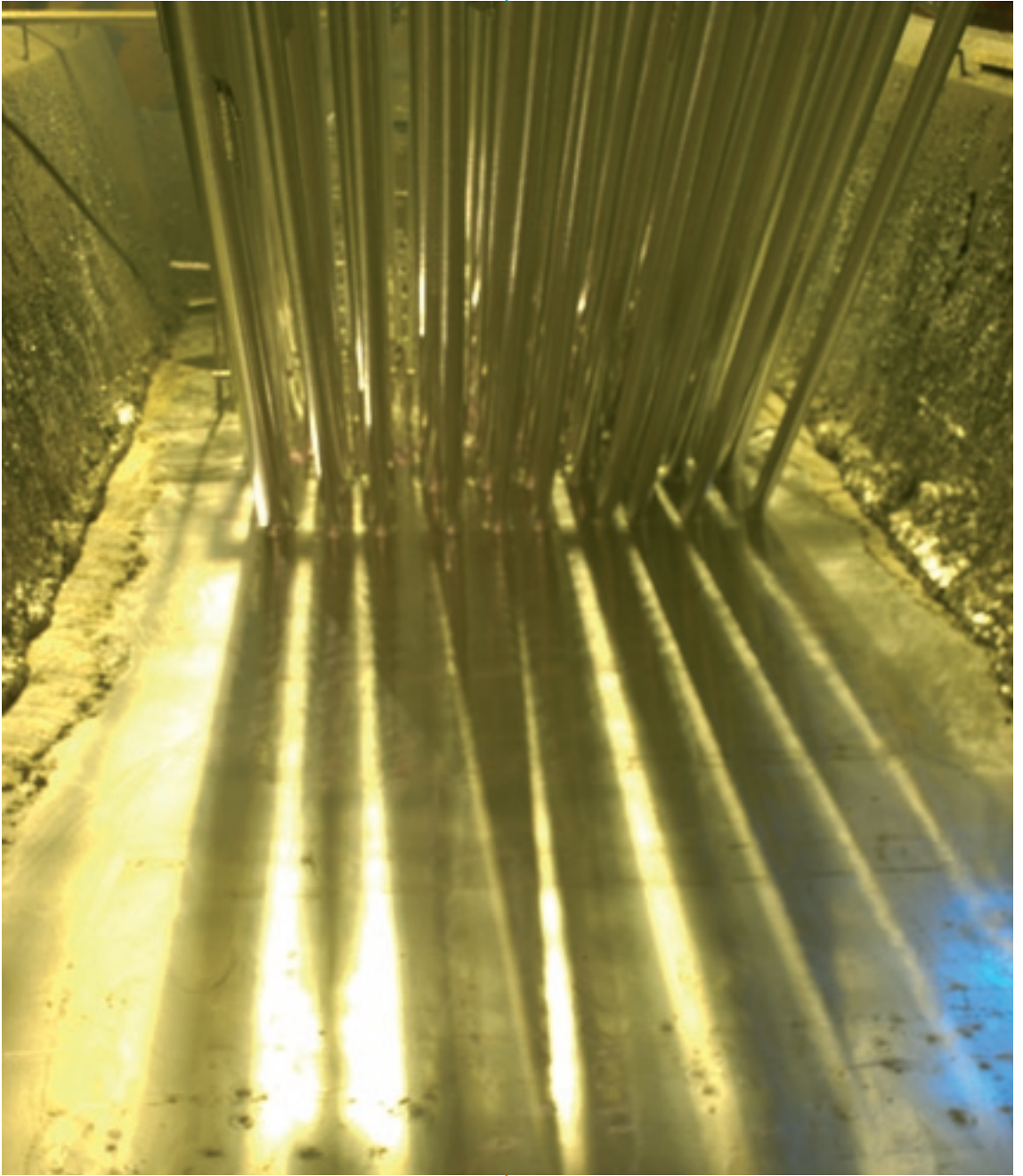




PINTAKÄSITTELYLAITOSTEN PALOTURVALLISUUS



Pintakäsittelylaitosten paloturvallisuus

Turvatekniikan keskus (TUKES) valvoo laajamittaista toimintaa harjoittavia pintakäsittelylaitoksia ja tutkii toimialalla sattuneet vakavimmat onnettomuudet. Pintakäsittelytoiminnassa on sattunut lukuisia tulipaloja, joiden syitä ja taustatekijöitä TUKES on selvittänyt vastaavien tapausten ehkäisemiseksi. TUKESin tutkimissa tapauksissa on havaittu monia yhtäläisyyksiä. Pintakäsittelylaitoksilla on havaittu puutteita riskien arvioinnissa, laitteiden sijoituksessa ja niiden kunnossapidossa. Myöskään paloturvallisuuteen ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota.

TUKES on laatinut tämän oppaan yhteistyönä VTT Tuotteet ja tuotannon ja Suomen Galvanoteknisen Yhdistyksen kanssa. Kohderyhmänä ovat pintakäsittelylaitosten johto, käytön valvojat ja laitosten työntekijät. Oppaassa kerrotaan pintakäsittelyyn liittyvien paloriskien minimoimisesta hyvän laitossuunnittelun ja suunnitelmallisten toimintatapojen avulla. Tarkoituksena on tuoda esiin, miten laitoksen turvallisuustasoa voidaan parantaa merkittävästi kiinnittämällä huomiota laitevalintoihin, palosuojaukseen sekä laitteiston huoltoon ja kunnossapitoon. Oppaalla halutaan korostaa, miten merkittävästi johdon sitoutuminen turvallisuuteen ja järjestelmälliset toimintatavat riskien hallitsemiseksi vaikuttavat toimintaan.

Pintakäsittelylaitosten turvallisuusasioita on käsitelty myös kemikaalineuvottelukunnan pintakäsittelyoppaassa, jossa esitetään kemikaalien käsittelyyn liittyviä hallinnollisia menettelyjä ja turvallisuuden kannalta suositeltavia teknisiä ratkaisuja.

Tässä oppaassa pintakäsittelyllä tarkoitetaan kemiallista ja sähkökemiallista pintakäsittelyä. Maalaustoimintaa ei tässä yhteydessä käsitellä.

