

Onnettomuustutkintaraportti

Dnro 11573/06/2010

Arizona Chemical Oy:n säiliöräjähdys 15.9.2010



Tutkijaryhmä:

Taimo Tihinen

Aki Ijäs

Sisällysluettelo

Tutkimusraportin tiivistelmä	3
Määritelmiä	4
1. Toiminnan yleiskuvaus	5
2. Onnettomuuspaikan kuvaus.....	6
3. Tapahtuman kuvaus	7
3.1. Tapahtumat ennen onnettomuutta	7
3.2. Onnettomuustilanne	8
3.3. Tapahtumat onnettomuuden jälkeen	9
4. Onnettomuuden seuraukset	9
5. Onnettomuuden tutkinta	11
6. Tutkinnan tulokset.....	11
6.1. Tekniset syyt	11
6.2. Inhimilliset ja organisaation toimintaan liittyvät tekijät	14
6.3. Säännösten noudattaminen	16
7. Johtopäätökset	17
8. Toimenpide-ehdotukset	18
Lähteet.....	19
Liite 1 AcciMap-kaavio	

Tutkimusraportin tiivistelmä

Onnettomuustapaus	Säiliöräjähdyks säiliön katon uusintatöiden yhteydessä.
Tapahtuma-aika	15.9.2010 klo 8.25
Tapahtumapaikka	Arizona Chemical Oy:n tehdas Oulun Nuottasaarella.
Yhteenveto onnettomuudesta ja tutkinnan tuloksista	Arizona Chemical Oy:n Oulun tehtaalla sattui säiliöräjähdyks alihankkijan työntekijöiden tehdessä tulitöitä tislauksjäännöksen varastosäiliön uusitulla katolla. Katolla käytettiin kulmahiomakonetta ja hitsauslaitteita, jolloin säiliöön päässyt kaasuilmasoseos syttyi räjähdysenomaisesti. Kaasuilmasoseos oli päässyt säiliöön viereisestä säiliöstä hönkäputkea pitkin. Räjähdyksessä kuoli yksi ihminen ja yksi loukkaantui vakavasti. Säiliön katto lensi räjähdysen voimasta 85 metrin päässä olleen työmaakopin seinään.
Tutkintaryhmän ehdottamat toimenpiteet vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi	<p>Tutkintaryhmä esittää seuraavia toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi. Suositukset ovat yleisiä, koko toimialaa ja vastaavia projekteja koskevia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usean toimijan projekteissa määritellään tarkkaan vastuut toimintojen ja suunnitelmien yhteensovittamisesta ja turvallisuusvalvonnasta. • Kemikaalien käytönvalvojan rooli määritellään selkeästi vaarallisiin kemikaaleihin liittyvissä työprojekteissa. • Riskien arvioinnissa huomioidaan työkohtaiset riskit, käytetään apuna kunnonlista PI-kaaviota ja käydään työkohteessa. • Työlupia annettaessa varmistetaan työntekijöiden ymmärrys työtä koskevista riskeistä. Työvaiheet käydään paikan päällä läpi työntekijöiden kanssa. • Henkilöturvallisuuden lisäksi huomioidaan myös prosessiturvallisuus. • Laitoksia ja laitteistoja suunniteltaessa huomioidaan sokeointi siten, että sen toteutus ja valvonta on helppoa. • Sokeoinnin tarkoitukseton poistaminen estetään lukituksilla tai merkinnöillä. • Turvallisuuskoulutuksessa huomioidaan myös työtehtäväkohtainen turvallisuus. • Tulityövärtijan rooli määritellään selkeästi ja kirjataan tapauskohtaisesti. Tulityövärtija ei osallistu tulitöihin. • Pitoisuusmittauksia tehdään riskinarvioinnin mukaisesti eri työvaiheissa. • Toiminnanharjoittajalla tulee olla luotettava järjestelmä, jolla varmistetaan selvilläolo kemikaalien ominaisuuksista.
Tutkintaraportin päiväys	8.3.2011
Tutkijaryhmän allekirjotukset ja nimenselvennykset	Taimo Tihinen Aki Ijäs

Määritelmiä

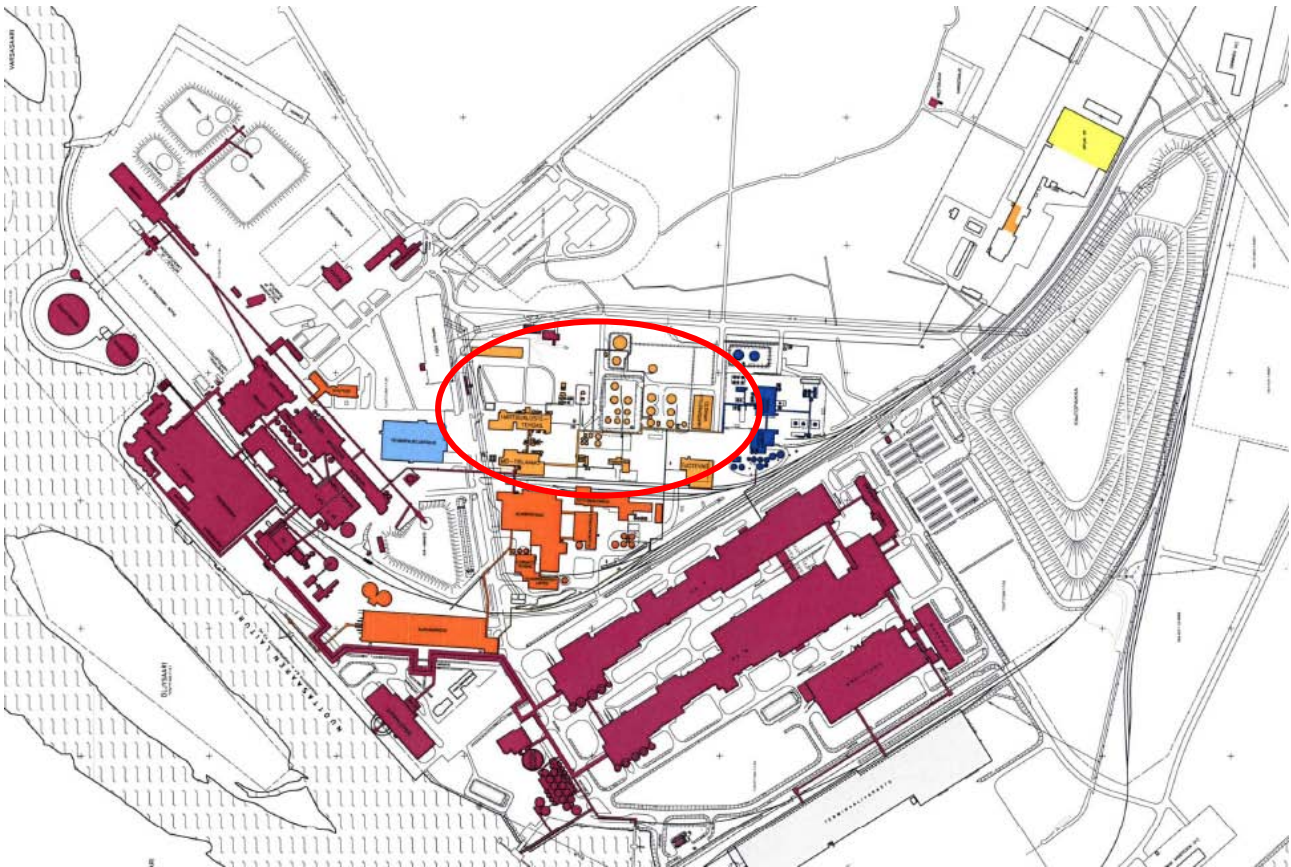
Sopimuskumppani	Arizona Chemical Oy:n alueella vakituisesti kunnossapitotöitä tekevä toiminnanharjoittaja. Yritysten välillä on kolmen vuoden sopimus kunnossapitotoiminnasta.
Alihankkija	Sopimuskumppanin käyttämä ulkopuolinen palveluntarjoaja. Yritysten välinen sopimus oli vain yksittäistä projektia koskeva.
Tulityövartija	Henkilö, joka valvoo, että tulitöiden suorittaminen on turvallista.
Sokeointi	Prosessin osien erottaminen toisistaan esimerkiksi laippaliitokseen asennetulla sokeointilevyllä siten, että niiden välillä ei ole ainevirtauksia.
Hefti	Pieni hitsipiste, jolla kappaleet kiinnitetään toisiinsa ennen varsinaista hitsausta.
Hönkäputki	Putki, jota pitkin säiliössä olevasta nesteestä muodostuneet kaasut johdetaan pesurille.
Yhde	Säiliössä oleva liitinkohta, johon voidaan liittää muita komponentteja, kuten putkia tai mittalaitteita.
Leimahduspiste	Alin lämpötila, jossa nesteen pinnasta normaali-ilmanpaineessa erottuu niin paljon höyryä, että se muodostaa pinnan lähellä olevan ilman kanssa syttyvän höyry-ilmaseoksen määritettynä tutkimusmenetelmällä, jossa käytetään niin sanottua suljetun upokkaan menetelmää.
Itsesyttymislämpötila	Aineen itsesyttymislämpötila on se alin lämpötila, johon kuumennuttuaan aine syttyy itsestään palamaan ja jatkaa palamista ilman ulkopuolista lämmönlähdettä, liekkiä tai kipinää.
Alempi syttymisraja	Se pitoisuus, jonka alapuolella kaasuilmaseos ei enää syty.
Ylempi syttymisraja	Se pitoisuus, jonka yläpuolella kaasuilmaseos ei enää syty.
Käyttöturvallisuustiedote	Käyttöturvallisuustiedote on asiakirja, jolla välitetään tietoa aineen tai seoksen ominaisuuksista, riskeistä sekä turvallisesta käytöstä teollisuudessa tai ammatissa. Kemikaalin valmistajan, maahantuojan, jakelijan tai muun toiminnanharjoittajan, joka vastaa kemikaalin markkinoille saattamisesta, on laadittava ammattikäyttöön tarkoitettu kemikaalista käyttöturvallisuustiedote ja toimitettava se kemikaalin vastaanottajalle.

