

TASKUOPAS PALOTURVALLISUUDESTA JA PALONTORJUNNASTA LUJITEMUOVITUOTANNOSSA



MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation
LUJITEMUOVIAOSTO



**finn
boat**

Venealan Keskusliitto Finnboat ry
Båtbranschens Centralförbund Finnboat rf

*Oppaaseen on koottu tietoa Tampereen Teknillisen Yliopiston v. 2007 julkaisemasta, Pauli Reuhkalan ja Jyrki Vuorisen laatimasta **Lujitemuoviteollisuuden paloturvallisuus** -raportista.*

Taskuoppaan on laatinut toukokuussa 2008 Muoviteollisuus ry:n Lujitemuovijaoston asiamies Aulis Nikkola. Oppaan tavoitteena on esittää olennaisimmat lujitemuovituotteiden tuotannon paloturvallisuuteen liittyvät asiat, jotka jokaisen alalla työskentelevän tulee tietää. Opas ei syrjäytä mitään tavarantoimittajien ja viranomaisten ohjeita tai määräyksiä ja vastuu niiden noudattamisesta työpaikoilla on ehdoton.

1. YLEISTÄ

Lujitemuovituotanto kuuluu palovaarallisuusluokkaan 2 (asteikolla 1-2), koska tuotannossa käsitellään säännöllisesti palo- ja räjähdysvaarallisia aineita ja siksi turvallisuusnäkökohdat ovat alalla tärkeitä. Sammutuslaitteiston merkitys korostuu ja henkilöstöllä on oltava valmius toimia hätä- ja poikkeustilanteissa. Yrityksen hyvä turvallisuuskulttuuri, oikea suhtautuminen riskeihin ja tuotantosekä varastotilojen hyvä järjestys ja siisteys edesauttavat vahinkojen välttämistä. ***On hyvä muistaa, että siisti ja hyvin järjestetty työympäristö myös nostaa tuottavuutta, vähentää tapaturmia ja lisää työviihtyvyyttä.***

Selvityksen mukaan lujitemuovituotannon keskeiset paloturvallisuustekijät liittyvät asetoniin ja reaktiivisiin raaka-aineisiin (orgaaniset peroksidit). Syttymisen aihe-

uttaja on usein staattisen sähköpurkauksen aiheuttaman kipinä tai itsesyttymisilmiö (spontaneous ignition) ja syttyvinä aineina ovat useimmiten reaktioherkät raaka-aineet (peroksidit) sekä asetonit.

Valmistusmenetelmien mukaan tarkasteltuna reaktiivisista materiaaleista aiheutuvat riskit korostuvat ruiskulaminoinnissa ja tämän menetelmän työvaiheissa, aputoiminnoissa ja erilaisissa ruiskutuksen käytännön rutiineissa.

Myös lujitemuovituotannossa syntyvien erilaisten tuotanto-, pöly- ja raaka-ainejätteiden, suojamuovien ja teippien jne. huolimaton tai väärä käsittely johtavat helposti syttymisriskin kasvamiseen.

Alalla työskentelevän on sisäistettävä, että kaikkien aineiden ja välineiden tinkimätön ohjeiden mukainen käsittely ja varastointi takaavat sen, ettei tulipaloja synny. On ymmärrettävä, että ohjeiden noudattamatta jättäminen johtaa väistämättä ongelmiin!

SISÄLTÖ

1. YLEISTÄ	2
2. YLEISIÄ OHJEITA VAAROJEN VÄLTÄMISEKSI	4
3. KESKEISIMPIÄ ONGELMIA JA OHJEITA NIIDEN VÄLTÄMISEKSI	6
4. YLEISTÄ VARASTOINNISTA	9
5. TURVALLISUUS JA PALONTORJUNTA LM-TUOTANNOSSA	11
6. OHJEITA PEROKSIDIEN KÄSITTELYYN	15