Huhtikuu 2005

TURVATEKNIIKAN KESKUS
VTT Tuotteet ja tuotanto
Suomen Galvanotekninen Yhdistys ry

1. Pintakäsittelyyn liittyvät paloriskit
2. Toiminnanharjoittajan vastuu turvallisuudesta
3. Vaarojen tunnistaminen ja riskien arviointi
4. Turvallisuuslähtöinen suunnittelu
 - 4.1 Altaiden sijoitus, materiaali ja varustelu
 - 4.2 Pintakäsittelykylvyn lämmittäminen ja valvonta
 - 4.3 Sähkölaitteistot syövyttävissä tiloissa
5. Prosessilaitteiden huolto ja kunnossapito
6. Pintakäsittelylaitosten paloturvallisuus ja varautuminen onnettomuustilanteisiin
7. Pintakäsittelytoiminnassa sattuneita tulipaloja

1. Pintakäsittelyyn liittyvät paloriskit

Pintakäsittelylaitosten merkittävimmät paloriskit liittyvät pääosin pintakäsittelykylpyjen lämmitystekniikkaan ja muovisiin kylpyalaisiin. Monissa laitoksissa kylpyjen lämmittämiseen käytetään sähkövastuksia, ns. uppokuumentimia, ja kylpyaltaat on rakennettu kemiallisesti kestävästä, mutta helposti syttyvästä muovimateriaalista. Tulipaloja on aiheutunut esimerkiksi siitä, että muoviallas on tyhjentynyt tai jätetty tyhjäksi ja samanaikaisesti lämmitin on ollut päällä tai mennyt ajastimella päälle. Paljaaksi jäänyt uppokuumentin on ylikuumentunut, jonka seurauksena muoviallas on syttynyt tuleen. Uppokuumentin on saattanut myös vikaantua ja ylikuumentua siten, että sähkövastusta peittävän suojakuoren muovinen tulppa on syttynyt. Tämä on edelleen sytyttänyt muovialtaan reunan.

Puutteet laitteiden huollossa ja kunnossapidossa ovat vaikuttaneet monessa tapauksessa tulipalojen syntyyn. Nestepinnan pintavahdit ja uppokuumentimet eivät ole toimineet luotettavasti, koska ne ovat olleet likaisia tai syöpyneitä. Uppokuumentimien kunnossapidon laiminlyönti on taas aiheuttanut laitteiden vikaantumista ja ylikuumentumista.

Tulipalot ovat aiheuttaneet suuria taloudellisia tappioita ja omaisuusvahinkoja. Laitosten puutteellinen palosuojaus on monissa tapauksissa viivästyttänyt pelastustoimien aloittamista ja lisännyt vahinkojen laajuutta. Tulipalot ovat saattaneet aiheuttaa myös vakavan vaaratilanteen laitoksen välittömässä läheisyydessä oleville asukkaille, muille toimijoille ja jopa tulipaloa sammuttaneille palomiehille. Vakavan vaaratilanteen aiheuttaa mm. mahdollinen syanidin ja happojen reaktio, jossa syntyy myrkyllistä syaanivetykaasua.



2. Toiminnanharjoittajan vastuu turvallisuudesta

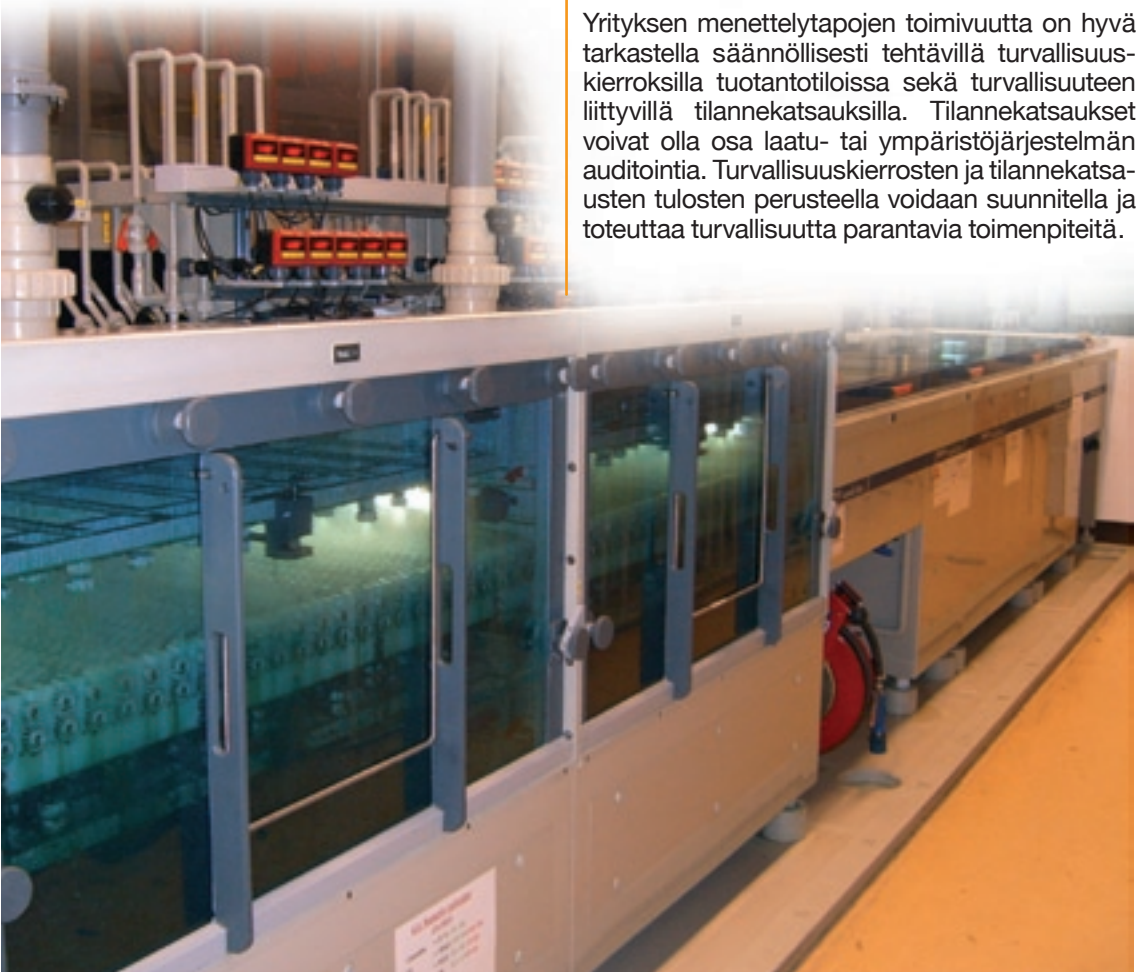
Turvallisuudesta huolehtiminen on ensisijaisesti yrityksen johdon vastuulla, eikä kemikaalisäädösten mukaista vastuuta voi siirtää suunnittelijalle tai laitetoimittajalle. Vaarallisten kemikaalien käsittelyä ja varastointia koskevat säädökset edellyttävät toiminnanharjoittajan huolehtivan siitä, että kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa noudatetaan riittävää huolellisuutta onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Toiminnanharjoittajan (käytännössä yrityksen johdon) on oltava selvillä käsittelemiensä ja varastomiensa kemikaalien fysikaalisista ja kemiallisista, palo- ja räjähdysvaarallisista sekä terveydelle ja ympäristölle vaarallisista ominaisuuksista ja luokituksesta. Yrityksen johdon vastuulla on, silloin kun se on kohtuudella mahdollista, myös valita mahdollisista vaihtoehtoisista pinnoitusmenetelmistä sellainen, josta aiheutuu vähiten vaaraa.