1. Toiminnan yleiskuvaus

Arizona Chemical Oy on osa amerikkalaista Arizona Chemicalia, jonka omistaa American Securities. Arizona Chemical Oy:n liiketoiminta perustuu sulfaattiselluloosan valmistuksessa syntyvien raakamäntyöljyn ja raakätärpätin tislaukseen sekä tislauustuotteiden jatkojalostukseen. Oulun tuotantolaitokset ovat mäntyöljyn ja tärpätin tislaukset sekä hartsijalostetehdas. Mäntyöljytisleet käytetään pääasiassa maaliteollisuuden raaka-aineena ja tärpätin tisleet liuotin- ja puhdistusaineteollisuuden raaka-aineena. Hartsijalosteiden käyttöaluetta ovat mm. tartutinhartsiliimat, synteettisen kumin valmistus ja massaliimaus paperikoneella.

Tehdasalue sijaitsee Nuottasaaren kaupunginosassa, Oritkarin, Vihreäsaaren ja Nuottasaaren satamien välittömässä läheisyydessä. Tehdasalueella, joka on kokonaislaajuudeltaan 160 hehtaaria sijaitsevat Arizona Chemical Oy :n lisäksi Stora Enso Oyj :n tehtaat, Oplax Oy sekä Akzo Nobelin omistamat Eka Chemicals Oy ja Eka Polymer Latex Oy.

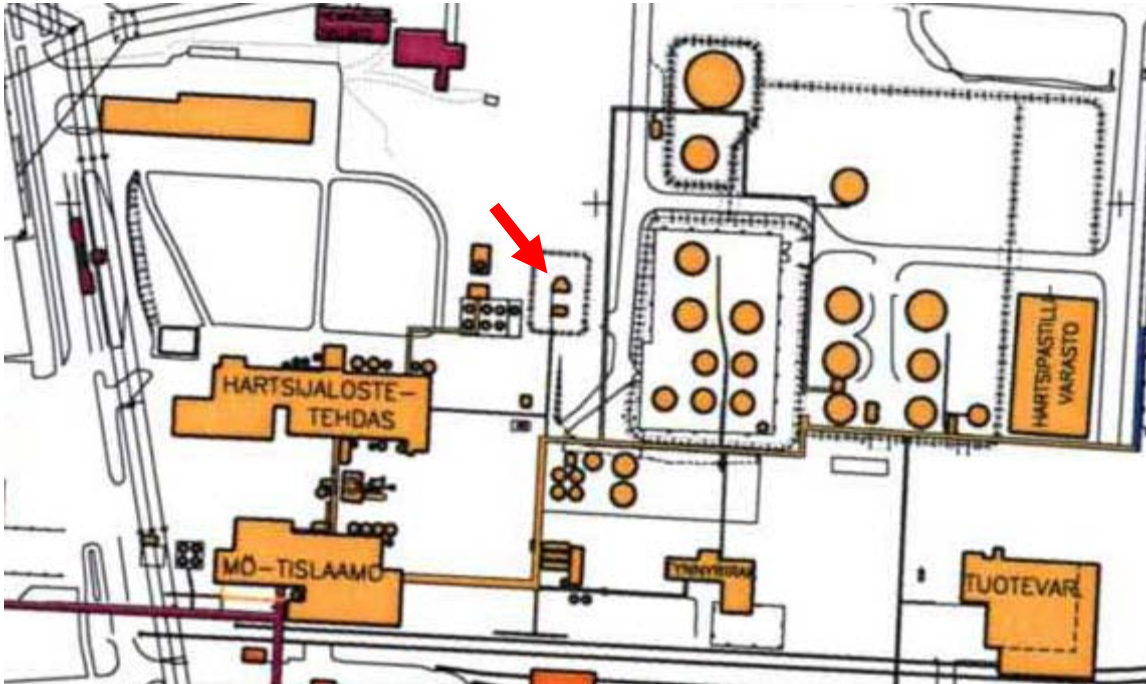
Arizona Chemical Oy:n tehtaalla valmistetaan, käsitellään ja varastoidaan vaarallisia kemikaaleja mm. raakätärpättiä ja sen tislauustuotteita sekä lämmönsiirtonesteitä ja raskasta polttoöljyä.



Kuva 1. Nuottasaaren tehdasalue. Arizona Chemical Oy:n alue ympäröitynä punaisella.

2. Onnettomuuspaikan kuvaus

Räjähdys tapahtui Arizona Chemical Oy:n Nuottasaaren tehtaalla. Tehtaan säiliöalueella tehtiin tislusjäännöksen varastosäiliöön (säiliö TJ6) katon ja ylimmän vaippalevykerroksen uusintatöitä. Lisäksi nesteputkistoihin tehtiin onnettomuutta edeltävien päivien aikana muutostöitä. Samassa vallitilassa on myös toinen tislusjäännöksen varastosäiliö TJ5.