2. OHJEITA VAAROJEN VÄLTÄMISEKSI

- **Raaka-aineisiin liittyvät tiedot ja ammatilliset taidot.**
Käytettäviin raaka-aineisiin liittyvä reaktiivisuus on tiedostettava. Oikeat menettelytavat ja niissä pitäytyminen on olennainen osa paloturvallisuutta. Työntekijöillä tulee olla osaamista myös mahdollisten vahinkojen varalle.
- **Alkusammutus** on oikein ja ripeästi tehtynä hyvin olennainen osa lujitemuovialan paloturvallisuutta. Toimintaa vaaratilanteissa tulee opetella ja harjoitella käytännössä. Alkusammutusta vaativassa tilanteessa on osattava reagoida nopeasti. Lujitemuovituotannossa tapahtuville syttymistilanteille on ominaista rajuus ja uhkaavuus. Käytäntö osoittaa, että uhkaavankin kaltaiset palon alut on saatu hallintaan ja sammumaan määrätietoisella alkusammutuksella.
- **Siisteys ja järjestys** on erityisen merkittävä paloturvallisuuden lähtökohta. Rajuna, mutta paikallisena palona tapahtunut syttyminen pysyy tiettyyn palopesäkkeeseen rajoittuneena, kun lähistöllä ei ole muita helposti syttyviä aineita. Siisteys ja järjestys auttavat alkusammutuksen onnistumista.
- **Jätteidenkäsittelyn** merkitys on ymmärrettävä. Jokaisen on tiedettävä toimintaohjeet ja käsiteltävä jätteitä ohjeiden mukaisesti. Hartsijätteille, liuottimille sekä kovete- ja kühdytejätteille varataan erilliset jäteastiat sekä huolehditaan, etteivät ne edes

jätteiden hävitysvaiheessa joudu kosketuksiin keskenään. Reaktiivisessa kovettumisvaiheessa olevat jäte-erät ja niihin liittyvät riskit on osattava huomioida. Yksittäin näistä ei välttämättä muodostu paloturvallisuusriskiä, mutta tiivistettynä ja yhteen kertyneinä näistä voi salakavalasti muodostua vaarallinen yhdistelmä. Metalliset jäteastiat ovat palovaarallisille aineille turvallisempia kuin muoviset.

Jätteistä muodostuviin riskeihin liittyy lujitemuovituotannolle ominaisten apumateriaalien, suojakalvojen, teippien jne. käsittely. Yhdessä reaktiivisessa vaiheessa olevien hartsi- tai geelijäämien kanssa tiiviiksi jäte-eräksi puristettuna kokonaisuus saattaa muodostaa riittävän jäte-erän reaktioeksotermian kiihtymiseksi ja paloriskin muodostumiseksi. Tällaisten jätteiden keräämiseen ja käsittelyyn liittyy myös staattisen sähkövarauksen muodostuminen ja sen purkautuminen on todennäköistä. Yhdessä syttymisherkkien liuotinhöyryjen kanssa voi jo pelkästään tästä muodostua syttymisriski.

3. KESKEISIMPIÄ ONGELMIA JA OHJEITA NIIDEN VÄLTÄMISEKSI

- *Kiihdyttimiä ja peroksiedeja ei saa koskaan sekoittaa keskenään. Seurauksena on räjähdys! Tämä on keskeisin toimialan raaka-aineisiin liittyvä turvallisuusriski. Tulipalon vaara on ilmeinen myös, jos peroksidiroiskeet ja kiihdytinroiskeet pyyhitään samalla rätillä.*
- *Orgaanisten peroksidien käyttöön liittyvät riskit on tiedostettava hyvin. Orgaanisen peroksidin likaantuminen on keskeinen vaaratekijä, joka aiheuttaa pahimmillaan räjähdysvaaran. Peroksidi on pidettävä erillään metalleista kuten rauta (ruoste), kupari ja messinki. On myös estettävä kosketus voimakkaisiin happoihin ja emäksiin, sekä varottava kaikkia epäpuhtauksia kuten hiontapölyä. Jo pieni galvanoitu teräsesine (pultti, mutteri jne.) aiheuttaa orgaaniseen peroksidiin joutuessaan räjähdysvaaran!*

Peroksidien ja reaktiivisten aineiden oikeat käsittelytavat on tiedostettava myös, kun ne ovat jätteinä. Orgaanisten peroksidien ja reaktiivisten raaka-aineiden itsesyttymisilmiö (reaktiolämpö tms. kemiallinen syy) liittyvät kiinteästi yhteen ja ne esiintyvät yksittäisenä selvänä ryhmänä syttymisen aiheuttajana. Erityisesti tämä tulee esille jätteiden käsittelyn yhteydessä. (Esim. kovettuvat hartsit, epäonnistuneet käsilaminoinnit ja muut reaktiiviset tai reaktiivisessa vaiheessa olevat ainekset)

