



**SAVONIA**

**Tekniikka**

Palopäällystön koulutus

**OPINNÄYTETYÖ**

**SISÄTILOISSA KÄYTETTÄVIEN PYROTEKNISTEN TEHOSTEIDEN  
KÄYTTÖTURVALLISUUS**

Valtteri Korhonen Satu Stenfors

6.2.2015

**SAVONIA–AMMATTIKORKEAKOULU - TEKNIikka, KUOPIO**

Koulutusohjelma

Palopäälylystön koulutusohjelma

Tekijä

Valtteri Korhonen, Satu Stenfors

Työn nimi

Sisätiloissa käytettävien pyroteknisten tehosteiden käyttöturvallisuus

Työn laji

Päiväys

Sivumäärä

Opinnäytetyö

27.1.2015

23 + 75

Työn valvoja

Yrityksen yhdysenkilö

Vanhempi opettaja Jani Jämsä

Opettaja Raine Luukkonen

Yritys

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli testata sisätiloissa käytettävien pyroteknisten tehosteiden vaaraa aiheuttavia ominaisuuksia. Testien tulokset on kirjattu oppaan muotoon siten, että oppaan on tarkoitus tukea viranomaisten toimintaa sisäpyroteknisten tuotteiden käytön valvonnassa ja antaa viranomaisille lisätietoa aiheesta.

Testeihin valikoitui 26 erilaista sisätiloissa käytettävää pyroteknistä tehostetta. Jokainen tehoste testattiin eri vaaraa aiheuttavien ominaisuuksien suhteen. Oikein käytettyinä tuotteet osoittautuivat turvallisiksi, mutta erityisesti muutamien tuotteiden kohdalla on oltava tietoinen niiden aiheuttamista riskeistä.

Sisätiloissa käytettäviä pyroteknisiä tuotteita käsittelevän tiedon etsintä on erittäin hankalaa, sillä lakeja ja asetuksia on paljon, näistä jokainen käsittelee vain osin pyroteknisten tuotteiden käyttöä. Lakien, asetusten ja ohjeiden paljous saattaa pahimmillaan aiheuttaa merkittäviä tulkintaeroja eri viranomaisten välillä. Tämän työn yksi tavoitteista oli yhtenäistää tulkintoja siitä, mitä pidetään vaarallisena ja mikä on sallittua.

Avainsanat

sisäpyrotekniikka, pyrotekniikka

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		
Degree Programme Fire Officer (Engineer)		
Author Valtteri Korhonen, Satu Stenfors		
Title of Project The Safety of Usage of Indoor Pyrotechnics		
Type of Project Final Project	Date January 27th, 2015	Pages 23+75
Academic Supervisor Mr Jani Jämsä, Senior Instructor Mr Raine Luukkonen, Instructor	Company Supervisor	
Company		
<p>Abstract</p> <p>Indoor pyrotechnics are being used more and more every year. At the same time, the knowledge of these products is still quite minor within the rescue authorities. The main goal of this final project was to produce much needed information on the hazardous properties of indoor pyrotechnic products.</p> <p>Twenty six different products were tested in terms of heat, burn time, safety distance, combustion gases and the effects on highly flammable materials. There were some properties in some products that must be taken into account when planning or building a show involving pyrotechnics. Especially the sparks from stage mines can be the potential cause of fire and also the combustion gases may be harmful for people if too many products are used in a very limited space.</p> <p>The results from the tests conducted were presented in the form of a guide, which is meant to supplement the existing guide. Besides the existing guide, there is actually no literature written in Finnish about this topic. For this reason also, further research was highly desirable.</p> <p>Even though some hazardous properties were discovered, these products proved to be quite safe. With much needed new information, both rescue authorities and people making pyrotechnic shows can now speak the same language about the safety of these products.</p>		
Keywords pyrotechnics, indoor pyrotechnics		
Confidentiality public		