Kuva 2. Arizona Chemical Oy:n alue. Säiliö TJ6 merkittynä nuolella.

Säiliössä TJ5 varastoidaan yleensä tärpätin tislauksen viimeisen kolonnin pohjatuotetta eli tärpätin tislusjäännöstä. Tislusjäännös koostuu pääasiassa painavimmista yhdisteistä. Kun tislusjäännös ajetaan säiliöön TJ5 puhtaana, sitä voidaan toimittaa tuotteena tarpeen vaatiessa asiakkaalle. Säiliö TJ6 toimii tavallisesti kuumaöljykattilan polttoainevarastona. Tislusjäännöksen lisäksi sinne voidaan ajaa tärpätin tislauksen esitislettä, joka on tärpätin tislauksen ensimmäisen kolonnin tisle. Tislusjäännöksen saanto kokonaistuotannosta on noin 20 %. Esitisleen saanto on taas noin 4 %:n luokkaa. Säiliön TJ6 tilavuus on 187 m³ ja TJ5 säiliön 150 m³.

Säiliöillä on yhteisiä putkilinjoja. Säiliöiden hönkäputket yhdistyvät ja höngät menevät yhteiselle hönkäpesurille. Pesuri toimii painovoimaisesti. Säiliöiden katolla on yli- ja alipaineventtiilit. Säiliön TJ6 yli- ja alipaineventtiili aukeaa paineen ollessa yli 25 mbar tai alle -5 mbar. Säiliössä TJ6 on kaksi miesluukua. Toinen miesluukku sijaitsee lähellä maanpintaa ja toinen säiliön katolla. Nesteputkistot ovat osin yhteisiä säiliön TJ5 kanssa.



Kuva 3. Säiliöt TJ6 (vasemmalla) ja TJ5.

3. Tapahtuman kuvaus

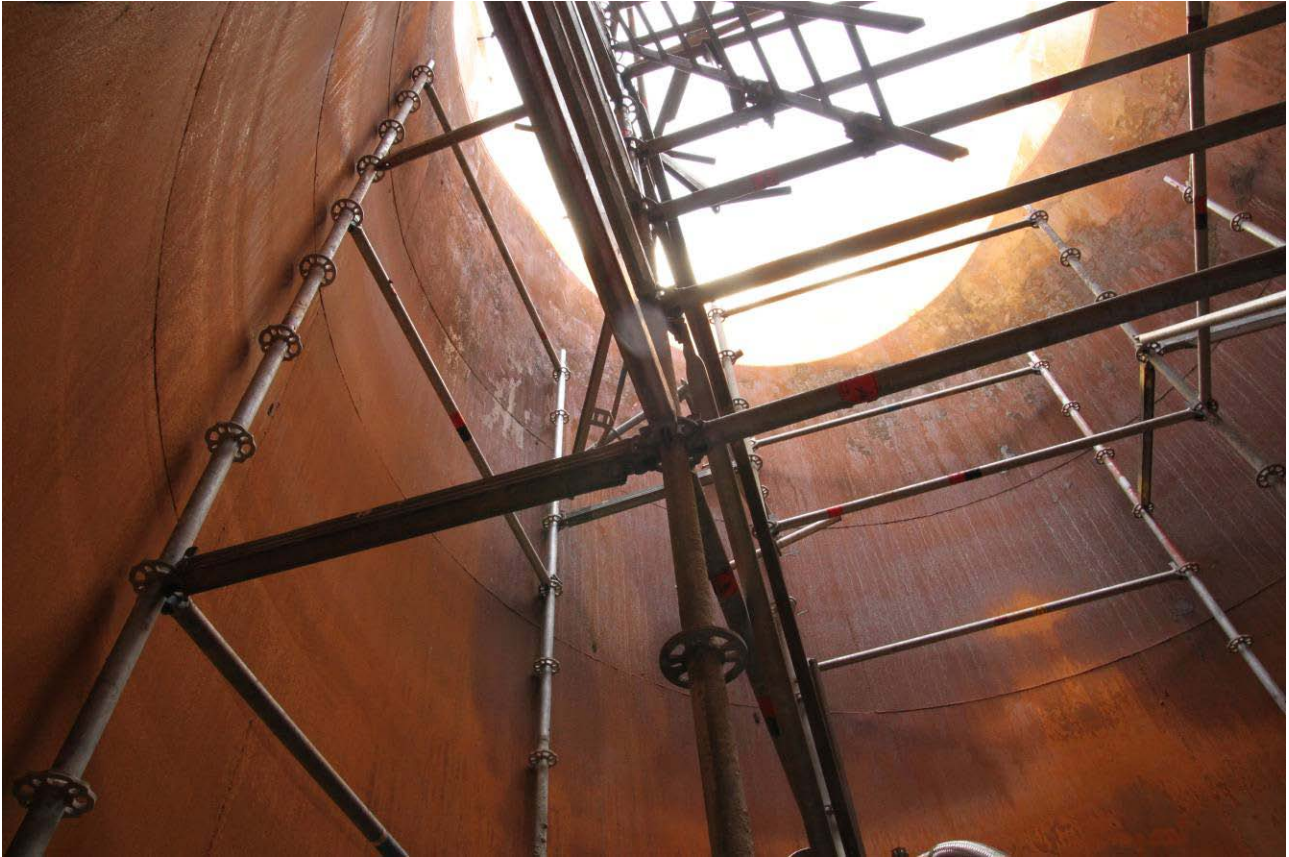
3.1. Tapahtumat ennen onnettomuutta

Arizona Chemical Oy:n vuonna 2009 teettämässä ultraäänikokeessa kattomateriaalin vahvuudeksi havaittiin noin puolet alkuperäisestä. Säiliön katto ja ylin vaippakerros päätettiin uusida vuoden 2010 aikana. Arizona Chemical Oy:n kunnossapidon sopimuskumppanilta pyydettiin kustannusarviota projektista keväällä 2010. Sopimuskumppani kilpailutti varsinaisen katon vaihtotyön kevään aikana ja tilasi tarvittavat piirustukset ja työsuunnitelman ulkopuoliselta suunnittelutoimistolta. Tarjouskilpailun voittaneen alihankkijan kanssa sovittiin urakan aloittamisesta syyskesällä 2010.

Sopimuskumppani sokeoi säiliön TJ6 2.9.2010. Sokeointi tehtiin neljään säiliöön tulevaan nesteputkeen sekä hölkäputkeen. Hölkäputken sokeointi tehtiin säiliön TJ6 katon päällä olevaan laippaliitokseen. Samana päivänä säiliön pohjalta imettiin sakka pois ja säiliötä pestiin luukun kautta. Säiliö jätettiin tuulettumaan yöksi. 3.9.2010 säiliö pestiin painevesilaitteilla säiliön sisältä. Pesuun käytettiin aikaa noin neljä tuntia ja vettä kului nelisen kuutiota. Pesujen ja kuivauksen jälkeen telineyrityksen työntekijät menivät sisään rakentamaan telineitä.