- **Asetoni** on tuotannossa yleisin esille tuleva syttyvä aine. Asetoniin liittyvät riskit ja niiden fysikaaliset perusteet on tiedostettava. Niiitä ovat syttymisherkkyys, syttyminen ilmiönä, syttymiskelpoisen höyry-ilma -seoksen kriittiset pitoisuudet ja minimisyttymisenergia. Asetonin kohdalla on aina myös muistettava sen reagointi peroksidien kanssa.
- **Staattisen sähkövarauksen** muodostuminen, sen purkaukset ja asetoni liittyvät keskeisesti yhteen. Tämä näkyy tehdyssä selvityksissä kaikkein yleisimpänä riskitekijänä ja varsinkin erilaisten läheltä piti -tilanteiden syttymistapahtumissa.

Lujitemuovituotannossa staattisen sähköön muodostumista on vaikea välttää. Varausten syntyminen ja kertyminen on etenkin ruiskulaminoititeknikassa vaikeasti hallittava asia. Ongelman hoitamiseksi ruiskulaminoinnin eri työvaiheissa ei ole mitään yleispätevää keinoa.

Lasirovinkien ohjaimet ja rovingin katkontalaite ovat erityisen tehokkaita staattisen varautumisen tuottajia. Riskien vähentämiseksi voidaan käyttää keraamisia ohjureita, eikä koskaan muovisia tai metallisia. Kaikkien varsien tulee olla huolellisesti maadoitettuja.

Ruiskulaminoinnissa staattinen sähköpurkauskipinöinti on aina läsnä potentiaalisena syttymislähteenä. Hyvä suojaustoimenpide on poistaa vaikutusalueelta kaikki syttymiskelpoiset aineet, erityisesti kaikki asetoniastiat ja estää asetonihöyryjen muodostuminen kaikissa vaiheissa. Lasikuitutuotetuotannossa tulee kiinnittää huomiota maadoituksiin ja niiden potentiaalilin tasausten kunnon

seurantaan. Ruiskun maadoituksen toimivuus on hyvä tarkistaa säännöllisesti. Henkilömaadoitus on myös tärkeä mm. ruiskuja pestäessä ja niissä tapauksissa, joissa syttyviä pitoisuuksia ei voida välttää. Hallitsemattomia staattisen sähkön purkauksia pystytään minimoimaan työtapoja kehittämällä.

- **Ruiskulaminointi** edellyttää siihen liittyvien riskien tiedostamista. Kuten jo edellä todettiin, ruiskulaminoinnissa esiintyvät kaikki toimialan keskeisimmät paloturvallisuusriskitekijät: reaktiiviset aineet, asetoni ja staattinen sähkö.

Laminointiruiskuilla tulee olla kunnossapitosuunnitelma ja peroksidivuodot tulee korjata välittömästi. Ruiskujen korjaus- ja muutostöissä on käytettävä aina alkuperäisosia. Varaosien, kuten tiivisteiden, tulee olla yhteensopivia peroksidien kanssa. Staattisen sähkön riski kasvaa merkittävästi, jos sähköä johtava tiiviste on vaihdettu vahingossa eristävään. Ruiskun maadoitus ja sen kytkentä tulee tarkistaa säännöllisesti.

- **Hiontapölyt**, kuten hienojakoiset pölyt yleensä, voivat syttyä yhtä pienellä energialla kuin kaasut. Räjähdyksen voi aiheuttaa sytytyslähde, jonka energia on todella pieni. Veneiden valmistuksessa reunoja ym. leikatessa on vaarana, että terä saattaa osua mahdollisiin niitteihin, mikä aiheuttaa palon. Myös pölynpoistojärjestelmiin liittyy syttymisriski.

Tutkimusten mukaan onnettomuuksien välttämisen merkittävimmäksi tekijäksi tässä asiassa nousee työntekijöiden koulutus ja työnjohdon suorittama työmenetelmien valvonta.