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	4
2.1 Tavoitteet.....	5
2.2 Työn rajaus .....	6
3 SISÄPYROTEHOSTEET SUOMESSA .....	7
3.1 Sisäpyrotehosteet Suomessa.....	7
3.2 Lait ja asetukset .....	7
3.3 Sisätehosteohjeet ja oppaat.....	8
3.4 Tehosteräjättyökurssi .....	9
3.5 Tehostevalvonta Suomessa.....	12
4 TESTIEN TOTEUS JA MITTAUKSET .....	14
4.1 Testien toteutus.....	14
4.2 Testauspaikka .....	15
5 TESTIEN TULOKSENA SYNTYNYT OPAS.....	17
6 POHDINTA .....	18
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Idea opinnäytetyölle syntyi syksyllä 2012 opettaja Jani Jämsän ehdotuksesta helpottaa viranomaisien työtä muun muassa yleisötapahtumiin tehtävissä erityisissä palotarkastuksissa. Koska hanke oli laaja ja sitä ei ole tutkittu koskaan aiemmin Pelastusopistolla, tuntui se erittäin mielenkiintoiselta. Samalla aihe motivoi tekemään töitä oppaan eteen. Testejä varten haimme avustusta Palosuojelurahastolta saadaksemme katettua kustannukset, joita tuotteiden hankkiminen aiheutti. Rahoituksen hakeminen oli oma prosessinsa, mutta kaikki meni suunnitellusti ja saimme rahoituksen, jonka turvin pääsimme tekemään työtä.

Pyroteknisellä tuotteella tarkoitetaan esinettä tai välinettä, joka sisältää kemiallisten reaktioiden seurauksena lämpöä, valoa, ääntä, kaasua, savua tai näiden yhdistelmiä tuottavia aineita tai ainesosia ja joka voi lisäksi sisältää esinettä tai sen osaa liikuttavan ajonpanoksen (Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005, 6 §). Tässä on pyrotekniikka kuvattuna muutamalla lauseella, mutta se ei anna riittävästi tietoa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda lisätietoa pelastusviranomaisille sisäpyrotekniikasta sekä -tehosteista niiden teknillisessä mielessä.

Sisäpyrotehosteet antavat upean visuaalisen ilmeen ihan missä tahansa niitä käyttääkin, ja oikein käytettynä ne ovat turvallisia. Suomessa on välttytty isoilta onnettomuuksilta hyvän ennakkoinnin ja nopeiden alkusammutustoimenpiteiden ansiosta, mutta maailmalla tapahtuneet onnettomuudet eivät ole kaikki päättyneet yhtä onnellisesti. Brasilialaisessa yökerhossa sattui vakava onnettomuus 27.1.2013, siinä menehtyi satoja ihmisiä ja loukkaantui lähes saman verran. Syyksi tulipalon alkamiseen on ilmoitettu sisäpyrotehoste. Tästä syystä aihetta on hyvä tutkia lisää, jotta tulevaisuudessa välttyttäisiin tämän tason onnettomuuksilta.

Oppaan ideana on myös yrittää puhua viranomaisen kieltä ja antaa lisätietoa tuotteista niiltä osin, kuin pakkausseloste ei tee. HIKLU-alue (Helsingin Pelastuslaitos, Itä-Uudenmaan Pelastuslaitos, Keski-Uudenmaan Pelastuslaitos ja Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitos) on tehnyt aiemmin oppaan "Opas viranomaisille -Pyroteknisten tehosteiden valvonta", jossa paneudutaan käytännön asioihin enemmän kuin teknisiin seikkoihin. Yhdessä nämä kaksi opasta täydentävät toisiaan niiltä osin kuin suinkin vain pystyvät.

## 2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

Tässä osiossa käsittelemme, mitä tavoitteita asetimme opinnäytetyön opasosalle ja mitä lakeja ja asetuksia sisäpyrotekniikan käyttöön liittyy. Lisäksi selvitämme, mitä kaikkea oli tehtävä ennen kuin oppaan testausosuuden toteuttaminen alkoi.