Varsinainen säiliötyö aloitettiin 7.9.2010. Työtä tekevän alihankkijan toimitusjohtaja kävi noutamassa ensimmäisen työluvan aamulla, jonka jälkeen vuoromestari kävi työkohteessa työn läpi alihankkijan kanssa. Hölkäputki katkaistiin pystysuoralta osalta ja kaksi muuta säiliön TJ6 katolle tulevaa putkea katkaistiin tai käännettiin sivuun, jotta katon nostaminen ylös oli mahdollista. Hölkäputken sokeointilevy irrotettiin paikaltaan ja laskettiin pulitteineen poistettavan katon päälle. Ylimmän ja toiseksi ylimmän vaippalevykerrok-

sen välinen sauma leikattiin kulmahiomakoneella ja vanha katto nostettiin nosturiyrityksen toimesta alas. Hönkäputken päähän laitettiin ilmastointiteipistä tehty suoja, joka esti roskien ja muun ylimääräisen tavarain putoamisen hönkäputkeen töiden aikana. Kattoa vaihdettaessa työskenneltiin myös säiliön sisällä.



Kuva 4. Säiliön sisäpuoli ja sisälle rakennetut telineet.

Uusi katto nostettiin paikoilleen 8.9.2010. Kattoa hitsattiin 8.9. - 10.9.2010. Inspecta Oy kävi tarkastamassa säiliön perjantaina 10.9.2010. Viikonlopun aikana säiliö täytettiin vedellä sen tiiveyden tarkistamiseksi. Maanantaiaamuna 13.9.2010 Inspecta kävi tarkastamassa säiliön tiiveyden, jonka jälkeen säiliötä TJ6 alettiin hiljalleen tyhjentää vedestä. Tyhjennys tehtiin raolleen jätetyn alaosan miesluukun kautta. Tyhjennystä ei voitu tehdä nopeasti, koska muuten maapohjainen vallitila olisi tulvinut ja haitannut säiliöllä työskentelyä.

Maanantain 13.9.2010 aikana työn alussa irtileikattuun hönkäputkeen hitsattiin 30 - 40 cm pituinen jatko-pala ja hönkäputki liitettiin säiliön TJ6 uusittuun kattoon. Hönkäputkessa alun perin ollut sokeointilevy oli tullut uuden katon mukana säiliön päälle, mutta sitä ei asennettu enää paikoilleen. Katon miesluukku suljettiin 13.9.2010. Maanantai-illan aikana aloitettiin myös putkistomuutostyöt nesteputkiin. Putkistotöitä jatkettiin myös tiistaina 14.9.2010.

3.2. Onnettomuustilanne

Keskiviikkona 15.9.2010 alihankkija kävi noutamassa tulityöluvan Arizona Chemical Oy:n vuoromestareiden huoneesta klo 7.25. Tarkoituksena oli hitsata päivän aikana säiliön TJ6 katolle pinnanmittausvaijerien rullia ja parantaa tikapuiden kiinnitystä. Säiliössä oleva vesi oli laskenut alaosan miesluukun tasolle. Yksi alihankkijan työntekijöistä lähti noutamaan lähistöllä olevalta autolta taljaa miesluukun pois nostamista varten. Hän oli hetki aikaisemmin raottanut lisää alemman miesluukun kantta ja luukku jäi roikkumaan yhdellä

pultilla. Säiliön alaosassa työskenteli kaksi telineyrytyksen miestä ja yksi telineyrytyksen palkkaama vuokratyöntekijä.

Katolla työskenteli kaksi miestä. Onnettomuutta edeltävinä hetkinä käytettiin kulmahiomakonetta maali-pinnan puhdistukseen ja hitsattiin heftejä pinnanmittausvaijerin rullien kiinnitystä varten. Toisen henkilön tehtävänä oli toimia tulityövärtijana, koska hänellä ei ollut hitsaamiseen vaadittavaa pätevyyttä. Taljaa nou-taneen työntekijän palatessa autolta kuului säiliöltä voimakas räjähdys. Säiliön katto irtosi katon ja ylimmän vaippakerroksen välisestä hitsausliitoksesta ja lensi räjähdyspaineen vaikutuksesta noin 85 metrin päähän. Toinen katolla olleista henkilöistä menehtyi iskusta saamiinsa vammoihin ja toinen putosi alhaalla olevaan vallitilaan loukkaantuen vakavasti.

Onnettomuudella oli muutamia silminnäkijöitä. Yksi silminnäkijöistä kulki jalostetehtaan eteläpäästä kohti säiliötä TJ6 ja oli noin 65 metrin päässä säiliöstä räjähdysen sattuessa. Silminnäkijän mukaan säiliöllä suhisi ennen räjähdystä. Suhina oli voimistuvaa ja kesti muutaman sekunnin ajan. Toinen silminnäkijä seiso i 150 metrin päässä onnettomuuspaikasta mäntyöljytislaamon eteläpäässä. Hänen mukaansa säiliö huojahti pari kertaa nopeasti ennen räjähdystä. Silminnäkijöiden mukaan säiliö kävi räjähdys hetkellä ilmassa ja säiliön pohja pullistui. Tehdasalueella lukuisat henkilöt joko ulkona tai sisällä tiedostivat tapahtuman välittömästi äänihavaintona ja osittain näköhavaintona ja heitteinä. Räjähdysen ääni oli voimakas kuuluen Oulun alu-eella taloihin jopa kymmenen kilometrin päähän.

3.3. Tapahtumat onnettomuuden jälkeen

Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun hätäkeskus vastaanotti hätäilmoituksen klo 8.27. Hätäkeskuksen ensim-mäinen pelastusajoneuvo oli kohteessa klo 8.36. Myös Stora Enson tehdaspalokunta tuli välittömästi paikal-le saatuaan tiedon onnettomuudesta. Yhteensä kohteeseen hälytettiin 12 pelastusajoneuvoa.

Tehtaalla järjestettiin ensimmäinen kriisipalaveri hyvin pian onnettomuuden jälkeen. Räjähdys onnetto-muuden tiedotustilaisuus järjestettiin Oulun kaupungin valtuustosalissa klo 11.00.

Tapahtumaa alkoivat tutkia Turvatekniikan keskus (1.1.2011 alkaen Turvallisuus- ja kemikaalivirasto), On-nettomuustutkintakeskus, poliisi ja työsuojeluviranomainen.

Alueella kiersi helikopteri median toimesta ottamassa valokuvia. Nuottasaaren alue ei ole lentokieltoaluet-ta.

4. Onnettomuuden seuraukset

Onnettomuudessa kuoli yksi ihminen ja yksi loukkaantui vakavasti. Lisäksi kolme henkilöä loukkaantui lie-västi.

Säiliöstä lensi räjähdyksessä useita heitteitä. 900 kg:n painoinen katto lensi 85 metrin päähän säiliöstä osu-en alihankkijoiden alueella olevan varastokopin seinään. Varastokoppi oli tapahtumahetkellä tyhjillään hen-kilöistä. Heitteitä löydettiin jopa 160 metrin päässä säiliöstä. Heitteet eivät aiheuttaneet vakavia henkilöva-hinkoja.



Kuva 5. Säiliön katto.



Kuva 6. Säiliön katto osui 85 metrin päässä olleen työmaakopin seinään.

Säiliön katto oli hitsattu ylipäähän vaippalevykerrokseen yksipuoleisella pienahitsillä (ns. heikkosauma). Kattorakenne toimi suunnitellulla tavalla purkaen räjähdyspaineen ylöspäin. Säiliön pohja pullistui räjähdyksessä. Kattoon liitetyt yhteyt repeytyivät räjähdyksessä. Vaarallisia kemikaaleja ei päässyt onnettomuudessa ympäristöön.



Kuva 7. Säiliön pohja pullistui räjähdyksessä.