4. YLEISTÄ VARASTOINNISTA

Lujitemuovityöpaikoilla varastoidaan yleensä polyesterihartseja, asetonia, peroksidia ja muitakin palavia nesteitä ja reaktiivisia aineita. Niiden asianmukainen varastointi on tärkeää palovaaran ehkäisemiseksi. Palavien nesteiden valmistajien antamia ohjeita ja määräyksiä varastoinnin osalta on noudatettava. Seuraavat seikat ovat tärkeitä em. aineiden varastoinnissa.

- *On hyvä nimetä varastovastuullinen joka: ottaa vastaan ja valvoo toimitukset, lukitsee ovet, vastaa varaston kunnossapidosta, tarkistaa mahdolliset vuodot ja torjuu ne.*
- *Palonkestävä raaka-ainevarasto on erillään työskentelytilasta.*
- *Kaikki kemikaalit varastoidaan aina alkuperäisissä astioissa, kannet ja korkit tiukasti kiinni.*
- *Keskenään reagoivia aineita ei saa varastoida samaan tilaan niin, että ne voivat päästä kosketuksiin keskenään.*
- *Erityisesti käytettäessä koboltti- ja amiinikiihdyttimiä, on niitä säilytettävä erillään kovetteina käytettävistä peroksiedeista.*
- *Myrkyt kuten amiinikiihdytteet on säilytettävä lukitussa tilassa muista tuotteista erillään.*
- *Palavien nesteiden varastoon: polyesterihartsit, gelcoatit, väripastat ja asetoni.*

- *Orgaaniset peroksidit (kovetteet) varastoitava aina erillisessä varastossa. Peroksidien varastoinnissa on noudatettava erityisohjeita. Näitä ei saa säilyttää palavien nesteiden, kuten polyesterihartsien ja asetonin kanssa samassa varastossa, koska ne voivat itsesyttymisen tai tulipalon sattuessa aiheuttaa vaaran.*
- *Älä kaada peroksidia mitta-astiasta takaisin alkuperäisastiaan.*
- *Kiihdyttimiä voi varastoida hartsien ja asetonin kanssa mutta ei peroksidin kanssa.*
- *Varastossa ei säilytetä palavien nesteiden lisäksi muuta syttyvää materiaalia.*
- *Pidä varaston kierto oikeana. First in - First out. Tärkeää, koska polyesterihartseilla ja gelcoateilla on rajoitettu varastointiaika.*
- *Varastoa ei pidetä hartsien ja apuaineiden sekoituspaikkana*
- *Hartsitynnyrit tulisi turvallisuussyistä säilyttää aina trukkilavojen päällä, makaavassa asennossa ja hyvin tuettuina. Tynnyreitä ei saa koskaan latoa suoraan toistensa päälle sortumisvaaran vuoksi.*
- *IBC-välityskontteja, joissa on polyesterihartsia, voidaan säilyttää päällekkäin pinottuna palavien nesteiden varastossa. Tarkista, että pohjaventtiili on tiukasti suljettu.*
- *Varastossa on oltava oikein sijoitettu ja mitoitettu palontorjunta- ja sammutuskalusto sekä toimivat palohälyttimet. Varaston ulkopuolella on oltava myös sammuttimia.*
- *Pääsy sammutuskaluston luokse ja varapoistumisoville on oltava aina esteetön.*
- *Varaston siisteyteen ja järjestykseen on kiinnitettävä huomiota, samoin varaston mitoitukseen. Liikkuma- ja käsittelytilaa on oltava riittävästi.*

5. TURVALLISUUS JA PALONTORJUNTA LM-TUOTANNOSSA

PALAVAT NESTEET

- *Jo pieni liuotinmäärä voi aiheuttaa vakavan räjähdysriskin.*
- *Palavan nesteen vuotaminen lattialle levittää nopeasti tulen laajalle alueelle.*
- *Annostelupaikat ovat riskipaikkoja palojen ja henkilövahinkojen kannalta.*
- *Liottimien käyttöön työkalujen puhdistuksessa liittyy syttymis- ja palon leviämisaara.*
- *Muoviastioiden käyttö lisää osaltaan paloriskiä, sillä muovi sulaa ja voi ottaa osaa paloon.*
- *Vuoto asetonin tislauslaitteistossa lisää palovaaraa korkean lämpötilan vuoksi.*