Turvallisuutta voi johtaa kuten muitakin yrityksen toimintoja - asettamalla tavoitteita, suunnittelemalla ja organisoimalla toimintaa sekä seuraamalla tuloksia. Kemikaalien käsittelyyn liittyvä toiminta organisoidaan siten, että jokainen työntekijä tiedostaa oman vastuunsa turvallisesta toiminnasta.

Turvallisuustavoitteiden saavuttamiseksi suunnitellaan ja toteutetaan tarvittavia menettelyjä ja toimenpiteitä yrityksessä. Tällaisia ovat:

- yritystä velvoittavien lakien ja määräysten selvittäminen
- vaarojen tunnistaminen, arviointi ja hallinta
- laitteistoja ja laitteita koskevien vaatimusten määrittely
- resurssien ja koulutustarpeen määrittely
- toimintojen ohjauksen suunnittelu ja ohjeistus (mm. työohjeet, kunnossapito)
- suunnitelmien laatiminen onnettomuustilanteiden varalle
- laitoksen turvallisuustason säännöllinen arviointi.

Yrityksen menettelytapojen toimivuutta on hyvä tarkastella säännöllisesti tehtävillä turvallisuuskierroksilla tuotantotiloissa sekä turvallisuuteen liittyvillä tilannekatsauksilla. Tilannekatsaukset voivat olla osa laatu- tai ympäristöjärjestelmän auditointia. Turvallisuuskierrosten ja tilannekatsausten tulosten perusteella voidaan suunnitella ja toteuttaa turvallisuutta parantavia toimenpiteitä.



3. Vaarojen tunnistaminen ja riskien arviointi

Tapaturmat, vahingot, tuotantohäiriöt ja vaaralliset olosuhteet viestivät usein puutteista toiminnan ja menettelytapojen suunnittelussa ja ylläpidossa. Myös pintakäsittelylaitoksilla sattuneet tulipalot ja muut onnettomuudet voivat olla merkki siitä, että turvallisuuteen ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota. Jotta vahinkojen syntymistä voidaan estää, on tärkeää tunnistaa tilanteet, toiminnot ja olosuhteet, joissa vaaroja voi esiintyä.

Onnettomuuksien mahdollisuudet pyritään ensisijaisesti estämään kokonaan, mutta mikäli se ei ole mahdollista, pyritään tapahtuman todennäköisyyttä ja seurausten vakavuutta pienentämään oleellisesti. Varautumiskeinoja ovat rakenteelliset / tekniset suojaustoimenpiteet sekä laitteiston kunnossapitoon ja turvalliseen käyttöön liittyvät menettelyt.

Vaarojen tunnistamiseksi ja riskin suuruuden arvioimiseksi on suositeltavaa käyttää soveltuvaa järjestelmällistä menetelmää. Tällaisia menetelmien malleja on saatavilla maksutta myös Internetistä. Riskien arvioinnin tulisi kattaa tekniset tekijät, organisatoriset seikat, ympäristöasiat, laitosta ympäröivä toiminta sekä omat ja mahdolliset ulkopuoliset työntekijät. Usein kattavan riskianalyysin tekemiseen tarvitaan useampaa kuin yhtä menetelmää ja arvioitavaa kohdetta joudutaan pilkkomaan useampaan osakokonaisuuteen. Arviointityöhön on tärkeää saada



mukaan henkilöitä, jotka tuntevat tarkasteltavaa kohdetta eri näkökulmista. Myös laitoksen johdon on hyvä olla mukana, jolloin korjaavista toimenpiteistä voidaan päättää heti. Vaarojen tunnistaminen ja riskien arviointi on hyvä päivittää laitoksella tapahtuvien muutosten yhteydessä. Vaarojen arviointia koskevia tietoja voidaan myös käyttää hyväksi, kun suunnitellaan uusien prosessien tai laitteiden hankintaa sekä esitetään niitä koskevia vaatimuksia laitetoimittajille.





Esimerkkejä vaarojen tunnistamismenetelmistä:

- Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA)
- Riskien arviointi työpaikalla - työkirja
- Satunnaispäästöriskianalyysi (SARA)
- Toimintovirheanalyysi (TVA)
- Työn turvallisuusanalyysi (TTA)
- Työtapojen analyysi
- Vaarallisten skenaarioiden analyysi (HAZSCAN)
- Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)

Lisätietoja: <http://riskianalysit.vtt.fi>

Vaarojen tunnistamisprosessissa huomioidaan erilaiset prosessin käyttöön liittyvät poikkeamatilanteet. Pintakäsittelylaitoksen vaarojen osalta arvioidaan esimerkiksi, mitkä tekijät voivat aiheuttaa altaan ylivuodon, altaan tyhjenemisen, lämmityksen päälle jäämisen, lämmittimen ylikuumentumisen, altaan syttymisen, vaarallis-

ten yhdisteiden muodostumisen jne. Arviointityössä on suositeltavaa hyödyntää olemassa olevaa materiaalia, mm. vastaavilla laitoksilla sattuneiden onnettomuuksien tutkintaraportteja sekä esimerkiksi kemikaali- ja laiteoimittajien kokemuseräistä tietoa. Lisäksi on hyvä käsitellä mahdolliset omalla laitoksella sattuneet onnettomuudet ja vaaratilanteet. Tietoa muualla sattuneista tapauksista voi saada erilaisista onnettomuustietopankeista, esim. TUKESin VARO-rekisteristä (<http://www.tukes.fi/varo>).