5. Onnettomuuden tutkinta

Tukes nimitti onnettomuutta tutkimaan ylitarkastaja Taimo Tihisen (tutkintaryhmän puheenjohtaja) ja turvallisuusinsinööri Aki Ijäksen. Tutkinta suoritettiin yhteistyössä Tukesin, Onnettomuustutkintakeskuksen, poliisin ja työsuojeluviranomaisen kesken.

Tutkinta aloitettiin välittömästi onnettomuuspäivänä. Tutkinnan yhteydessä Arizona Chemical Oy:n Nuottasaaren tehtaalla käytiin kahdeksan kertaa. Haastatteluja tehtiin Arizona Chemical Oy:n ja projektissa mukana olleiden alihankkijoiden edustajille. Projektiin voidaan katsoa osallistuneen ainakin yhdeksän eri yritystä. Osa haastatteluista tehtiin yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa.

Poliisi toimitti Tukesille tutkinnan aikana valokuvia ja tietoja heitteiden sijainnista. Poliisi kuulusteli onnettomuuden eri osapuolia. Onnettomuusprojektissa mukana olleet yritykset toimittivat Tukesin pyynnöstä asiapapereita ja tarvittavia tietoja.

Tukes harkitsi tutkinnan aikana hitsauslämpötilan kokeellista selvittämistä, mutta selvityksestä luovuttiin koska hitsauslämpötila arvioitiin kaikissa olosuhteissa riittäväksi syttymislähteeksi. Arizona Chemical Oy toimitti tietoja tislusjäännöksen ja esitisleen ominaisuuksista.

6. Tutkinnan tulokset

6.1. Tekniset syyt

Räjähdyksessä vaatii tapahtuakseen hapen, palavan aineen ja syttymislähteen esiintymisen. Jos yksikin näistä puuttuu, palaminen ei ole mahdollista. Säiliötyössä pyrittiin estämään palavan aineen esiintyminen säiliössä säiliön huolellisella pesemisellä ja sokeoimalla säiliöön tulevat yhteydet.

Säiliö oli ennen tulitöiden aloittamista pesty vedellä. Työn alussa tehdyt mittaukset osoittivat myös, että tulitöiden tekeminen olisi turvallista. Mittauksia ei kuitenkaan uusittu työn edetessä. Kaikki putket oli sokeoitu työn alussa. Hönkäputki katkaistiin vanhan katon pois nostamista varten 7.9.2010 ja samassa yhteydessä poistettiin hönkäputken sokeointilevy. Sokeointilevyä ei kiinnitetty paikoilleen, kun hönkäputki liitettiin uuteen kattoon. Nesteputket olivat katon uusimisen jälkeen edelleen sokeoituina, joten niiden kautta palavaa ainetta ei ole voinut päästä säiliöön TJ6.



Kuva 8. Hönkäputken sokeointilevy.

Hönkäputki liitettiin uuteen kattoon 13.9.2010. Samana päivänä yläosan miesluukku suljettiin. Säiliöön jäi auki korvausilmaa varten yli- ja alipaineventtiili, halkaisijaltaan 80 mm oleva yhde, pinnanmittausvaijerien pienet yhteet ja säiliöön liitetty hönkäputki. Kun vesipinta laski raollaan olevan alemman miesluukun tasolle, korvausilmaa pääsi säiliöön myös sitä kautta. Avoimet yhteet mahdollistivat palamisen vaatiman hapen pääsyn säiliöön.

Avoin hönkälinja mahdollisti hönkien kulkeutumisen esitislettä ja tislusjäännöstä sisältäneestä säiliöstä TJ5 säiliöön TJ6. Vedenpinnan laskeminen aiheutti säiliöön TJ6 alipainetta ja korvausilmaa oli mahdollista tulla edellä mainittujen yhteiden ja hönkäputken kautta. Alemman miesluukun reilumpi avaaminen juuri ennen onnettomuutta on lisännyt veden poistumisnopeutta sekä kaasujen virtaamista säiliöön. Säiliön TJ5 pinnan korkeustietojen mukaan säiliön pinta on kääntynyt nousuun 13.9. klo 13.50 aiheuttaen säiliöön ylipainetta. Tämä on helpottanut höngän kulkeutumista TJ6 säiliöön.

Palavan aineen eli säiliöstä TJ5 kulkeutuneen höngän tarkkaa koostumusta onnettomuushetkellä on vaikea arvioida, koska säiliöön ohjataan sekä esitislettä että tislusjäännöstä. Sylvapine 421 (tislusjäännöstuote) käyttöturvallisuustiedotteen mukaan aineen itsesyttymislämpötila on 220° C ja leimahduspiste 65° C. Arizo-

na Chemical Oy:n teettämien mittausten mukaan leimahduspisteet ovat kuitenkin vaihdelleet viime aikoina välillä 24 - 46° C. Alempi syttymisraja Sylvapine 421:lle on 0,8 %. Ylempää syttymisrajaa ei ole ilmoitettu. Esitisleen itsesyttymislämpötila on käyttöturvallisuustiedotteen mukaan 200° C ja leimahduspiste alle -10° C. Esitisleen syttymisalue on 0,8 - 16 %.

Syttymislähde on ollut joko kulmahiomakoneen aiheuttama kipinä tai hitsauksesta johtuva lämpötilan nousu. Varmaa syttymislähdettä ei voida sanoa, koska sekä kulmahiomakonetta että hitsauslaitetta käytettiin juuri ennen onnettomuutta. Molemmissa tapauksissa lämpötila kohoaa kuitenkin huomattavasti esitisleen ja tislusjäännöksen syttymislämpötiloja korkeammalle. Kulmahiomakoneen aiheuttama kipinäsuihku on saattanut päästä säiliön sisään avoimista yhteistä. Kipinän lämpötila on jopa 1000 ° C ja tummues- saankin vielä noin 500 ° C (Väylä 2008). Hitsauksessa lämpötila kohoaa perusaineessa korkeimmillaan noin 1500 ° C:een (Vähäkainu & Silvennoinen 2003). Lämpötila laskee hitsauspaikasta kauemmas mentäessä, mutta on kattolevyn toisellakin puolella vielä huomattavan korkea. Alla olevissa kuvissa näkyvät kulma- hiomakoneen käytöstä aiheutuneet jäljet katossa ja heftien hitsauksen aiheuttamat maalin palamisjäljet kattolevyn sisäpinnalla. Levyn lämpötilan kohoaminen on aiheuttanut myös värimuutoksia perusaineeseen katon sisäpuolelle.