PÖLYJEN AIHEUTTAMA PALOVAARA

- *Syttyvän aineen hionta- ja leikkauspölyyn liittyy pölyräjähdysvaara mm. pölynpoistojärjestelmässä. Partikkelikoko on tyypillisesti alle 0,5 mm.*
- *Palo- ja räjähdysvaara voi muodostua jo viattomalta näyttävästä ohuesta pölykerroksesta.*
- *Vahingot alkavat pienistä, paikallisista pölyilmaseoksen syttymisistä ja hulmahduksista, jotka aiheuttavat uusia voimakkaampia pölyräjähdysjä ja palojen nopean leviämisen.*
- *Pölyilmaseosten räjähdysrajat ovat ainekohtaisia. Jo muutama kymmenen grammaa pölyä kuutiometrissä ilmaa aiheuttaa räjähdyskelpoisen seoksen.*

- *Räjähdyksen aiheuttaa sytytyslähde, jonka energia voi olla hyvin pieni. Hienojakoisimmat pölyt voivat syttyä yhtä pienellä energialla kuin kaasut.*
- *Räjähdykselpoinen pölypilvi voi syntyä esimerkiksi ilmavirtauksen tai paineilmalla puhdistamisen yhteydessä.*

PALONTORJUNNAN PERUSTEITA

- *Vain tarvittava määrä vaarallisia aineita kerrallaan tuotantotiloihin.*
- *Siisteys ja järjestys on erityisen merkittävä paloturvallisuuden lähtökohta.*
- *Muoviastioita vältettävä staattisen sähkön ja palokuorman vuoksi.*
- *Annostelupaikat allastettava – keskenään reagoivat aineet erillisin altain.*
- *Tulitöissä oltava kirjallinen työlupamenettely.*

PALON SYTTYMISEN JA LEVIÄMISEN EHKÄISEMISESSÄ TÄRKEITÄ SEIKKOJA OVAT:

- *Siisteyttä ja järjestystä, sekä hyviä työtapoja tulee noudattaa ja valvoa. Näiden merkitystä tulee korostaa paloturvallisuustekijänä. Tilat tulee siivota päivittäin.*
- *Harts- ja kemikaaliroiskeiden sekä vuotojen ehkäisy.*
- *Korjataan vuotavat harts- ja peroksidiannostelupumput nopeasti.*
- *Käytetään vaihdettavia suojuksia laminoointikohteiden ympärillä.*
- *Poistetaan ylimääräiset harts- ja kemikaaliastiat työkohteesta heti käytön jälkeen.*
- *Tuodaan laminoointikohteeseen vain työvuoron aikana tarvittavat määrät hartseja ja apuaineita.*

- *Henkilökohtaisten työvälineiden ja suojaamien puhdistus ja niiden kunnosta huolehtiminen.*
- *Jätteet laitetaan ohjeiden mukaisiin astioihin*
- *Haihtuvaa styreeniä ja liuottimia sisältävät trasselit ym. jätteet säilytetään kannellisissa astioissa haihtumisen estämiseksi.*
- *Hartsijätteille, liuottimille sekä kovete- ja kiihdytejätteille varataan erilliset jäteastiat, sekä huolehditaan, etteivät ne edes jätteiden hävitysvaiheessa joudu kosketuksiin keskenään.*

KIPINÖINTI JA AVOTULI

- *Työalueilla ja varastoissa ei käsitellä avotulta eikä sallita tupakointia.*
- *Kaikkeen avotulen ja kipinöivien työkalujen käyttöön tulee olla työ lupa.*
- *Estetään staattisen sähkön muodostuminen hartsin sekoituksessa ja pumppauksessa sekä liuottimien käsittelyssä esim. maadoituksin. Staattisen varauksen muodostuminen on mahdollista, jos palavan nesteen vapaa pudotusmatka ylittää 5-6 cm.*
- *Kipinöiviä työkaluja ei käytetä palavien nesteiden läheisyydessä (esim. hartsitynnyriä avaamiseen).*
- *Kipinöintiä aiheuttava jälkityöstö, kuten hionta ja leikkaus, tulee tehdä erillisissä tiloissa, joissa ei säilytetä tai käytetä palavia nesteitä ja joissa ei ole kovettuvia kappaleita tai tehdä laminoititöitä.*
- *Huolehditaan, ettei viallisia, kipinöintiä aiheuttavia sähkölaitteita ole lujitemuovityöpaikoilla.*
- *Erytyisesti pantava merkille asetoinin (ja muiden liuottimien) höyrystyneen ilmaseoksen syttymisherkyys*