### 2.1 Tavoitteet

Vaikka eri toimittajat ovat tuottaneet materiaalia jonkin verran, tehosteräjättyjäkouluksia järjestetään sekä erikoistehosteita käytetään paljon, siltikin tiedon puute tahtoo vaiwata. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa lisämateriaalia pelastusviranomaisten työn tueksi kohteisiin ja tapahtumiin, joissa käytetään sisäpyroteknisiä erikoistehosteita. Työn tavoitteena on myös yhtenäistää pelastusviranomaisten suhtautumista eri tuotteisiin ja tuoda esille tuotteiden teknisiä ominaisuuksia.

Sisätiloissa käytettävien erikoistehosteiden käyttö on ollut suosiossa jo pitkään, ja käyttämisen kynnyks on madaltunut, kun uusia tuotteita on tullut markkinoille ja ammattitaitoisia henkilöitä on aiempaa enemmän. Konsertit ja festivaalit saavat lisää visuaalista ilmettä, kun musiikin rinnalle tuodaan hetkellisiä välähdyksiä, kipinäsuihkuja, savua ja tulta. Keikkalipun rahalle saa kokonaisvaltaisen elämyksen ja vastineen.

Tällaisen visuaalisen kokonaisuuden luomiseen tarvitaan turvallinen ympäristö, osaavat tehosteräjättyjät sekä viranomainen, jolla on tietoa asiasta. Pelastuslain 5 §:ssä on ensimmäinen kannanotto turvallisuuden huomioimiseen erikoistehosteiden osalta: "Tulta sekä syttyvää, räjähtävää tai muuta vaarallista ainetta on käsiteltävä huolellisesti ja riittävä varovaisuutta noudattaen. Ryhdyttäessä tulityöhön tai sellaiseen korjaustyöhön tai muuhun työhön, jonka johdosta tulipalon tai muun onnettomuuden vaara tuntuvasti lisääntyy, on huolehdittava riittävästä varotoimista" (Pelastuslaki 379/2011, 5 §). Järjestäjällä on myös velvollisuus huolehtia siitä, ettei osanottajien tai sivullisten turvallisuus vaarannu (Kokoontumislaki 530/1999, 3§).

Nykyisten olemassa olevien julkaisujen sekä lainsäädännön monimuotoisuus aiheuttaa niin järjestäjien kuin viranomaistenkin keskuudessa paljon töitä. Pahimmassa tapauksessa jotain tärkeää voi tällöin jäädä huomioimatta. Vaikka tietoisuus pyroteknisistä tuotteista on kasvanut ja kirjallisuutta on julkaistu Esa Heikkisen "Tehostemestarin käsikirja 1" (2007) sekä HIKLU-alueen tuottaman oppaan: "Opas viranomaiselle - Pyroteknisten tehosteiden käytön valvonta" (2011), silti itse tuotteista ei ole riittävästi tietoa. Liitteenä olevan oppaan on tarkoitus täydentää edellä mainittuja Tehostemestarin käsikirjaa ja Pyro-opasta niiltä teknisiltä osilta, joihin nämä teokset eivät anna tarvittavia tietoja.

## 2.2 Työn rajaus

Sisäpyroesityksiä tekeviä yrityksiä on Suomessa todella vähän. Teimme alan yrityksille sähköpostikyselyn, jossa tiedustelimme niiden yleisimmin käyttämiä tuotteita. Tämän kyselyn perusteella testeihin valikoitui 26 eri tuotetta kahdesta eri sisäpyroesityksiä tuottavasta yrityksestä: Suomen Ilotulitus Oy ja SkyStar Oy. Suomen Ilotulitus Oy:ltä testattiin 15 sen omaa (tosin Kiinassa valmistettavaa) tuotetta. SkyStar Oy:ltä testeihin saatiin Yhdysvalloissa ja Englannissa valmistettavia LeMaitren tuotteita. Tehdyssä kyselyssä kävi ilmi, että varsinkin LeMaitren tuotteet ovat Suomessa yleisessä käytössä. LeMaitren tuotteita käytetään yleisesti niiden laadun ja helposti saatavien tuotetietojen vuoksi.