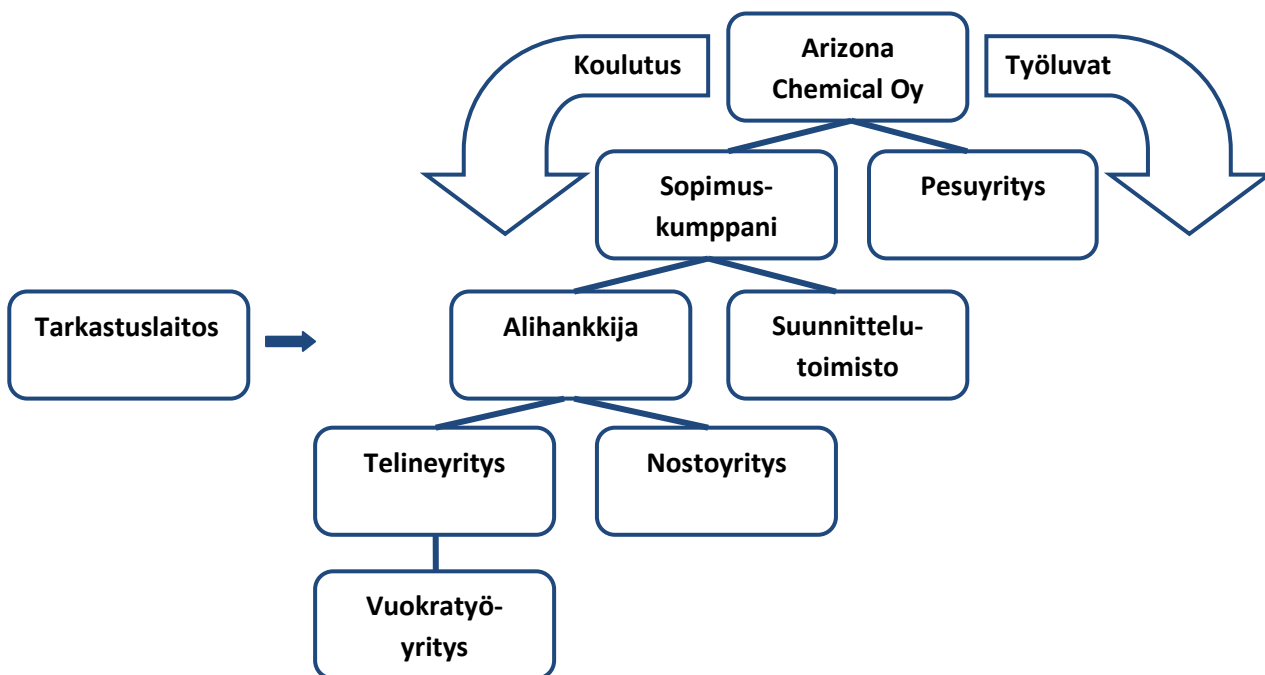
Kuva 9. Heftien hitsauksen aiheuttamat jäljet katon sisäpinnalla.



Kuva 10. Kuvassa kulmahiomakoneella hiottua katon ulkopintaa, pinnanmittausvaijerin yhde ja miesluukku.

6.2. Inhimilliset ja organisaation toimintaan liittyvät tekijät

Toiminta säiliöprojektissa oli pitkälle ketjuuntunutta. Alihankintatasoja oli useita ja työn suunnittelu oli ulkoistettu. Ketjuuntunut ja verkostoitunut toiminta ovat nykyään tyypillisiä teollisuuden projekteissa. Alla on kuvattu säiliöprojektin verkostoa.



Kuva 11. Arizona Chemical Oy:n säiliöprojektin verkosto.

Verkostoitunut toiminta asettaa vaatimuksia yritysten väliselle yhteistoiminnalle ja tiedonkululle. Myös vastuiden tulee olla selkeästi jaettu. Arizona Chemical Oy:llä, sopimuskumppanilla ja alihankkijalla oli keskinäisiä sopimuksia työnsuorittamisesta ja siihen liittyvistä vastuista.

Säiliöprojektissa Arizona Chemical Oy myönsi työluvut projektin toimijoille. Yleisen työluvan lisäksi projektissa myönnettiin tulityölupia ja säiliötyölupia. Työluvut Arizona Chemical Oy:llä myöntää vuoro- tai päivämestari. Työluva sisältää riskien arvioinnin sekä tiedot NET-lukituksista (nollaenergiatila), muista tarvittavista luvista ja käytettävistä varusteista. Työluvaan sisältyvä tarkistuslista työhön liittyvistä riskeistä oli otettu käyttöön vuonna 2010. Työluvapohja todettiin hyvin käyttöönsä soveltuvaksi.

Tutkintakäynnillä 16.9.2010 tarkastettiin annettuja työlupia. Satunnaisesti valittuina päivinä työlupia oli annettu neljästä kymmeneen kappaletta päivässä. Päivinä, joina työlupia annetaan enemmän työ lupien käsittely saattaa olla rutiininomaisempaa. Osaan luvista riskejä oli tunnistettu niukasti. Onnettomuustyön luvassa korkealla työskentelyä ei arvioitu riskiksi. Työluvassa riskeinä oli mainittu työskentely lähellä tulenarkoja paikkoja, kemikaalit ja tukehtumisvaara. Riskien tunnistamattomuuden ei voida suoraan sanoa aiheuttaneen onnettomuutta, mutta tulevaisuudessa siihen tulee kiinnittää huomiota.

Työ lupien antajat eivät aina käy paikan päällä ohjeistamassa alihankkijoita, mikä lisää väärinymmärrysten riskiä. 15.9.2010 annetun tulityöluvan yhteydessä Arizona Chemicalin vuoromestarit eivät käyneet työpaikalla. Kaikkia työ lupia ei löydetty, mikä on selvä puute arkistoinnissa.

Arizona Chemical Oy vastasi alueen työntekijöiden turvallisuuskoulutuksesta. Kaikille alueella toimijoille annetaan aluekohtainen turvallisuuskoulutus. Työ tehtäväkohtaista turvallisuuskoulutusta ei anneta. Aluekohtainen turvallisuuskoulutus kestää neljä tuntia. Vaikka säiliötyön tehneellä alihankkijalla oli kokemusta vastaavista projekteista ja Arizona Chemicalin aluekohtainen turvallisuuskoulutus, heidän työn vaarojen tunnistamisessaan oli puutteita. Arizona Chemical Oy suunnitteli säiliön sokeoinnin. Sokeointisuunnitelman tekevät vuoro- tai päivämestarit.

Sokeoinnin toteutti sopimuskumppani. Sopimuskumppani tilasi myös työsuunnitelmat ulkopuoliselta suunnittelutoimistolta. Suunnittelijan kanssa käytiin muutamaan kertaan paikan päällä suunnittelemassa projektia. Suunnittelutoimiston tekemän työsuunnitelman mukaan hönkäputki tuli katkaista laippaliitoksesta tai putken pystysuoralta osalta. Hönkäputki katkaistiin työn alussa pystysuoralta osalta, jolloin katon päällä ollut sokeointi menetti merkityksensä. Sokeointisuunnitelma tehtiin työsuunnitelman jälkeen. Sokeointisuunnitelman tekijä ei ollut tietoinen työsuunnitelmasta, eikä työsuunnitelman tekijä sokeointisuunnitelmasta.

Sopimuskumppanin projektipäällikkö toimi projektin vastaavana. Projektipäällikkö vaihtui syyskuun alussa töiden ollessa alussa. Projektipäällikkö kävi työmaalla päivittäin. Mielestään projektipäällikkö ei vastannut työn turvallisesta toteuttamisesta, vaan Arizona Chemical Oy:n vuoromestarit. Vuoromestarit eivät kuitenkaan vierailleet säännöllisesti työmaalla.

Työn suorittanut alihankkija vastasi työn käytännön toteutuksesta: vanhan katon poistamisesta, uuden katon valmistuksesta ja sen hitsaamisesta paikoilleen. Alihankkijan työntekijä poisti säiliön TJ6 katolla olleen sokeoinnin työn alussa, jotta vanhan katon poistaminen olisi mahdollista. Hän ei kuitenkaan kertonut muille työntekijöille, Arizona Chemical Oy:lle tai sopimuskumppanille sokeoinnin poistamisesta. Poistamatta sokeointia tai katkaisematta putkea sokeoinnin väärältä puolen, vanhan katon poistaminen olisi ollut

vaikeaa. Tämän vuoksi sokeoinnin poistanut työntekijä kertoi olettaneensa, että hönkälinjassa on sokeointi toisessa paikassa.