Toimintaan liittyvät tunnistetut vaaratekijät voidaan priorisoida arvioimalla vaaratilanteen toteutumisen todennäköisyyttä sekä sen aiheuttamien potentiaalisten seurausten vakavuutta. Riskin eliminoinniseksi tai minimoimiseksi selvitetään tarvittavat tekniset ja organisatoriset toimenpiteet, joiden toteuttamista seurataan esimerkiksi laaditun aikataulun ja nimitetyn vastuuhenkilön avulla.



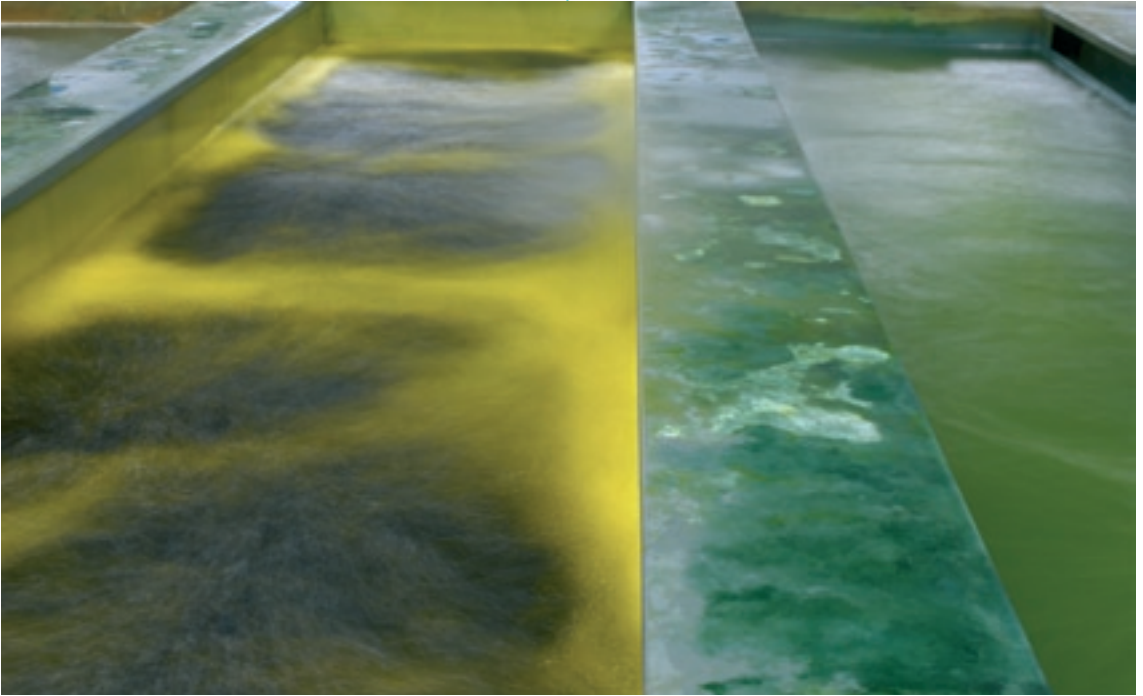
4. Turvallisuuslähtöinen suunnittelu

Turvallisuusasiat tulee huomioida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa uuden laitoksen tai muutosten suunnittelua, sillä hyvien turvallisuusratkaisujen soveltaminen vaikeutuu huomattavasti suunnitteluprojektin edetessä. Turvallisuusratkaisujen huomioiminen suunnittelun loppuvaiheessa saattaa myös nostaa toteutuskustannuksia huomattavasti. Tästä syystä laitoksen sijoittamiseen ja toimintaan liittyvien riskien arviointi on aloitettava heti laitoshankkeen suunnitteluvaiheen alussa. Arviointitulosten, laitevalmistajan suositusten ja toiminnanharjoittajan käyttökokemusten perusteella määritellään vaatimukset käytettäville laitteistoille ja laitteille,

henkilöstön koulutustarpeille sekä laitoksen ohjeistukselle.

Laitoksen ja muutosten suunnitteluvaiheessa on erittäin tärkeää, että pintakäsittelylaitoksen toiminnanharjoittaja ja mahdollinen laitossuunnittelija sekä laitetoimittaja tekevät tiivistä yhteistyötä kokonaisuuden hallitsemiseksi. Toiminnanharjoittajan tehtävä on selvittää laitoksen suunnittelijalle ja laitetoimittajalle prosessissa käytettävien kemikaalien ominaisuudet, prosessiolosuhteet sekä toimintaan liittyvät vaaratekijät, jotka eivät ehkä ole suunnittelijan tai laitetoimittajan tiedossa. On myös suositeltavaa, että laitoksen suunnittelija ja laitetoimittaja osallistuvat riskien arviointiprosessiin heti suunnitteluvaiheen alusta lähtien. Seuraavissa kappaleissa on esitetty hyviä, turvallisuutta parantavia käytäntöjä pintakäsittelylaitoksen suunnitteluun.





4.1 Altaiden sijoitus, materiaali ja varustelu

Pintakäsittelylinjan sijoittamisessa on hyvä ottaa huomioon tärkeimmät turvallisuuden vaikuttavat tekijät: palo-osastointi, altaiden sijoitus, kemikaalien vaarallisten reaktioiden estäminen vuoto- tai sammutustilanteessa sekä pelastustoimien sujuvuus mahdollisessa tulipalotilanteessa.

Pintakäsittelylinjan sijoituksessa on huolehdittava siitä, että linjalla mahdollisesti syttyvä tulipalo ei pääse leviämään tehtaan muihin tiloihin. Alaslinjan sijoitusta ja varustelua suunniteltaessa varmistetaan, että linjan ympärillä on riittävästi tilaa sekä normaalia työskentelyä että huolto- ja korjaustoimenpiteitä varten. Riittävä työskentelytila altaiden ympärillä helpottaa myös alkusammutustyötä tulipalotilanteissa. Mahdollisten vuotojen, ylitäytön tms. hallitsemiseksi sekä vaarallisten kemiallisten reaktioiden estämiseksi kylpyaltaat varustetaan erillisillä katastrofialtailla. Näistä altaista voidaan järjestää erillinen viemärinti erillisiin keräilysäiliöihin siten, että keskenään vaarallisesti reagoivat kemikaalit johdetaan eri säiliöihin. Vuotojen keräilysäiliöihin voidaan kerätä myös sammutusvesiä mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Jos pintakäsittelylinjalla tehdään muutoksia, esimerkiksi vaihdetaan altaiden paikkoja, huomioidaan tehdyt muutokset myös linjan alla oleviin katastrofialtaisiin ja vuotojen keräilysäiliöihin.