Omat rajoitteet työn laajuudelle asettivat myös käytettävissä olevat rahalliset resurssit. Olimme työn alkuvaiheissa siinä uskossa, että pyroteknisiä tuotteita maahantuovat yritykset olisivat lähteneet mukaan tähän projektiin ja lahjoittaneet tuotteita testattaviksi. Näin ei kuitenkaan tapahtunut vaan jouduimme ostamaan tuotteet testiin. Tämä ei olisi ollut mahdollista ilman Palosuojelurahastolta saatua projektirahoitusta. Sen ansioista saimme edes 26 erilaista tuotetta testiin, mikä sekin on erittäin hyvin ottaen huomioon, että tuotteet maksavat helposti useita kymmeniä euroja kappaleelta.

### 3 SISÄPYROTEHOSTEET SUOMESSA

Tässä luvussa käsitellään sisäpyrotekniikkaan ja erikoistehosteisiin liittyviä lakeja ja asetuksia. Säädösten lisäksi avataan sitä, mitä kaikkea niin viranomaisten kuin järjestäjienkin pitää huomioida ennen tilaisuuden alkua.

#### 3.1 Sisäpyrotehosteet Suomessa

Suomessa sisäpyrotehosteita käytetään pääsääntöisesti teatteri-, konsertti- sekä urheilutapahtumissa. Käyttötavat saattavat vaihdella pienistä ja nopeista välähdyksistä suuriin ja näyttäviin ilotulituksiin. Näillä luodaan tilanteille tunnelmaa sekä toteutetaan asioita, jotka saattavaisit muuten olla kalliita, vaarallisia ja mahdottomia toteuttaa (Heikkinen 2007, 5). Oikein tehtynä ja toteutettuna sisäpyrot antavat esitykselle juuri nämä halutut piirteet, mutta väärin käytettynä ne aiheuttavat ongelmia. Suomessa suurilta ja pahoilta onnettomuuksilta on vältytty hyvän ennakkoinnin ja tarkan valvonnan ansiosta. Järjestäjien on kiinnittävä erityistä huomiota toimintaympäristöön, ja viranomaiset hoitavat ennaltaehkäisyä omalta osaltaan käymällä mahdollisia vaaratilanteita läpi ja tekemällä tarvittaessa erityisen palotarkastuksen kohteeseen.

#### 3.2 Lait ja asetukset

Suomessa erikoistehosteita koskevia lakeja ja asetuksia on paljon, ja tämän takia säädösten tulkinnat voivat vaihdella suurestikin eri aluepelastuslaitosten ja viranomaisten välillä. Tämä hankaloittaa niin tapahtuman järjestäjän kuin viranomaistenkin toimintaa, koska yhtenäinen ja tasapuolinen kohtelu erikoistehosteiden käytössä saattaa jäädä saavuttamatta. Linjausta helpottaisi suuresti, jos lait olisi koottu järkevästi yhteen tai lait olisi linkitetty toisiinsa jollain tavoin.

Koska Suomessa ei ole pelkästään erikoistehosteita koskevia säädöksiä, sovelletaan niiden käyttöön seuraavia lakeja ja asetuksia:



- Valtioneuvoston asetus pyroteknisten tuotteiden vaatimustenmukaisuuden toteamisesta (1102/2009)
- Räjähdeasetus (473/199)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdetarvikkeista (130/1980)
- Panostajalaki (219/2000)
- Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta (644/2011)
- Työministeriön päätös räjäytys- ja louhintatyötä koskeviksi turvallisuusmääräyksiksi (495/1993)
- Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta (390/2005)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös nestekaasuasetuksen soveltamisesta (344/1997)
- Kaasulaiteasetus 1434/1993
- Nestekaasuasetus 711/1993.

Lakeja ja asetuksia läpi käydessä havaitsee sen, että suurin osa aiheeseen liittyvistä säädöksistä näyttäisi suuntautuvan suoraan teolliselle räjäytys- ja louhintatyölle, silti lakia lukiessa sieltä löytyy aina joku viittaus erikoistehosteisiin tai pyrotekniikkaan. Nämä pienet sivumaininnat saattavat jäädä helposti huomaamatta lakia lukiessa aiheuttaen merkittäviä tulkintaeroja eri viranomaisten kesken.

