hönkälinja oli ollut sokeioitu, mutta sokeinti oli jo poistettu.
6. Alihankintaketjussa suunnitelmien yhteensovittaminen ja turvallisuustietoisuus oli puutteellista.
7. Onnettomuudessa pelastustoimintaa oli hyvin vähän, ja ne sujuivat moitteetta.
8. Tehdasalueelle oli laadittu ulkoinen ja sisäinen pelastussuunnitelma, ja sitä oli myös päivitetty. Onnettomuudessa toimittiin pelastussuunnitelman mukaisesti.

## 5 TOTEUTETUT TOIMENPITEET

Tehdas on onnettomuuden jälkeen kehittänyt työlupakäytäntöjä ja riskien arviointia sekä tehostanut laadunvalvontaa. Tehdas myös edellyttää jatkossa kaikkia osallistumaan aloituspalaveriin, jossa käydään läpi työn kulku ja työhön liittyvät riskit sekä niiltä suojautuminen.

Tehdas hakee parhaillaan kunnossapitopäällikköä, jonka tehtävä on urakoitsijoiden valvonta. Aiemmin tehtävää on hoitanut tuotantopäällikkö oman työnsä ohella.

Tehdas kehittää sokeointikäytäntöjään.

Tehdaskonserni on tehnyt tapahtumasta omaa tutkintansa. Siitä ei ole erillistä raporttia, eikä sitä ole käytetty tässä tutkinnassa. Konsernin sisällä on jaettu onnettomuuden johdosta tulleita oppeja konsernin muille laitoksille.

Tapahtuman myötä tuli esille, että tehtaan (tärpätti)kaasujen tutkimiseen käyttämät mittarit eivät anna tarkkaa tietoa näiden pitoisuuksista, koska mittarit oli kalibroitu propaanikaasulle. Tehdas on ilmoittanut muuttavansa tämän johdosta mittareiden arviointi- ja hyväksymismenettelyitä. Mittareiden kalibroinnin ongelmat eivät olleet myöskään pelastuslaitoksen tiedossa.

Sisäinen pelastussuunnitelma on uusittavana ja siinä on tarkoitus huomioida onnettomuustapahtuma.



## **6 TUTKIJOIDEN TOIMENPIDE-EHDOTUKSET**

Säiliöön tulevat putkilinjat tulee pystyä erottamaan helposti kaikissa tilanteissa.

Vaarallisia kemikaaleja sisältäville tai suurienergisille prosesseille tulee laatia erillinen erotussuunnitelma (sokeointisuunnitelma).

Ennen prosessilaitteiden tulitöiden aloittamista tulee aina varmistua kohteen paloturvallisuudesta syttyvien kaasujen mittauksella. Mittarit tulee kalibroida tutkittavalle aineelle.

Turvallisuus- ja riskitietoisuus tulee varmistaa koko toimitusketjussa. Työhön liittyvät prosessi- ja työturvallisuus riskit tulee käydä läpi kaikkien siihen osallistuvien kanssa.

## **LÄHTEET**

1. Tehtaan työsuunnitelmat
2. Tehtaan sisäinen pelastussuunnitelma
3. Häätokeskuksen ja pelastuslaitoksen selosteet
4. Haastattelut ja poliisin kuulustelupöytäkirjat
5. Valokuvat