Vuotojen ehkäisemiseen on hyvä kiinnittää huomioita myös altaan yksityiskohtia ja varusteita suunniteltaessa. Pintakäsittelyteollisuudessa on tapahtunut useita onnettomuuksia, joissa allas on vuotanut tyhjäksi eri syistä pohjaventtiilin kautta. Laitokselle tulisi valita mieluiten sellaisia altaita, joissa ei ole pohjaventtiiliä. Kylpyjen kierrätykseen liittyvien letkujen vuodot, pumppujen tärinät ja ylikuumenemiset, sekoittajan hankkiminen altaan seinämään sekä suodattimien tukkeutuminen ovat myös potentiaalisia vaaran aiheuttajia. Siksi kylpyjen kierrätykseen liittyvien laitteiden kuten pumppujen, suodattimien ja kierrätysletkujen sijoitus ja toimivuus tulee suunnitella siten, etteivät altaat pääse tyhjentymään hallitsemattomasti. Pintakäsittelykylpy varustetaan esimerkiksi pintavahdilla, joka pysäyttää kierrätyspumppun, mikäli nesteen pinta altaassa laskee alle asetusarvon. Myös mahdollinen lap-poilmiö altaasta tulee estää.

Altaiden palonkestävyyteen, sijoitukseen ja varustukseen on erityisesti kiinnitettävä huomiota, mikäli altaassa olevaa kemikaalikyöpyä joudutaan lämmittämään. Paloturvallisuutta voidaan parantaa käyttämällä mahdollisuuksien mukaan palamattomia tai huonosti palavia allasmateriaaleja: terästä, lasikuitua tai PVDF-muovia. Mikäli joudutaan käyttämään palavia muovilaatuja mm. kemikaalin ominaisuuksien takia, voidaan muoviallas sijoittaa paloa paremmin kestävästä teräsaltaan sisään. Laitetoimittajilta on saatavilla materiaalinkestävyytstaulukoita, jotka helpottavat altaan oikeassa materiaalivalinnassa.



4.2 Pintakäsittelykylvyn lämmittäminen ja valvonta

Paloriskejä voidaan pienentää merkittävästi valitsemalla turvallinen lämmitystapa. Höyryllä tai kuumalla vedellä lämmitys ei aiheuta palovaaraa siten kuin sähkölämmittimet (uppokuumentimet). Mikäli uppokuumentimia joudutaan käyttämään esimerkiksi kylvyn korkean lämpötilan saavuttamiseksi, tulee laitetyyppiin, asennustapaan, turvallisuutta varmistaviin lisälaitteisiin sekä laitteiden kunnossapitomahtoisuuksiin kiinnittää erityistä huomiota. Uppokuumentimen valinnassa on erityisesti huolehdittava siitä, että lämmittimen teho ja altaan koko on oikein mitoitettu ja että lämmitin kestää altaassa käytettävän kemikaalin vaikutusta myös käyttölämpötilassa. Uppokuumentimet kiinnitetään palamattomasta materiaalista valmistetulla kiinnityslapalla siten, että ne pysyvät vakaasti paikallaan. Kiinnityksessä on huolehdittava myös siitä, että kylpynestettä pääsee vapaasti virtaamaan uppokuumentimen ja seinämän välissä.

Uppokuumentimen pintalämpötila nousee polttavaksi sen ollessa kuiva. Pintalämpötilaan vaikuttaa vastuksen teho, suojaputken materiaali sekä se, miten vastus on kiinnitetty altaaseen. Altaat, joissa on uppokuumentimia, varustetaan lämpötilatermostaattien lisäksi turvalaitteilla, jotka estävät nesteen ylikuumentumisen ja vas-

tusten käymisen kuivana. Hyvä suoja vastuksen vaarallista kuumentumista vastaan saadaan varustamalla allas pintavahdilla ja uppokuumentimen ylikuumentumissuojalla, joka on lämpötilansäätöjärjestelmästä riippumaton. Ylikuumentumissuoja asennetaan riittävän lähelle lämmitintä, että se toimii mahdollisessa häiriötilanteessa. Vastavasti pintavahdista kytketään hälytys valvottuun paikkaan ja takaisinkytkentä lämmittimeen. Pintavahdin valinnassa tulee varmistua, että se soveltuu käytettäväksi syövyttävissä olosuhteissa.

4.3 Sähkölaitteistot syövyttävissä tiloissa

Sähköturvallisuuslain (410/1996) mukaan sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä saavat tehdä ainoastaan TUKESin rekisteröimät sähköurakoitsijat. Sähkösuunnitelmaa varten toiminnanharjoittajan (sähkölaitteiston haltijan) tulee antaa tiedot prosessitilojen olosuhteista ja vaaratekijöistä, jotka ovat oleellisia sähkölaitteiden valinnassa ja sijoituksessa.

Sähkölaitteistolle on tehtävä sähköturvallisuuslain mukaiset määräaikaistarkastukset. Samoin on huolehdittava sähkölaitteistojen kunnossapidosta, niiden käytön häiriöttömyydestä sekä siitä, että suojaus sähköiskulta ja palovaaralta säilyy. Sähkölaitteiden haltija voi vastata näiden velvoitteiden toteutumisesta tarkkailemalla sähkölaitteiden kuntoa säännöllisillä silmämääräisillä katselmuksilla sekä tarpeen vaatiessa mittauksin ja testauksin.



Syövyttävien aineiden höyryt voivat vaikuttaa haitallisesti sähkölaitteisiin. Ennen sähkölaitteiden valintaa tulee selvittää käytettävien aineiden ominaisuudet ja niiden vaikutukset sähkölaitteiden rakenneaineisiin. Syövyttävissä olosuhteissa on käytettävä ainoastaan sellaisia laitteita, joiden materiaaleihin syövyttävillä aineilla ei ole haitallisia vaikutuksia. Sähkölaitteiden koteloiden tulee olla riittävän tiiviitä, jotta mahdollisesti roiskuvat nesteet eivät pääse laitekoteloiden sisälle. Syövyttäviin tiloihin sijoitetaan vain käytön kannalta välttämättömiä sähkölaitteita. Valaistuksen lisäksi välttämättömiä ovat prosessiin liittyvät toimilaitteet, anturit ja turvalaitteet. Pintakäsittelylaitoksilla on varmistuttava erityisesti vikavirtasuojakytkimen toimivuudesta ja rajakytkimien sekä pintavahtien puhtaudesta.