### 3.3 Sisätehosteohjeet ja oppaat

Erikoistehosteista ja sisäpyrotekniikasta on tuotettu hyvin vähän suomenkielistä materiaalia, josta olisi apua viranomaisille tai räjäyttäjille. Säädösten jälkeen materiaalina toimivat ”Tehostemestarin käsikirja 1” (Heikkinen 2007) ja HILKU alueen tuottama ”Opas viranomaiselle - Pyroteknisten tehosteiden käytön valvonta”.

Tehostemestarin käsikirja 1 on julkaistu vuonna 2007, ja se on ensimmäinen suomalainen teos, joka käsittelee erikoistehosteita. Kirjaan on koottu niitä asioita, joita tehosteita käyttävät henkilöt joutuvat tulevissa töissään käsittelemään, sekä perusasioita erikoistehos-

teista. Teoksessa pureudutaan tiukasti lakisäädöksiin, esityksiin ja tuotteisiin sekä käydään muutama vaaratilanne läpi. Tehostemestarin käsikirja on suunnattu enemmänkin erikoistehosteiden käyttäjälle kuin viranomaiselle, mutta siinä on hyviä huomioita kummallekin osapuolelle. Kirjan ilmestymisen jälkeen lainsäädännössä on tapahtunut muutoksia, jotka tulee ottaa huomioon, jos kirjaa käyttää lähteenä.

”Opas viranomaiselle - Pyroteknisten tehosteiden käytön valvonta” on julkaistu vuonna 2011. Sitä on tehty yhteistyössä viranomaisten ja pyrotekniikkaa käyttävien yritysten kanssa. Opas keskittyy viranomaista kiinnostaviin käytännön asioihin ennen näytöstä, sen aikana ja jälkeen. Oppaassa on tuotu esille yleisimmin käytetyt tehostetyypit sekä esitelty, mikä on turvallista toimintaa ja mikä taas ei.

### 3.4 Tehosteräjäyttäjäkurssi

Pelastuslaitoksissa on havahduttu siihen, että tehosteräjäyttäjäkoulutus (räjäyttäjä, luokka E) antaa pelastusviranomaiselle lisätietoa erikoistehosteista ja helpottaa toimintaa kentällä. Kurssi on kestoaltaan noin 30 tuntia (Taulukko 1), minkä aikana syvennyttään erikoistehosteiden maailmaan niin sisä- kuin ulkotehosteiden osalta. Kurssi sopii kaikille yli 20-vuotiaille, jotka ovat kiinnostuneet pyrotekniikasta.

Tehosteräjäyttäjäkurssi on jaettu kahteen osaan: teoriaan ja käytäntöön. Teoriaosassa syvennyttään Suomen lainsäädäntöön, tehostetoiminnan tarkoituksiin, viranomaismenettelyihin, turvallisen näytöksen toteuttamiseen erilaisissa tiloissa sekä räjähteiden säilytykseen ja turvalliseen kuljetukseen.

Käytännön osassa tutustutaan räjähteisiin rakentamalla alusta alkaen pienimuotoinen esitys (Kuva 1). Tehosteita rakentaessa tutuiksi tulevat muun muassa useimmin käytettävät laitteistot, kalustot, nallit, sytytyslangat, muutamat yleisimmät kauppatuotteet sekä se, kuinka rakennetaan itse pieniä tehosteräjähteitä.

Teoria- ja käytäntöosion jälkeen suoritetaan räjäyttäjän, luokka E, tutkinto. Tutkintosuudessa kuulustellaan kurssilla läpikäytyjä asioita. Jos kuulustelu hyväksytään, siitä saa

tutkintotodistuksen, joka oikeuttaa tekemään töitä tehosteräjäytyksiä tuottavassa yrityksessä. Pelkkä tutkintotodistus ei vielä anna oikeutta työskennellä itsenäisesti tehosteräjäyttäjänä vaan jotta pätevyyskirjan voi saada, vaaditaan seuraavat asiat:

1. vähintään 20 vuoden ikä
2. työkokemusta kyseiseen räjäyttäjän tehtävään liittyvässä työssä vähintään 6 kuukautta
3. todistus räjäyttäjän kurssin hyväksytystä suorittamisesta
4. selvitys siitä, että hakija on terveydeltään ja muilta ominaisuuksiltaan räjäyttäjän tehtäviin sopiva
5. ministeriön hyväksymälle kuulustelijalle suoritettu räjäyttäjän tutkinto.

