

ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTI

Dnro 1682/06/2004

Tulipalo pintakäsittelylaitoksella 5.4.2004

ONNETTOMUUSTUTKINNAN TIIVISTELMÄ

Onnettomuustapaus	Tulipalo pintakäsittelylaitoksella.
Tapahtuma-aika	5.4.2004 klo 03.49
Tapahtumapaikka	Ocotec Oy, Haukipudas
Yhteenveto onnettomuustutkinnan tuloksista (tapahtuma, syyt, seuraukset)	<p>Vartiointiliikkeeseen saapui liiketunnistimen hälytys Ocotec Oy:stä. Tullessaan pintakäsittelylaitoksen pihaan vartija näki hallin sisällä liekkejä pintakäsittelyaltaiden kohdalla. Vartija ilmoitti tulipalosta hätäkeskukseen. Palolaitos joutui evakuoimaan syaanivetyvaaran vuoksi viereisen tehdashallin ja päiväkodin sekä eristämään alueen. Myös lähialueen asukkaita varoitettiin palokaasuista. Tulipalon sammutukseen osallistui toistakymmentä pelastuslaitoksen yksikköä ympäröivistä kunnista. Tulipalo ei aiheuttanut henkilövahinkoja. Tuotantohallin täydellinen tuhoutuminen aiheutti sen sijaan mittavat omaisuusvahingot.</p> <p>Keskusrikospoliisin rikosteknisen laboratorion tutkintatulosten, TUKESin palontutkinnan, poliisin tekemien paikatutkimusten sekä TUKESin tekemien haastatteluiden perusteella tutkijaryhmä katsoo tulipalon aiheutuneen sinkkilinjan esipesualtaassa käytetyn uppokuumentimen sähkövastuselementin vaurioitumisesta ja ylikuumentumisesta. Uppokuumentimen oli ilmeisesti vuotanut yläreunastaan, jolloin altaassa oleva kemikaali oli päässyt uppokuumentimen sisään. Tämä aiheutti myöhemmässä vaiheessa oikosulun (maasulun), vastuselementin voimakkaan kuumentumisen ja metallin sulamisen. Tulipalon syttymiseen on todennäköisesti myötävaikuttanut myös sähkövastustusten puutteellinen kunnonseuranta.</p>
Tutkijaryhmän ehdottamat toimenpiteet vastaavan onnettomuuden ehkäisemiseksi	<p>Tutkimustulosten perusteella TUKESin tutkijaryhmä ehdottaa seuraavia toimintaan ja laitteistojen valintaan liittyviä parannuksia, joiden avulla laitoksen turvallisuustasoa voidaan parantaa ja vastaavia onnettomuuksia ehkäistä:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pintakäsittelylaitoksen turvallista suunnittelua ja varustamista varten toimintaan liittyvät vaarat tunnistetaan ja arvioidaan järjestelmällisen menetelmän avulla. Vaaroja arvioitaessa huomioidaan mm. käytettävien kemikaalien ja prosessiolosuhteiden aiheuttamat vaikutukset altaisiin ja käytettäviin laitteisiin. Lisäksi huomioidaan mahdolliset poikkeustilan- teet ja niistä aiheutuvat vaarat.2. Pintakäsittelykylpyjen turvalliseen lämmittämiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Höyryn tai kuuman veden käyttö kylpyjen lämmittämiseen ei aiheuta tulipalovaraa siten kuin sähkövastukset.3. Mikäli sähkövastuksia käytetään:<ul style="list-style-type: none">– Laitteet valitaan siten, että ne kestävät kylvyssä käytettävän kemi- kaalin ja prosessiolosuhteiden vaikutukset.– Sulakkeet mitoitetaan siten, että ne soveltuvat käytettävien sähkölait- teiden tehoon.– Sähkövastus varustetaan ylikuumentumissuojalla, joka on lämmitys- järjestelmästä riippumaton. Ylikuumentumissuoja asennetaan riittä- vän lähelle lämmitintä.