ALKUSAMMUTUS PALOISSA

Polyesteripalossa nopea alkusammutus on erityisen tärkeää. Sillä estetään palon leviäminen ja rajoitetaan vahinko- ja erittäin tehokkaasti.

- *Henkilökunta tulee kouluttaa toimimaan palotilanteissa.*
- *Tuotanto - ja varastotiloissa tulee olla riittävät sammutuslaitteet.*
- *Jokaisen alueella työskentelevän nähtävillä tulee olla selkeät hälytys- ja toimintaohjeet.*
- *Raaka-ainepalon alkusammutus tehdään jauheella, vaahdolla tai hiilidioksidilla.*
- *Valmiiden tuotteiden sammutukseen voi käyttää myös vettä.*
- *Palon rajoittamiseksi kaikki ikkunat ja ovet suljetaan.*
- *Alkusammutusta ei saa tehdä omaa turvallisuutta vaarantaen: polyesteripaloissa savunmuodostus on voimakasta. Se aiheuttaa myös runsaasti häkää sisältäviä palokaasuja, joiden hengittämistä on varottava.*
- *Palokunnan opastamisesta huolehditaan siten, että paikalla on aina joku, jolla on tiedot kemikaalien sijoituksesta laitoksessa.*

Peroksidipalo ei sammu tukahduttamalla (peroksidi sisältää happea). Alkusammutus tehdään jauheella, jonka jälkeen varsinainen sammutus tehdään vedellä.

Suuremmissa paloissa: paikallista palopesäkkeet, sammuta runsaalla vesisuihkulla. Kutsu palokunta. Ilmoita peroksidin määrä ja laatu.

HUOM! LIUOTIN- JA POLYESTERIVUOTOTILANTEISSA ON AINA PALO- JA RÄJÄHDYSVAARA!

6. OHJEITA PEROKSIDIEN KÄSITTELYYN

- *Orgaanisia peroksiedeja käsiteltäessä on räjähdysvaara! Älä koskaan sekoita kiihdyttimiä ja peroksiedeja keskenään. **Seurauksena on räjähdys!***
- *Säilytä ja käytä peroksidia vain seuraavista materiaaleista valmistetuissa ja peroksidille tarkoitetuissa astioissa: PE, PP, Teflon, haponkestävä teräs (passivoitu ja puhdistettu) tai lasi. Ei koskaan tilapäisastioissa.*
- *Estä peroksidin likaantuminen. Tässä puolee yleisin vaaratekijä, joka aiheuttaa räjähdysvaaran.*
- *Pyyhi roiskeet välittömästi.*
- *Älä käytä mitään orgaanisia imeytysaineita (sahanpurua, turveta jne.). Tämä koskee kaikkia hapettavia kemikaaleja.*
- *Älä koskaan pane roiskeita tai vuotoja takaisin alkuperäisastioihin.*

TARKEMMAT OHEET PEROKSIDIEN KÄSITTELYYN JA LM-TUOTANNON PALOTURVALLISUUSASIOIHIN LÖYDÄT ALUSSA MAINITUSTA RAPORTISTA.

*Lujitemuovijaosto toimii alan yhteistyö-
elimenä ja verkostoitumisen edistäjänä, seuraa
alan ympäristökysymysten ja teknologian kehitystä
ja standardisointia sekä pyrkii vaikuttamaan nii-
den sisältöön, edistää alan koulutusta ja tutkimus-
ta, toteuttaa yhteisprojekteja ja toimii alan yleisten
toimintaedellytysten kehittämiseksi.*



MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation

MUOVITEOLLISUUS RY.

LUJITEMUOVIJAOSTO

ETELÄRANTA 10

PL 4, 00131 HELSINKI

WWW.MUOVITEOLLISUUS.FI