Räjäyttäjän pätevyyskirja voidaan antaa määrättyjä ehtoja sisältävänä tai rajoittaa koskemaan vain tiettyä työtä (Valtioneuvoston asetuspanostajien pätevyyskirjoista 122/2002, 5 §). Pätevyyskirja on voimassa 10 vuotta, ja se voidaan joko kokonaan tai osin; jos yllämainitut pätevyysvaatimukset eivät enää täyty (Panostajalaki 219/2000, 2 §). Pätevyyskirja voidaan uusida sen voimassaoloaikana tehdystä hakemuksesta olemaan voimassa edelleen 10 vuotta. Pätevyyskirjan voimassaolo lakkaa kuitenkin, kun sen saaja täyttää 65 vuotta (Valtioneuvoston asetus panostajien pätevyyskirjoista 122/2002, 10 §). Jotta pätevyyskirja voidaan uusida, on hakijan osallistuttava kertauskurssiin, jolla varmistetaan hakijan tiedot muuttuneista säännöksistä ja panostajan työvaatimuksista. Lisäksi hakijan on suoritettava kertauskurssiin liittyvä koe, jonka todistus on esitettävä panostajan lupakirjaa uusiessa. Hakijalla tulee myös olla selvitys siitä, että hän on toiminut panostajan tehtävissä ja täten ylläpitänyt taitojaan. Kurssitodistuksen ja työtodistuksen lisäksi tarvitaan uusimiseen myös lääkärintodistus, jossa todetaan hakijan olevan terveydeltään ja muilta ominaisuuksiltaan räjäyttäjän tehtäviin sopiva henkilö (Valtioneuvoston asetuspanostajien pätevyyskirjoista 122/2002, 11 §). Pätevyyskirjan myöntää Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto.

Jokaisessa Suomessa järjestettävässä sisäpyronäytöksessä tulee olla vastuhenkilö. Vastuuhenkilöllä on oltava voimassa oleva räjäyttäjän pätevyyskirja, joka on vähintään Luokka E:n tehosteräjäyttäjän pätevyyskirja. Hänen tehtävänsä on huolehtia siitä, että

toiminta tapahtuu turvallisesti, tuotteita käytetään oikein, sekä noudatetaan pelastusviranomaisten antamia rajoituksia ja ehtoja. Vastuuhenkilön on oltava aina paikalla, kun tuotteita käsitellään ja käytetään. Poikkeuksen tekevät esimerkiksi teatteriesitykset, joissa käytetään yksittäistä ja täysin samanlaista tuotetta useassa näytöksessä. Tällöin riittää, että paikalla on nimetty henkilö, joka tietää tuotteen käyttötavan ja sisäpyrotekniikkaan liittyvät turvallisuusjärjestelyt. Tehosteiden käyttäjä saa käyttää ainoastaan niitä tuotteita, joiden ominaisuudet hän itse tietää ja tuntee. (Opas viranomaiselle - Pyroteknisten tehosteiden käytön valvonta.) Ulkomailta tulevat esiintyjät tarvitsevat suomalaisen vastuuhenkilön jolla on panostajan pätevyys, mikäli he haluavat käyttää sisäpyrotekniikkaa (Opas viranomaiselle - Pyroteknisten tehosteiden käytön valvonta).

Taulukko 1. Tehosteräjäyttäjäkurssin lukujärjestys.