	<ul style="list-style-type: none"> – Uppokuumentimet kiinnitetään altaisiin vähintään 10 cm päähän altaan reunasta. Kiinnitys tehdään palamattomasta materiaalista valmistetulla kiinnikkeellä. – Kaikki lämmitettävät altaat varustetaan laitteella, joka estää nesteen ylikuumentumisen ja sähkövastusten lämpiämisen altaan ollessa tyhjänä. <ol style="list-style-type: none"> 4. Pintakäsittelylaitokselle laaditaan kunnossapitosuunnitelma, joka kattaa vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa käytettävät laitteet. Kunnossapitosuunnitelmaan sisällytetään myös sähkölaitteet sekä muut laitteet, jotka ovat turvallisuuden kannalta tärkeitä. Kaikki tehdyt tarkastukset ja työt dokumentoidaan. Laitteiden kunnonseurantaa ja kunnossapitotoita varten nimetään vastuuhenkilöt. 5. Pintakäsittelylaitos suositellaan varustettavan automaattisella paloilmoinnilla, josta menee hälytys pelastuslaitokselle. 6. Laitoksen työntekijöille annetaan riittävästi koulutusta mm. toimintaan liittyvistä vaaratekijöistä, prosessin valvonnasta ja onnettomuusilanteisiin varautumisesta. 7. Käyttöön liittyvät poikkeamat ja vaaratilanteet kirjataan ylös ja käsitellään toiminnan parantamiseksi. Laitteiden (kuten lämmittimet ja pintavahdit) luotettavuutta arvioidaan niiden kestävyys- ja huoltotarpeen mukaan ja tarvittaessa asetetaan niille sopiva käyttöikä.
Tutkintaraportin päiväys	Helsingissä 30.6.2004
Tutkijaryhmän allekirjoitukset ja nimenselvennykset	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> Irmeli Vauhkonen Taimo Tihinen </div>

1. Yleiskuvaus pintakäsittelylaitoksesta, sähkösinkitysprosessista ja kylpyjen lämmittämisestä

Ocotec Oy on Haukiputaalla toimiva yritys, joka harjoittaa elektroniikan laitekaappien ja koteloiden valmistusta sekä alihankintana muuta mekaniikan valmistusta. Yhtiö harjoittaa myös kappaleiden pintakäsittelyä. Pintakäsittelyprosesseina käytetään alumiinin kromatointia ja anodisointia, valualumiinin kromatointia, teräsosien sähkösinkitystä sekä jauhe- ja märkämäalausta, joissa käytetään esikäsittelynä suihkufosfatointia. Yhtiö toimii vuokralla 3800 m² suuruudessa hallissa.

1.1 Vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin myönnetty lupa

Teknillisen tarkastuskeskus on antanut pintakäsittelylaitoksen rakentamiselle lupapäätöksen 4737/360/94, 12.10.1994. Laitoksen käyttöönottotarkastus on pidetty 8.12.1994. Asetuksen (59/1999) mukaan toiminta pintakäsittelylaitoksella luokitellaan vaarallisten kemikaalien laajamittaiseksi teolliseksi käsittelyksi ja varastoinniksi. TUKES on tehnyt laitoksella ensimmäisen määräaikaistarkastuksen 4.9.2003.

1.2 Sähkösinkitysprosessi ja prosessin rakenne onnettomuuspaikalla

Teräskappaleiden korroosiota pyritään estämään käyttämällä sinkkipinnoitetta. Sinkkipinnoitus tehdään elektrolyysillä, jossa tapahtuu energiaa vaativia hapetus- ja pelkistysreaktioita. Elektrolyysissä saostuvan tai liukenevan metallin määrä on verrannollinen liuoksen läpi kulkevaan sähkömäärään. Alkalisessa sinkkipinnoituskylvyssä sinkki pelkistyy metalliksi katodin pinnalle. Syanidilla on sinkkikerroksen kiderakennetta hienontava vaikutus. Anodimateriaalina käytetään erittäin puhdasta sinkkiä. Ennen sinkkipinnoitusta pinnoitettavat kappaleet puhdistetaan rasvoista ja epäpuhtauksista alkalisessa pesukylvyssä. /1/

Yhtiön sinkkilinja oli rakennettu seuraavasti:

1. kappaleiden lastaus / purkaus
2. kappaleiden varastopaikat
3. kappaleiden kuivaus
4. huuhteluallas 1
5. huuhteluallas 2
6. keltapassivointi
7. kirkaspassivointi
8. esipesu (lämmitetty kylpy)
9. sähköpesu (lämmitetty kylpy)
10. huuhteluallas 1
11. huuhteluallas 2
12. huuhteluallas 3
13. peittäusallas (lämmitetty kylpy)
14. aktivointi (lämmitetty kylpy)
15. huuhteluallas 1
16. huuhteluallas 2
17. huuhteluallas 3
18. sinkkiallas

Esipesussa käytetään kemikaaliliuosta, jossa on noin 1-10 % natriumhydroksidia sekä lisäksi natriummetasilikaattia, natriumkarbonaattia, ionittomia tensidejä ja korroosionestoainetta. Kylpy luokitellaan syövyttäväksi (C). Peittauksessa käytetään 7-8 % rikkihappoa ja sinkki- kylvyssä käytetään 4 % natriumsyanidia sekä 21 % natriumhydroksidia. Peittauskylpy luokitellaan ärsyttäväksi (Xi) ja sinkkikylpy myrkylliseksi sekä syövyttäväksi (T, C). Kelta- ja kirkaspasivointikylvyt eivät ole vaaralliseksi luokiteltuja. Pesualtaat ovat kooltaan 3,4 m³, peittausallas 6,8 m³ ja sinkkiallas 9 m³. Kylpyjen lämpötilat ovat pesu- ja peittausaltaissa noin 60-80 °C.

1.3 Pintakäsittelykylpyjen lämmitysmenetelmä

Lämmitettävissä pintakäsittelykylvyissä käytettiin pääosin Scandymet –merkkisiä uppokuumentimia. Uppokuumentimet olivat 3000 W:n sähkövastuksia, jotka oli sijoitettu joko lasisiin, keraamisiin tai metallisiin suojaputkiin. Suojaputken tehtävänä oli mm. suojata sähkövastusta pintakäsittelykemikaalien vaikutuksilta. Suojaputken yläpäässä oli polypropyleenistä (PP) valmistettu suojatulppa, joka oli tiivistetty O-renkaalla. Suojaputken sisällä oli kolme 1000 W:n vastuselementtiä. Vastuselementit olivat pituudeltaan 980 mm, joista 780 mm oli kuumalla alueella. Kuuma alue oli vastuselementin alaosassa. Vastuselementit olivat rakenteeltaan kolmikerroksisia: ulkokuori oli ruostumatonta terästä, keskikerros oli ki- viainestyyppinen eristekerros ja ydin oli pääosin rautaa. Ydinosa oli kuumalla alueella rakenteeltaan ohuempi.

Uppokuumentimet oli kiinnitetty pystysuunnassa pintakäsittelyaltaiden kulmiin PP-muovista tai teräksestä valmistetuilla kannattimilla. Uppokuumentimet oli kiinnitetty noin 50-100 mm etäisyydelle altaan reunasta siten, että yläpää oli hieman nestepinnan yläpuolella. Yhdessä altaassa saattoi olla useitakin uppokuumentimia (esim. sinkkilinjan esipesualtaassa oli 4 uppokuumentinta). Kylpyjen lämpöä tarkkailtiin lämpömittareiden avulla. Altaissa oli myös termostaatit, jotka olivat erillään uppokuumentimista. Sinkkilinjan lämmitettävissä altaissa oli lisäksi pinnankorkeutta mittaava laite, joka kytki lämmityksen pois päältä, jos kylvyn nestepinta vajosi liian alas. Anodisointilinjan altaissa ei ollut pinnankorkeutta mittaavia laitteita.