Sähkölaitteiston haltijan velvollisuus on huolehtia, että laitteistossa havaitut puutteet ja viat poistetaan mahdollisimman nopeasti. Suurille ja vaativille sähkölaitteistoille on laadittava kunnossapito-ohjelma. Tällaisia ovat laitteistot, joiden nimellijännite on yli 1000 V tai liittymisteho on yli 1600 kVA. Velvoite koskee myös niitä asetuksen (59/1999) mukaisia laajamittaisia kemikaalikohteita, joissa on räjähdysvaarallisia tiloja.

5. Prosessilaitteiden huolto ja kunnossapito

Toiminnanharjoittajan velvollisuutena on huolehtia, että vaarallisten kemikaalien käsittelyyn ja varastointiin käytettävät laitteet pysyvät toimintakunnossa, eivätkä aiheuta onnettomuusvaaraa. Erityisen tarkasti tulisi huolehtia turvallisuuden kannalta kriittisten laitteiden toimintakunnosta. Pintakäsittelytoiminnassa tällaisia ovat mm. altaat, uppokuumentimet, ylikuumenemissuojat, pintavahdit, termostaatit, pumput, venttiilit ja letkut sekä paloturvallisuuden varmistamiseksi käytettävät laitteet.

Pintakäsittelyaltaiden kunto selvitetään tarkastamalla altaiden pintaosat silmämääräisesti ja tarkkailemalla suoja-altaisiin mahdollisesti kerääntyvää nestettä. Pintamateriaalin kunto nähdään parhaiten silloin, kun altaat ovat tyhjänä. Kun altaiden tyhjennys tehdään säännöllisesti, mahdolliset syöpymät, säröt ja esimerkiksi muovialtisiin syntyvät hiushalkeamat havaitaan usein ajoissa. Altaiden tyhjennysväliä voidaan tehtyjen havaintojen perusteella harventaa tai tihentää riippuen altaiden kunnosta.



Valvonta- ja varolaitteet vaativat säännöllisen kunnossapidon ja testauksen, jotta niiden toimintakunto voidaan varmistaa. Pintavahtien puhdistus tulee suorittaa säännöllisesti ennalta määrättyjen aikataulun mukaisesti. Aikaväli valitaan sen mukaan kuinka nopeasti kyseisellä laitoksella pintavahti voi likaantua. Pintavahdeille tehdään tarkempi huoltotoimenpide esimerkiksi seisokin yhteydessä tai heti jos toimivuuden luotettavuus heikkenee. Lisäksi on muistettava, että pintavahtiin liitetyn ohjausreleen huolto on yhtä tärkeä kuin itse laitteen puhdistus. Pintavahtien herkkyyden säätö ja toimintakunnon tarkastus on tehtävä aina käyttöolosuhteiden muuttuessa, esimerkiksi silloin, jos altaassa olevan kemikaaliliuoksen johtokyky muuttuu. Peittauskylvyille säädetty ohjausrele ei toimi oikein, mikäli altaassa on pelkkää vettä.

Uppokuumentimiin syntyy helposti kerrostumia, jotka pitää poistaa, jotta lämmitin ei ylikuumentu. Lämmitintä ei saa huoltaa ennen kuin laite on tehty jännitteettömäksi ja se on jäähtynyt. Lämmitin puhdistetaan esimerkiksi pehmeällä harjalla, varoen ettei lämmittimen pinta vaurioidu. Alkaliset kerrostumat voidaan poistaa esimerkiksi happamilla puhdistusliuoksilla ja happamat kerrostumat alkalisilla liuoksilla. Ellei lämmittimen kerrostumia poisteta ja puhdisteta riittävän usein, voivat paksut kerrostumat muodostaa eristeen lämmittimien ympäri ja heikentää sen tehoa. Tällöin ylikuumentumisen vaara on suuri.

Suojakuorella varustettujen uppokuumentimien kunnonvalvontaan kuuluu myös suojakuoren avaaminen, jolloin voidaan havaita sähkövastusosan kunto. Myös lämmittimen kytkentärasian tiiviys tarkastetaan samassa yhteydessä. Ajan kuluessa tai esimerkiksi mekaanisen vaurion seurauksena on mahdollista, että kylpynestettä pääsee uppokuumentimen suojakuoren sisään vaurioittamaan sähkövastusta. Tästä voi aiheutua lämmittimen toimintahäiriö, esimerkiksi voimakas ylikuumentuminen ja maasulku.

Uppokuumentimen toimintakuntoa ei voida täysin varmistaa laitteelle tehtävien sähköisten mittausten avulla. Lämmitin saattaa vaikuttaa toimivan normaalisti ja antaa sähkömittauksissa normaaleja arvoja, vaikka lämmittimen suojakuori tai sähkövastusosa olisi pahasti syöpynyt. Tämän takia lämmittimien säännöllinen silmäääräinen tarkastus ja mahdollisen suojakuoren avaaminen ovat tärkeitä toimenpiteitä. Myös lämmittimen yhteyteen asennetun ylikuumentumissuojan toimintakunto tulee varmistaa säännöllisesti. Ylikuumentumissuojan huolto voidaan sisällyttää esimerkiksi sähkölaitteiden huolto-

suunnitelmaan tai tehdä huolto samassa yhteydessä, kun lämmittimet nostetaan kylpyaltaasta kunnonseurantaa varten.

Myös muut pintakäsittelyprosessiin liittyvät laitteet, esimerkiksi kierrätyspumput, huolletaan laitetoimittajan ohjeiden mukaisesti. Laitetoimittajan ilmoittamia huoltovälejä voidaan joutua tihentämään, mikäli olosuhteet pintakäsittelyprosessissa sitä vaativat. Yrityksen oma kokemusperäinen tieto ja osaaminen on tässä asiassa erittäin tärkeä mittari. Myös muiden laitteiden, kuten ilmanvaihtojärjestelmän, -kanavien ja -tuulettimien huoltotoimenpiteet sekä palosuojalaitteiden toimintakunnon varmistaminen kuuluvat osana pintakäsittelylaitoksen kunnossapito-ohjelmaan. Mikäli toiminnanharjoittaja ei pysty tekemään huoltotöitä omin voimin tai laitteiden huolto vaatii valtuutettua huoltoliikettä, kunnossapitotoimet siirretään asiantuntevalle urakoitsijalle.

Kaikista laitoksella tehdyistä tarkastus- ja huoltotoimista pidetään kirjaa ja nämä tiedot dokumentoidaan esimerkiksi soveltuvaan kunnossapitojärjestelmään. Kunnossapitojärjestelmään määritellään myös, millaisia huoltotoimenpiteitä eri laitteille tehdään tietyin aikaväleihin. Kunnossapitotoimille määritellään lisäksi vastuuhenkilö, joka huolehtii tarvittavien huoltotoimenpiteiden suorittamisesta ajallaan ja kuittaa tehtävän suoritetuksi.