Ennen onnettomuutta hönkälinjassa tehtiin tulitöitä ilman oikeanlaista sokeointia sekä työn alussa putkea katkaistaessa että loppuvaiheessa, kun hönkälinjaan hitsattiin jatkopala ja se liitettiin säiliön uuteen kattoon. Räjähdyksessä olisi voinut tapahtua jo näissä vaiheissa, jos kaasuilmasoseos olisi ollut pitoisuudeltaan syttymisalueella. Projektissa työskenneltiin myös säiliön sisäpuolella. Sisäpuolella suoritettu työskentely saattoi antaa virheellisen kuvan turvallisista työolosuhteista. Hönkäputkeen asetettu ilmastointiteipistä tehty suojeus saattoi estää kaasujen leviämistä hönkäputkesta ilmaan ja työntekijät eivät näin haistaneet hönkiä.

Suunnittelutoimisto teki tarvittavia kuvia ja työsuunnitelman sopimuskumppanin tilauksesta. Työsuunnitelma tehtiin useita kuukausia ennen projektin käytännön töiden aloittamista. Projektin eri osapuolet eivät kuitenkaan tutustuneet työsuunnitelmaan kattavasti, eikä työsuunnitelmaa käytetty hyväksi esimerkiksi sokeointisuunnitelmaa tehtäessä.

6.3. Säännösten noudattaminen

Tukes valvoo laajamittaista vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia. Tässä kappaleessa säännösten noudattamista käsitellään vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetun lain (390/2005), vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetun asetuksen (59/1999) sekä räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta annetun asetuksen (576/2003) näkökulmasta.

Toiminnan laajuus

Arizona Chemical Oy on kemikaalimääriensä perusteella ns. turvallisuusselvityslaitos. Edellinen Tukesin tekemä tarkastus kohteessa on ollut 18.9.2009. Arizona Chemical Oy on toimittanut turvallisuusselvityksen Tukesille viimeksi vuonna 2006. Turvallisuusselvitys päivitetään vuonna 2011.

Onnettomuudesta ilmoittaminen

Lain (390/2005 98 §) ja asetuksen (59/1999 61 §) mukaan toiminnanharjoittajan on ilmoitettava vakavasta onnettomuudesta viipymättä valvovalle viranomaiselle. Tukes vastaanotti ilmoituksen onnettomuudesta välittömästi sen tapahduttua 15.9.2010.

Vastuuhenkilöt

Lain (390/2005 29 §) mukaan toiminnanharjoittajan on nimettävä vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin vastuuhenkilö, jos toiminta on laajamittaista. Arizona Chemical Oy on nimennyt kaksi kemikaalien käytönvalvojaa. Toisen valvojan vastuualueena ovat tislaamot ja toisen vastuualueeseen kuuluu jalostetehdas. Lain (390/2005 29 §) mukaan vastuuhenkilöiden tehtävänä on huolehtia siitä, että tuotantolaitoksessa toimitaan vaarallisia kemikaaleja koskevien säännösten ja lupaehtojen sekä laadittujen toimintaperiaatteiden ja suunnitelmien mukaisesti.

Asetuksen (59/1999 liite 3, kohta 2) mukaan toiminnanharjoittajan tulee nimetä toimintaperiaatteista vastaava henkilö. Arizona Chemical Oy:llä laitoksen tehtaanojohtaja toimii suuronnettomuuden ehkäisemiseksi laadittavien toimintaperiaatteiden noudattamisesta vastaavana henkilönä.

Räjähdyksivaaralliset tilat

Lain (390/2005 43 ja 44 §) mukaan toiminnanharjoittajan on luokiteltava tilat, joissa voi esiintyä räjähdyskelpoisia ilmaseoksia ja laadittava räjähdys-suojausasiakirja. Asetus (576/2003 8 §) edellyttää, että räjähdys-suojausasiakirja sisältää muun muassa tiedot luokitelluista tiloista. Arizona Chemical Oy ei ollut luokitellut

säiliöiden TJ5 ja TJ6 aluetta räjähdysvaaralliseksi tilaksi eikä alueella ollut räjähdysvaarallisesta tilasta kertovia merkkejä.

Yhteistoiminta

Asetuksen (576/2003 9 §) mukaan yhteisellä työpaikalla pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan on huolehdittava eri työnantajien toimintojen yhteensovittamisesta siten kuin niistä erikseen säädetään ja kirjattava räjähdysuojausasiakirjaan tätä koskevat toimenpiteet ja menettelytavat. Säiliöprojektissa oli puutteita toimintojen yhteensovittamisessa. Sokeointi- ja työsuunnitelmat oli laadittu toisistaan tietämättä eikä ongelman havaitsemiseksi tehty tarvittavia toimenpiteitä.

Laitteiden merkinnät

Laitteistot ja laitteet tulee merkitä tarvittavin varoitus- ja turvamerkinnoin lain (390/2005 13 §) mukaan. Räjähdysvaarallisten tilojen merkintöjen lisäksi myös putkistomerkinnot puuttuivat säiliöiden TJ5 ja TJ6 alueelta.

Tuotetietoisuus

Lain (744/1989 16 § ja 390/2005 7 §) mukaan toiminnanharjoittajan on hankittava riittävät tiedot valmistamansa ja käyttämänsä kemikaalin fyysisistä ja kemiallisista ominaisuuksista. Arizona Chemical Oy:n teettämien mittausten mukaan Sylvapine 421:n leimahduspisteet eroavat merkittävän paljon käyttöturvallisuustiedotteen arvoista. Yrityksen käyttöturvallisuustiedotteet tehdään konsernin sisällä ulkomailla. Käyttöturvallisuustiedotteen tiedot tulee päivittää ajantasaisiksi.

Yhteenvedona säännösten noudattamisen osalta voidaan todeta, että toiminnanharjoittajan tulee parantaa putkistomerkinnot, selvittää räjähdysvaaralliset tilansa ja niiden merkinnät sekä tiedostaa tuotteidensa ominaisuudet paremmin. Käytönvalvojan tulee huolehtia säännösten noudattamisesta vastuualueellaan.

7. Johtopäätökset

Räjähdyksen tekninen syy oli avoimesta hönkälinjasta säiliöön kulkeutuneen hönkäkaasun syttyminen tulitöiden aikana. Höngän kulkeutumiseen säiliöön TJ6 aiheutti hönkälinjasta poistettu sokeointi. Sokeoinnin poistaminen ja sen jälkeinen tulitöiden jatkaminen voidaan nähdä usean eri tasolla tapahtuneen virheen aiheuttamaksi. Tutkintaryhmä käytti onnettomuussyiden selvittämiseen ja havainnollistamiseen AcciMap-menetelmää. AcciMap-kaavio on raportin liitteessä 1.

Ylimmällä tasolla ongelmia saattoi aiheuttaa laitteiston alkuperäinen suunnittelu. Laitosten ja laitteistojen oikealla suunnittelulla turvallisuuden hallinta on tehtävä mahdollisimman helpoksi. Säiliöiden TJ5 ja TJ6 hönkäputkistojen ainoat laippaliitokset, joista hönkäputket voidaan sokeoida, ovat säiliöiden katolla. Säiliön TJ6 katolle tehty sokeointi oli pakko poistaa projektin aikana, koska muuten katon vaihtaminen olisi ollut hyvin hankalaa. Näin ollen hönkälinja olisi tullut sokeoida säiliön TJ5 katolta. Katolla olevien sokeointien toteaminen ja valvominen on haastavampaa kuin alempana ja jatkuvasti nähtävillä olevien. Ylimääräisiä laippaliitoksia taas vältetään vuotoriskien vuoksi, mutta laippaliitos olisi syytä olla myös alempana helposti havaittavassa kohdassa ennen hönkälinjojen yhdistymistä tai kumpikin linja voisi kulkea erillisenä höngänkäsittelyyn.