2. Onnettomuutta edeltäneet tapahtumat

Pintakäsittelyosaston viimeinen työvuoro ennen tulipaloa tehtiin perjantai-iltana 2.4.2004. Iltavuoron työntekijät poistuivat laitokselta noin klo 20.00, joka oli ennen iltavuoron varsinaista päättymisaikaa. Iltavuorossa työskenteli kaksi henkilöä, eikä paikalla ollut varsinaista työnjohtoa. Ennen lähtöä työntekijät kytkivät pintakäsittelykylpyjen lämmityksen pois päältä. Kylpyjen lämmitys olisi kytkeytynyt pois päältä myös automaattisesti klo 22.00 (automaattikkaa ohjaava kello oli käännetty kesäaikaan). Työntekijät tarkastivat ennen lähtöään myös pintakäsittelyaltaiden nestepinnat ja täyttivät lämmitettävät altaat. Jätevedenpuhdistamo suljettiin eli vesikierto katkaistiin. Lähtiessään työpaikalta työntekijät eivät havainneet mitään normaalista poikkeavaa. Pintakäsittelyaltaat olivat ehjiä ja kaikki toimi oikein.

Normaalisti pintakäsittelykylpyjen lämmitys kytkeytyi viikonlopun jälkeen automaattisesti päälle maanantain vastaisena yönä klo 00.00 ja vastaavasti muina aamuina klo 04.00. Lämmitettäviä pinnoituskylpyjä oli sekä sinkitys- että anodisointi-/kromatointilinjalla. Maalaa- mon fosfointilinjan lämmitys ei käynnistynyt automaattisesti, vaan se kytkettiin päälle vas-

ta kun työt alkoivat aamulla. Onnettomuuspäivänä 5.4.2004 pintakäsittelykylpyjen lämmitys kytkeytyi päälle ilmeisesti normaaliin tapaan vuorokauden vaihtuessa klo 00.00.

3. Onnettomuustapahtuma ja sen aiheuttamat seuraukset

Aamuyöllä 5.4.2004 vartiointiliikkeeseen saapui liiketunnistimen hälytys Ocotec Oy:stä. Tullessaan pintakäsittelylaitoksen pihaan vartija näki hallin sisällä liekkejä pintakäsittelyaltaiden kohdalla ja ilmanvaihtoputkesta tulevan ulos paksua savua. Ulko-ovet olivat vartijan mukaan kiinni. Vartija arveli tulipalon ja savun laukaisseen liiketunnistimen hälytyksen. Kohteessa ei ollut paloilmoinlaitteistoa, eikä automaattista sammutuslaitteistoa. Pintakäsittelylaitoksella olivat tuolloin toiminnassa vain lämmitettävien altaiden uppokuumentimet. Vartija teki hälytyksen Oulun hätäkeskukseen klo 03.49 ja Haukiputaan pelastuslaitoksen yksikkö oli paikalla kohteessa klo 03.56. Tällöin tulipalo oli edennyt jo pitkälle.

Pelastuslaitoksen savusukelluspari yritti päästä laitoksen sisään pintakäsittelylinjan luona olevasta ovesta, mutta kova kuumuus pakotti savusukeltajat perääntymään. Kuumuus aiheutti ikkunoiden rikkoutumisen pintakäsittelyosaston kohdalla. Myös syaanivetyvaara vaikeutti palomiesten työtä ja samasta syystä pelastuslaitos joutui evakuoimaan viereisen tehdashallin ja päiväkodin sekä eristämään alueen (yhteensä 1500 henkilöä evakuoitiin). Myös lähialueen asukkaita varoitettiin palokaasuista. Onnettomuuspaikalla suoritettiin mittauksia syaanivetypitoisuuden selvittämiseksi. Pelastuslaitos onnistui suojaamaan laitoksen natrium-syanidivarastoa tulipalon aikana. Varasto oli sijoitettu oikeaoppisesti mahdollisimman turvalliseen ja helposti evakuoitavaan paikkaan laitoksessa (konttorin puoleiseen päätyyn, ulko-oven viereen). Syanidi ei päässyt reagoimaan happojen kanssa, eikä reaktiotuotteena syntyvää vaarallista syaanivetyä päässyt muodostumaan. Pinnoituslinjan syanidipitoinen pinnoituskylpy ja sen valuma-allas pumpattiin ongelmajätesäiliöihin seuraavana päivänä.