PMA EXPLOTECH OY		Tehosteräjäyttäjäkurssi / OUTOKUMPU		Räjäyttäjänkurssi Ika E pe - su
Ruokailut klo 12.00 / 17.00 Kahvitauot klo 09.00 ja 14.00 /				RÄJÄYTTÄJÄN KURSSI LKA E
9.11 Perjantai		10.11 Lauantai		11.11 sunnuntai
HUOMIOITA / MUISTIINPANOJA				
09.00 – 18.00 <u>O:LAINSAADANTO</u>  <b>Aloituskahvit</b> Kurssin aloitus ja tavoitteet  Ennakkotehtävien palautus  Räjäytysaineet, räjähteet Sytytysvälineet  - Panostajalait ja asetukset - Turvallisuusohjeet ja määräykset - Työturvallisuuslaki - Kemikaaliturvallisuuslaki - Räjähteiden varastointi ja säilytys - Räjähdysaineiden kuljetus - REACH ja CLP asetus - Pyro-opas viranomaisille - harjoitustehtävät  <u>OT:Lainsäädäntö</u> ENNEN KURSSIA: (4h) Lainsäädäntö (4h) * VNa 644/2011 * Pan. asetukset 122 ja 124 * työturvallisuuslaki * kemikaaliturvallisuuslaki * kuljetus- ja varastointi asiat * pelastuslaki (osin) <u>OT:Lainsäädäntö (2h)</u> Panostajalaki, -asetus turvallisuusmääräykset	09.00 - 18.00 <u>O:Ammattiaineet</u> kertaustehtävät, lainsäädäntö Tehostetoiminta - tarkoitus - viranomaismenettely - toteutus/ turvallisuusnäkökohdat  Erilaiset panokset ja tehostepanokset - bensapanos - osumapanos - turvepaukut - luodin iskemät - välähteet - liekit - savut - koneet ja kalusto - riskienhallinta  Turvallisuusmääräykset - kohteen yleissuunnittelu - riskitekijät - tehostetoiminnan käytännön ohjeet Ryhmytöt - erilaiset tehostetoteutukset case 1-5 Ryhmätöiden purkaminen  <u>OT:Ammattiaineet ja sytytysvälineet</u> Sytytysvälineet ( 1h) Panosten suunnittelu ( 1h) - harjoitustyöt	09.00 - 16.00 <u>H:Räjäytysharjoitus</u>  Erilaisten kohteiden tehosteräjäytykset  - yleisjärjestelyt - turvallisuustekijät - tehostepanokset - räjähteiden säilytys työmaalla  Käytännön toteuttaminen erilaisiin kohteisiin  Räjäyttäjän luokka E: tutkinto  STM:n kuulustelijat  Tulosten julkaisu - tutkintotodistukset - kurssitodistukset  <b>Päätöskahvit</b>  Kurssin päättäminen	Kurssinjohtaja: ylipanostaja Pekka Martikainen PMA p.0500 – 647301  Kouluttaja: ylipanostaja Mauri Tikkanen panostaja Janne Laukkanen räjäyttäjän Ika A-F Raine Luukkonen (Pelastusopisto, riskienhallinta pyroteknisissä toteutuksissa 1h)  Varustus : LA IP ja SU: Työmaakypärä, työhanskat, näönsuojaimet, ulkovarustus  Lukualue:  Kurssin ohjelmassa esitetyt ja kursseilla esille tulleet asiat. Kurssinjohtajan ja kouluttajien painottamat asiat ja turvallisuusmääräykset.	
Paikka ja aika Joensuu 15.9.2012	Kurssin johtaja Ylipanostaja	Pekka Martikainen		



Kuva 1. Tehosteräjättäjäkurssi syksyllä 2012. Oikeanlainen kangas kestää kipinäsuihkusta lentävät kipinät, eivätkä ne polta ihoa.

### 3.5 Tehostevalvonta Suomessa

Sisällä käytettävien erikoistehosteiden luvanmyöntäjä on yleensä paikallinen pelastusviranomainen. Ilmoitus erikoistehosteiden käytöstä tulee jättää viimeistään 7 päivää ennen tilaisuutta, jotta viranomaisella on aikaa reagoida asiaan sekä tutustua käytettäviin tuotteisiin niillä tiedoilla jotka hänellä on.