Huoltoa vaativia kohteita:

- altaat
- uppokuumentimet
- ylikuumentumissuojat
- termostaatit
- pintavahdit
- ohjausrele
- pumput
- venttiilit ja letkut
- paloturvallisuuden varmistamiseksi käytettävät laitteet.



6. Pintakäsittelylaitosten paloturvallisuus ja varautuminen onnettomuustilanteisiin

Pintakäsittelylaitosten paloturvallisuuteen vaikuttavat prosessiolosuhteiden lisäksi sekä rakenteiden palonkestävyys että rakennukseen asennetut pelastustoimen laitteet. Pelastustoimen laitteiden tarkoituksena on täydentää rakenteellista paloturvallisuutta. Rakennuksen käyttötarkoitus asettaa vaatimuksia usein sekä rakenteille, palo-osastoinnille että käytettäville pelastustoimen laitteille. Tämä koskee myös olemassa olevia rakennuksia, joiden käyttötarkoitusta muutetaan. Pintakäsittelytoimintaa suunnittelevan toiminnanharjoittajan on hyvä selvittää mm. rakennuksen käyttötarkoitus ja palovaarallisuusluokka, palokuorma, rakenteiden palonkestävyysvaatimukset, tarvittavat pelastustoimen laitteet sekä tilojen poistumistiemerkinnät yhdessä asiantuntijan kanssa.

Pintakäsittelylaitoksen paloriskiä voidaan pienentää ja pelastustoimenpiteiden sujuvuutta parantaa mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- Pintakäsittelylaitos voidaan suojata paloilmoinjärjestelmällä ja/tai automaattisella sammutuslaitteistolla. Paloilmoinjärjestelmä lisää merkittävästi henkilöturvallisuutta ja omaisuuden turvaa sekä edesauttaa merkittäväällä tavalla pelastusviranomaisten operatiivista toimintaa.



- Tehdastila on mahdollista varustaa myös yksinkertaisella palovaroitinjärjestelmällä, joka soittaa hälytyksen edeltä käsin ohjelmoitavaan numeroon. Palovaroitinjärjestelmä ei kuitenkaan vastaa paloilmointia, koska hälytystä ei saada suoraan kytkettyä pelastuslaitokselle. Tämä aiheuttaa pelastustoimiin aina merkittävän viiveen.



- Automaattista vesisammutuslaitteistoa voidaan käyttää, mikäli vesi ei aiheuta prosessiin lisävaaraa. Hyvä vaihtoehto on esimerkiksi korkeapainesammutusjärjestelmä, jossa vesi pisaroituu sumuksi. Tuotantotila voidaan myös varustaa esimerkiksi kohdesuojauksella. Vesisammutuslaitteistoa suunniteltaessa harkitaan myös sammutusvesien asianmukainen keräilymahdollisuus.

- Pintakäsittelylaitos voidaan suojata myös kaasusammutuslaitteistolla.

- Allasosasto ja vaaralliset kemikaalit on pyrittävä osastoihin omaksi palotekniseksi osastoksi mahdollisuuksien mukaan. Mikäli tuotantotilat saadaan osastoitua mahdollisimman pieniin paloteknisiin osastoihin esimerkiksi toiminnoittain, vahinkojen laajuus pystytään minimoimaan.

- Rakennukseen suunnitellaan ja rakennetaan soveltuva savunpoistomahdollisuus (koneellinen savunpoisto sekä/tai kohdepoisto). Lisäksi varmistetaan riittävä korvausilman tulo.

- Ilmanvaihtolaitteet suunnitellaan siten, etteivät ne lisää palon tai savukaasujen leviämistä. Ilmanvaihto tulee voida pysäyttää esim. paloilmointikeskuksen läheisyyteen sijoitetulla erillisellä katkaisimella.

- Laitosta suunniteltaessa otetaan huomioon vedyn muodostuminen prosessissa. Räjähdyksvaaran välttämiseksi vedyn kerääntyminen estetään riittävällä ilmanvaihdolla ja tarvittaessa erillisellä kohdepoistolla. Vetyä saattaa kerääntyä myös kylvyn pinnalle kerääntyviin vaahdokupliin, mikäli kylvyssä käytetään vaahdonmuodostuskemikaalia.

- Tilat varustetaan riittävällä, tarkoituksenmukaisella, helposti käytettävissä olevalla alkusammutuskalustolla. Alkusammuttimien tulee soveltua tilaan ja esimerkiksi käyttöturvallisuustiedoista saadaan selville laitoksella käytettyjen kemikaalien sammutukseen sopiva sammutintyyppi. Jälkivalaisevilla merkinnöillä sammuttimien havaittavuus paranee. Henkilökuntaa koulutetaan käyttämään sammuttimia oikein.



- Tehdastilat varustetaan riittävien poistumistiemerkinnöin, jotka helpottavat ja nopeuttavat ulospääsyä mahdollisessa hätätilanteessa. Rakennuksessa tulee olla riittävästi väljiä ja helppokulkuisia uloskäytäviä niin, että poistuminen rakennuksesta on mahdollisimman nopeaa. Poistumistiet varustetaan merkkivalaistuksella, joka toimii tavallisen valaistuksen kanssa yhtä aikaa ja siitä riippumatta. Poistumisteiden havaittavuus paranee, mikäli ne merkitään merkkivalojen lisäksi seinän alosaan liimattavien heijastavien tarramerkkien avulla.

- Rakennuksessa on hyvä olla myös turvavalaistus, joka valaisee tehdastilaa tai sen osia ja poistumistietä riittävän henkilöturvallisuuden saavuttamiseksi.

- Palokunnan hyökkäysreitit pidetään avoimina ja pelastustiet merkitään piha-alueella selkeästi. Pelastusteiden rakenteesta on aina sovittava paikallisen pelastusviranomaisen kanssa.

Laitoksen johdon on huolehdittava siitä, että laitoksella on olemassa menettelyt onnettomuuksien ehkäisemiseksi, onnettomuuksien seurausten rajoittamiseksi sekä hätätilanteissa toimimiseksi. Nämä kootaan pelastussuunnitelmaksi, josta annetaan koulutusta laitoksen henkilökunnalle. Onnettomuustilanteisiin voidaan varautua etukäteen mm. harjoittelemalla pelastussuunnitelman toimivuutta yhteistyössä pelastuslaitoksen kanssa. Harjoitusten yhteydessä pelastuslaitoksen operatiivisella henkilöstöllä on myös hyvä tilaisuus tutustua laitokseen.