Tulipalon sammutukseen osallistui toistakymmentä pelastuslaitoksen yksikköä ympäröivistä kunnista. Tulipalo ei aiheuttanut henkilövahinkoja. Tuotantohallin täydellinen tuhoutuminen aiheutti sen sijaan mittavat omaisuusvahingot (kts. kuva 1 liitteessä 1).

4. Onnettomuuden tutkinta

TUKES nimesi 5.4.2004 tutkijaryhmän tutkimaan tapausta ja sen syytekijöitä yhteistyössä pelastusviranomaisen ja poliisin kanssa. TUKESin tutkijaryhmä vieraili tapahtumapaikalla 5.4.2004 ja 7.4.2004. TUKESin tutkijaryhmä haastatteli 7.4.2004 kahta Ocotec Oy:n pintakäsittelyosaston työntekijää sekä 7.6.2004 puhelimitse pintakäsittelyosaston tuotantopäällikköä.

Haukiputaan ja Oulun poliisi aloittivat onnettomuuden tutkinnan 5.4.2004. TUKESin paloasiantuntija osallistui poliisin paikkatutkimukseen ja näytteenottoon 15.4.2004. Näytteiksi kerättiin mm. lämmitettävien pintakäsittelyaltaiden uppokuumentimia, pinnanmittauslaitteita, termostaattianturoita sekä sulakkeita sähkövastuksista. Näytteitä tutkittiin sekä Haukiputaan poliisilaitoksella että Keskusrikospoliisin (KRP) rikosteknisessä laboratorioissa Vantaalla.

Tapauksen tutkintaa varten otettiin runsaasti valokuvia sekä poliisin että TUKESin toimesta. Kuvaaminen keskitettiin pintakäsittelyosastolle ja erityisesti lämmitettäviin altaisiin, joka oli palokunnan mukaan pahiten palanutta aluetta tapahtuman alkuvaiheessa. Silmämääräisesti

voitiin havaita, että sinkkilinjan PP-muovista valmistetut altaat olivat palaneet melkein kokonaan. Viereisen anodisointilinjan lasikuidusta valmistetut altaat olivat säilyneet paremmin. Poliisin tekninen tutkijaryhmä arvioi jäljellä olevien rakenteiden palojälkien perusteella, missä osassa oli ollut korkeimmat lämpötilat. Tämä kohta löytyi sinkkilinjan esipesu- ja sähköpesualtaiden kohdalta. Tässä kohtaa altaat, yläpuolella sijaitsevat kattopellit ja viereiset metallipylväät olivat palaneet eniten.

Poliisin, TUKESin ja KRP:n suorittamassa tutkinnassa havaittiin, että sinkkilinjan esipesualtaan neljästä uppokuumentimesta yksi oli pahasti vaurioitunut. Lisäksi paikkaatutkimuksessa havaittiin kaksi muuta vaurioitunutta uppokuumentinta eri altaista. Näillä ei kuitenkaan ollut osuutta tulipalon syttymiseen. Esipesualtaan uppokuumentimen yksi vastuselementti oli sulanut ylhäältä alas asti ja vastus oli mennyt poikki useasta kohdasta (kts. liite 1). Myös vastuselementin kiinnikerenkaita oli sulanut. Vastusnäytteitä lähetettiin tarkempiin tutkimuksiin KRP:n laboratorioon. KRP tutki sähkövastuksia mm. stereomikroskopian ja elektronimikroskopian avulla.

TUKES sai Haukiputaan poliisilta käyttöönsä poliisin kuulustelupöytäkirjan, tutkintailmoituksen, valokuvia sekä KRP:n lausunnon palon syttymissyystä. Lisäksi TUKESilla oli käytössä palolaitoksen onnettomuusseloste ja Ocotec Oy:n laatukäsikirja. TUKES käytti tutkinnassa myös TTK:n lupa-asiakirjoja sekä TUKESin tekemän määräaikaistarkastuksen pöytäkirjaa.