Seuraava taso liittyy yrityksen johtamisjärjestelmiin, käytäntöihin ja yhteistoimintaan muiden toimijoiden kanssa. Projektiin liittyvät ohjeet ja suunnitelmat olivat ristiriidassa keskenään. Työohjeen mukaan hönkäputki tuli katkaista säiliön TJ6 viereiseltä pystysuoralta osalta tai irrottaa katon päällä olevasta laippaliitok-

sesta. Sokeointisuunnitelmaa tehtäessä työohjeeseen ei tutustuttu. Hönkäputken sokeointi tehtiin säiliön TJ6 katolle, jolloin jo töiden alkuvaiheessa hönkäputkea katkaistaessa räjähdysvaara oli olemassa.

Vastuut turvallisuusvalvonnasta eivät olleet riittävän selkeitä. Vaikka yrityksillä oli keskinäisiä sopimuksia, joissa oli kuvattu vastuualueita, haastattelujen perusteella kukaan projektin osapuolista ei kokenut olevansa vastuussa turvallisista toimintatavoista. Vastuita ei tuotu riittävän projektikohtaisesti esille. Arizona Chemical Oy vastasi projektiin osallistuvien aluekohtaisesta turvallisuuskoulutuksesta ja työlupien antamisesta. Valvonta ei kuitenkaan jalkautunut käytännön tasolle. Sopimuskumppanin projektipäällikkö kävi säännöllisesti työkohteessa, mutta ei kokenut olevansa vastuussa turvallisuusvalvonnasta.

Kenenkään henkilön toimenkuvaan ei kuulunut toimintojen yhteensovitus. Projektiin liittyi eri toimijoiden tekemiä sopimuksia, suunnitelmia, lupia ja ohjeita, mutta niitä ei oltu riittävän hyvin sovitettu yhteen eivätkö kaikki osapuolet olleet niistä tietoisia.

Alihankkijalla oli tulityövärtija, mutta hän osallistui myös töiden tekemiseen. Tulitöiden paloturvallisuudesta asennus-, huolto- ja korjaustöissä annetun standardin SFS 5900 mukaan tulityövärtija on henkilö, joka valvoo, että tulityöturvallisuus säilyy tulityöpaikalla eikä hän ei voi olla samanaikaisesti tulityön tekijä.

Seuraava taso käsittää työntekijöiden toiminnan ja tiedonkulun työpaikalla. Sokeoinnin poistaminen mahdollisti hönkäkaasun pääsemisen säiliöön TJ6. Sokeoinnin poistanut henkilö oletti liiaksi, että sokeoinnin täytyy olla jossain muualla, koska muuten katon poistaminen ei olisi mahdollista. Hän ei kysynyt, onko muualla sokeointia eikä kertonut sokeoinnin poistamisesta muille työntekijöille. Puutteellisesta turvallisuusvalvonnan roolituksesta johtuen, kukaan ei havainnut virhettä työpaikalla. Työlupia jatkettaessa sokeointeja ei käyty tarkistamassa.

8. Toimenpide-ehdotukset

Tutkintaryhmä esittää seuraavia toimenpiteitä vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi. Suositukset ovat yleisiä, koko toimialaa ja vastaavia projekteja koskevia.

- Usean toimijan projekteissa määritellään tarkkaan vastuut toimintojen ja suunnitelmien yhteensovittamisesta ja turvallisuusvalvonnasta.
- Kemikaalien käytönvalvojan rooli määritellään selkeästi vaarallisiin kemikaaleihin liittyvissä työprojekteissa.
- Riskien arvioinnissa huomioidaan työkohtaiset riskit, käytetään apuna kunnollista PI-kaaviota ja käydään työkohteessa.
- Työlupia annettaessa varmistetaan työntekijöiden ymmärrys työtä koskevista riskeistä. Työvaiheet käydään paikan päällä läpi työntekijöiden kanssa.
- Henkilöturvallisuuden lisäksi huomioidaan myös prosessiturvallisuus.
- Laitoksia ja laitteistoja suunniteltaessa huomioidaan sokeointi siten, että sen toteutus ja valvonta on helppoa.
- Sokeoinnin tarkoitukseton poistaminen estetään lukituksilla tai merkinnöillä.

- Turvallisuuskoulutuksessa huomioidaan myös työtehtäväkohtainen turvallisuus.
- Tulityövärtijan rooli määritellään selkeästi ja kirjataan tapauskohtaisesti. Tulityövärtija ei osallistu tulitöihin.
- Pitoisuusmittauksia tehdään riskinarvioinnin mukaisesti eri työvaiheissa.
- Toiminnanharjoittajalla tulee olla luotettava järjestelmä, jolla varmistetaan selvilläolo kemikaalien ominaisuuksista.

Lähteet

Arizona Chemical Oy 2003. Käyttöturvallisuustiedote tärpätti, esitisle.

Arizona Chemical Oy 2005. Käyttöturvallisuustiedote Sylvapine 421.

Arizona Chemical Oy 2006. Turvallisuusselvitys.

Asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista 59/1999.

Asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta 576/2003.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005.

Suomen Standardisoimisliitto SFS 2001. SFS 5900: Tulitöiden paloturvallisuus asennus-, huolto- ja korjaustöissä.

Tukes 1999. Tukes-julkaisu. Luettelo yleisimmistä palavista nesteistä. Saatavilla:

http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/7_99.pdf

Työterveyslaitos 2011. OVA-ohjeet: Käyttäjän opas. Saatavilla: <http://www.ttl.fi/ova/kaytop.html>.

www.vayla.fi 2008. Paloturvallisuus. Saatavilla:

http://www.vayla.fi/suomi/pdf/HSE_suomi/PDF%20nettiin/HSE_suomi_53_58.pdf

Vähäkainu, O., Silvennoinen, S. 2003. Hitsaajan opas. Otavan Kirjapaino Oy Keuruu.

Liite 1

AcciMap-kaavio / Arizona Chemical Oy:n säiliöräjähdykset

Taso 4: Laitoksen suunnittelu

Säiliöiden sisällöt vaihtelevat ja höngät voivat sekoittua

Sokeointi hankalaa

Taso 3: Tehtaan johtamisjärjestelmä, yhteistoiminta verkostoituneessa toiminnassa

Selvilläolo kemikaalien ominaisuuksista

Puutteelliset riskien arvioinnit

ATEX-vaatimusten huomioimattomuus

Ristiriitaiset työ- ja sokeointisuunnitelmat

Epäselvät vastuut turvallisuuden valvonnassa

Taso 2: Työntekijöiden toiminta, informaation kulku

Vähäinen kommunikointi

Sokeoinnin poistaminen

Vähäinen projektin turvallisuusvalvonta kentällä

Taso 1: Tapahtuma, olosuhteet fyysiset tekijät

Syttymislähde (kulmahiomakone, hitsaus)

Räjähdyskelpoinen kaasu-ilmaseos hönkäputkea pitkin

Räjähdyksen Paineaalto

Yksi kuollut, yksi vakavasti loukkaantunut, heitteitä