7. Pintakäsittelytoiminnassa sattuneita tulipaloja

Turvatekniikan keskus kerää tietoja sen toimialalla sattuneista onnettomuuksista VARO-rekisteriin. Rekisteritietojen perusteella vuosina 1997 - 2000 tapahtui pintakäsittelytoiminnassa yhteensä seitsemän tulipaloa. Vuosina 2001 - 2002 TUKESin tietoon ei tullut yhtään alalla sattunutta tulipaloa. Vuosina 2003 - 2004 on pintakäsittelytoiminnassa tapahtunut kolme tulipaloa. Useimmat tulipalot ovat aiheutuneet uppokuumentimista ja yhdessä syynä oli vetykaasun muodostuminen ja sen räjähtäminen.

Seuraavassa on esitetty tapahtumakertomuksia pintakäsittelytoiminnassa sattuneista tulipaloista.

1. Piirilevytehtaan kultauslinjalla syttyi tulipalo vähän ennen puoltayötä. Tällöin kultauslinjalla oli henkilökuntaa töissä yövuorossa. Tulipalon syttymisen aiheutti altaan lämmitysvastus, joka oli kytketty päälle, vaikka polypropeenimuovia oleva rasvanpoistoallas oli tyhjä. On mahdollista, että tulipalon syttymistä nopeutti rasvanpoistoaltaan vieressä ollut metallinen kuivuri, joka saattoi olla päällä. Palon syttymiseen vaikuttivat myös pintavahdin ja ylikuumentimissuojan toimimattomuus. Tieto altaan tyhjentämisestä ei mennyt yövuorolle. Yövuoro kytki lämmittimen päälle



tarkastamatta rasvanpoistoallasta. Ohjeistus oli puutteellinen ja työt hoidettiin rutiininomaisesti. Myös laitteiden huolto ja kunnossapito olivat puutteellisia. Kultauslinjan kotelointirakenne myötävaikutti siihen, ettei alkusammutusyrityksissä päästy tarpeeksi lähelle palopesäkettä. Palo levisi nopeasti sytyttäen linjan ympärillä olevat muoviset kotelointirakenteet, joiden tarkoitus on ohjata ilmastointia. Savunpoistoluukkujen toimimattomuus lisäsi savuvahinkoja.

2. Pintakäsittelylaitoksen hopeointiosastolla syttyi tulipalo aamuyöllä. Pintakäsittelykylvyn lämpötilaa nostettiin edellisenä iltana viikonloppuseisokin lämpötilasta prosessilämpötilaan. Palossa kaksi pintakäsittelyallasta oli sulanut täysin ja niiden sisältö oli valunut keräilyaltaan kautta tehtaan omaan jäteveden käsittelyyn ja sieltä viemäriin. Ympäristövahingoilta vältyttiin. Tulipalon syttymislähteenä oli hopeointilinjan altaassa oleva uppokuumentin, joka jostain syystä on jäänyt nestepinnan yläpuolelle kuivaksi ja sytyttänyt muovialtaan. Syynä nestepinnan mataluuteen oli ilmeisesti vuoto.



3. Vartiointiliikkeeseen tuli liiketunnistimen hälytys pintakäsittelylaitoksesta. Paikalle saapunut vartija havaitsi laitoksen pintakäsittelyaltaiden kohdalla liekkejä ja ilmanvaihtoputkesta tuli ulos paksua savua. Vartija teki hälytyksen hätäkeskukseen. Pintakäsittelylaitoksella olivat tuolloin toiminnassa vain lämmitettävien altaiden uppokuumentimet. Edellisen iltavuoron työntekijät eivät havainneet laitokselta poistuessaan mitään normaalista poikkeavaa. Pintakäsittelykylpyjen lämmitys oli kytkeytynyt automaattisesti päälle keskiyöllä.

Pelastuslaitoksen saapuessa paikalle pintakäsittelylaitoksen tulipalo oli edennyt jo pitkälle.

Kohteessa ei ollut paloilmoitinlaitteistoa, eikä automaattista sammutuslaitteistoa. Pelastuslaitoksen savusukelluspari yritti päästä laitoksen sisään pintakäsittelylinjan luona olevasta ovesta, mutta kova kuumuus pakotti savusukeltajat perääntymään. Myös syaanivetyvaara vaikeutti palomiesten työtä ja samasta syystä pelastuslaitos joutui evakuoimaan viereisen tehdashallin ja päiväkodin sekä eristämään alueen. Pelastuslaitos onnistui suojaamaan laitoksen natriumsyanidivarastoa tulipalon aikana. Varasto oli sijoitettu oikeaoppisesti mahdollisimman turvalliseen ja helposti evakuoitavaan paikkaan laitoksessa. Syanidi ei päässyt reagoimaan happojen kanssa, eikä reaktiotuotteena syntyvää vaarallista syaanivetyä päässyt muodostumaan. Pinnoituslinjan syanidipitoinen pinnoituskylpy ja sen valumaallas pumpattiin ongelmajätessäiliöihin seuraavana päivänä. Tuotantohallin täydellinen tuhoutuminen aiheutti mittavat omaisuusvahingot.

Onnettomuuden tutkintatulokset osoittivat, että palon aiheutti todennäköisesti pintakäsittelykylvyn uppokuumentimen yhden vastuselementin

vaurioituminen. Kyseinen uppokuumentin oli vuotanut yläreunastaan, jolloin altaassa oleva kemikaali oli päässyt uppokuumentimen sisään. Tämä aiheutti myöhemmässä vaiheessa maasulun ja siten elementin voimakkaan kuumenemisen sekä metallin sulamisen. Termostaatissa ei havaittu sähköistä vikaa.

Lisätietoja:

www.tukes.fi Turvatekniikan keskus
<http://www.pk-rh.com> Pk-yrityksen riskienhallinta
www.sgy-ry.net Suomen Galvanotekninen Yhdistys ry
<http://riskianalyysit.vtt.fi>: Vaarojen tunnistamismenetelmiä
www.tukes.fi/varo: TUKESin varorekisteri



TUKES
TURVATEKNIIKAN KESKUS

PL 123 (Lönnrotinkatu 37)
00181 HELSINKI
puhelin (09) 616 71, faksi (09) 759 1596
www.tukes.fi