5. Onnettomuuden syyt

KRP:n rikosteknisen laboratorion tutkintatulosten, TUKESin palontutkinnan, poliisin tekemien paikkaatutkimusten sekä TUKESin tekemien haastatteluiden perusteella tutkijaryhmä katsoo tulipalon aiheutuneen sinkkilinjan esipesualtaassa käytetyn sähkövastuselementin vaurioitumisesta ja ylikuumentumisesta. Tulipalon syttymiseen on todennäköisesti myötävaikuttanut myös sähkövastustusten puutteellinen kunnonseuranta.

5.1 Välittömät syytekijät

Poliisin ja KRP:n rikoslaboratorion tutkimukset palon syyn selvittämiseksi osoittivat tulipalon alkaneen todennäköisesti sinkkilinjan esipesualtaan yhdestä uppokuumentimesta. Sähkölämmittimen suojakuoren sisään oli päässyt pesukylpyä, joka sisältää mm. natriumhydroksidia. /2/

KRP:n lausunnossa todettiin esipesualtaan uppokuumentimen yhden vastuselementin vaurioituneen yläreunaan asti. Ilmeisesti kyseinen uppokuumentin oli vuotanut yläreunastaan, jolloin altaassa oleva kemikaali oli päässyt uppokuumentimen sisään. Lausunnon mukaan tämä aiheutti myöhemmässä vaiheessa oikosulun (maasulun) ja siten elementin voimakkaan kuumentumisen sekä metallin sulamisen. Altaan pinnanmittauslaite ja termostaatti olivat pahoin vaurioituneet. Termostaatissa ei havaittu sähköistä vikaa. /2/

Oikosulku (maasulku) oli todennäköisesti kuumentanut vastuselementtiä niin, että se sytytti PP-muovista valmistetun altaan tuleen /2/. KRP:n mukaan /2/ aiemmin tehdyissä kokeissa on havaittu, että samankaltainen uppokuumentin sytyttää PP-muovista valmistetun altaan tuleen. Syttyyään tällainen allas palaa lähes täysin muodostaen voimakkaasti savua. Myös

TUKESin tietoon on tullut useita pintakäsittelylaitosten tulipaloja, jotka ovat aiheutuneet muovialtaissa käytetyistä uppokuumentimista /3/.

TUKESin paloasiantuntijan raportin mukaan /4/ kyseisen laitoksen sulakkeet eivät reagoineet yhden sähkövastuksen rikkoutumiseen. Laitoksessa käytettiin 16 A:n sulakkeita.

5.2 Piilevät syytekijät

Tutkimuksen aikana selvisi, että pinnoituskylpyjen lämmitykseen käytettävien uppokuumentimien kunnonseuranta ei ole tehty ollenkaan. Uppokuumentimien sähkövastuksia uusittiin, mikäli ne eivät enää toimineet. Kunnossapitotoimia ei dokumentoitu. Ainoastaan kylpyjen vaihdot kirjattiin vihkoon, joka tuhoutui palossa. Poliisikuulustelussa haastatellun työntekijän mukaan sähkövastuksia rikkoutui keskimäärin yksi vuodessa aiheuttaen oikosulun ja sulakkeen palamisen /5/. Altaiden pinnanmittauslaitteiden kuntoa seurattiin TUKESin haastatteleman työntekijän mukaan satunnaisesti, mutta tästä ei tehty kunnonseurantadokumentteja.

6. Toimenpiteet turvallisuuden parantamiseksi ja vastaavien onnettomuuksien ehkäisemiseksi

Tutkimustulosten perusteella TUKESin tutkijaryhmä ehdottaa seuraavia toimintaan ja laitteistojen valintaan liittyviä parannuksia, joiden avulla laitoksen turvallisuustasoa voidaan parantaa ja vastaavia onnettomuuksia ehkäistä:

1. Pintakäsittelylaitoksen turvallista suunnittelua ja varustamista varten toimintaan liittyvät vaarat tunnistetaan ja arvioidaan järjestelmällisen menetelmän avulla. Vaaroja arvioitaessa huomioidaan mm. käytettävien kemikaalien ja prosessiolosuhteiden aiheuttamat vaikutukset altaisiin ja käytettäviin laitteisiin. Lisäksi huomioidaan mahdolliset poikkeustilanteet ja niistä aiheutuvat vaarat.
2. Pintakäsittelykylpyjen turvalliseen lämmittämiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Höyryn tai kuumen veden käyttö kylpyjen lämmittämiseen ei aiheuta tulipalovaaraa siten kuin sähkövastukset.
3. Mikäli sähkövastuksia käytetään:
 - Laitteet valitaan siten, että ne kestävät kylvyssä käytettävän kemikaalin ja prosessiolosuhteiden vaikutukset.
 - Uppokuumentimet kiinnitetään altaisiin vähintään 10 cm päähän altaan reunasta. Kiinnitys tehdään palamattomasta materiaalista valmistetulla kiinnikkeellä.
 - Sähkövastukset varustetaan ylikuumenemissuojalla, joka on lämmitysjärjestelmästä riippumaton. Ylikuumenemissuoja asennetaan riittävän lähelle uppokuumentinta.
 - Kaikki lämmitettävät altaat varustetaan laitteella, joka estää nesteen ylikuumenemisen ja sähkövastusten lämpiämisen altaan ollessa tyhjänä.
 - Sulakkeet mitoitetaan siten, että ne soveltuvat käytettävien sähkölaitteiden tehoon.
4. Pintakäsittelylaitokselle laaditaan kunnossapitosuunnitelma, joka kattaa vaarallisten kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa käytettävät laitteet. Kunnossapitosuunnitelmaan sisällytetään myös sähkölaitteet sekä muut laitteet, jotka ovat turvallisuuden kannalta tärkeitä. Kaikki tehty tarkastukset ja työt dokumentoidaan. Laitteiden kunnonseuranta ja kunnossapitotöitä varten nimetään vastuuhenkilöt.
5. Pintakäsittelylaitos suositellaan varustettavan automaattisella paloilmoitinlaitteistolla, josta menee hälytys pelastuslaitokselle.

6. Laitoksen työntekijöille annetaan riittävästi koulutusta mm. toimintaan liittyvistä vaaratekijöistä, prosessin valvonnasta ja onnettomuustilanteisiin varautumisesta.
7. Käyttöön liittyvät poikkeamat ja vaaratilanteet kirjataan ylös ja käsitellään toiminnan parantamiseksi. Laitteiden (kuten lämmittimet ja pintavahdit) luotettavuutta arvioidaan niiden kestävyuden ja huoltotarpeen mukaan ja tarvittaessa asetetaan niille sopiva käytöikä.

Lähteet

1. Suomen Galvanotekninen Yhdistys, Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely, osat 1 ja 2, Suomen Galvanoteknisen Yhdistyksen julkaisuja No 5 ja 6, Suomen Galvanotekninen Yhdistys, Vantaa, 1996, osa 1: s. 25, osa 2: s. 244, 247 - 249.
2. Keskusrikospoliisi, Rikostekninen laboratorio, lausunto 7.5.2004, RTL 6246/1/04.
3. Palonehkäisy pintakäsittelylaitoksissa, Tiedote pintakäsittelyä harjoittaville laitoksille, Turvatekniikan keskus, elokuu 2001, s. 4.
4. Ylitarkastaja Antti Nenonen, Turvatekniikan keskus, onnettomuustutkintaraportti 15.4.2004.
5. Haukiputaan kihlakunnan poliisilaitos, kuulustelupöytäkirja 8.6.2004.

Valokuvia onnettomuuspaikalta



Kuva 1. Yleiskuva tuhoutuneesta tuotantohallista.



Kuva 2. Sinkkilinjan esipesuallas, josta palo todennäköisesti alkoi.



Kuva 3. Sinkkilinjan esipesualtaan yksi uppokuumennin purettuna siten, että sähkövastuselementit näkyvät. Tulipalo alkoi todennäköisesti tästä uppokuumentimesta. Yhdessä vastuselementissä havaittiin merkkejä oikosulusta (maasulusta) ja metallipinnan sulamisesta.



Kuva 4. Tulipalon todennäköisesti aiheuttaneen uppokuumentimen sähkövastuselementit kuvattuna siten, että vastuselementtien yläosa näkyy.