Lupaa haettaessa tulee täyttää hakemus, josta selviää pyroteknisten tuotteiden vastuuhenkilö. Hakijalla on oltava panostajalain mukainen pätevyys eli vähintään räjäyttäjän lupakirja, luokka E. Tämän lisäksi lomakkeessa tulee käydä ilmi näytöksen paikka, tarkka ajankohta, se mitä tuotteita näytöksessä käytetään, sekä varatoimenpiteet ongelmien ehkäisemiseksi. Jossain pelastuslaitoksissa vaaditaan lisäksi vielä asemapiirustus, jossa ilmenee tuotteiden käyttö- sekä säilytyspaikka sekä poistumisreitit. (Räjäytysasetus 473/1999, Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos, Helsingin pelastuslaitos)

Paikat, joissa sisäpyroteksteita käytetään, ovat usein alueilla tai tiloissa, jotka normaalioloissa ovat muussa käytössä, minkä vuoksi järjestelyille ja rakentamiselle jää yleensä melko vähän aikaa. Jo kokoamisvaiheessa tulisi ottaa huomioon erikoistehosteiden vaatimat erikoisjärjestelyt, jotta vältetään kiireen, väsymyksen ja sopimattomien olosuhteiden ynnä muiden mahdollisten ongelmien aiheuttamilta riskeiltä. Kokoamisvaiheessa tulee myös suhteuttaa tehosteen koko ympäristöön, sillä sisäpyrojen panoksen koko on oltava mahdollisimman pieni ja käytössä tulee kiinnittää huomiota räjäytyksen ajoitukseen, palo-, paine- ja sirpalevaaraan ja erityisesti sisätiloissa räjäytettäessä pölyräjähdysten vaaraan (Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011, 29 §).

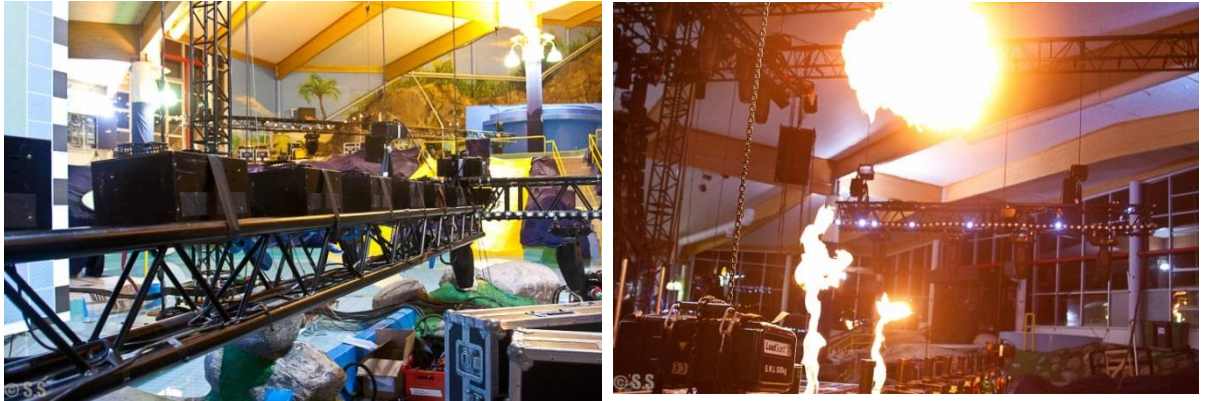
## 4 TESTIEN TOTEUS JA MITTAUKSET

Tässä luvussa käydään läpi testien toteutukseen liittyviä asioita. Tarkemmat tiedot testien teknisestä toteutuksesta löytyvät liitteenä olevasta oppaasta.

### 4.1 Testien toteutus

Ennen työn aloittamista suoritimme tehosteräjäyttäjän koulutuksen, jotta ymmärtäisimme paremmin tulevan työn taustoja. Tämä kurssi avasi sisäpyrotehosteiden maailmaa erittäin paljon, sillä oma tietämys aihetta kohtaan oli käytännössä olematonta. Varsinaiset tuotteiden testaukset aloitimme talvella 2013 ja niitä jatkettiin syksyllä 2014.

Talvella 2012 olimme mukana kokoamassa Serenassa järjestettävää konemusiikin tapahtumaa (Kuvat 2 ja 3). Viimeistään siellä kurssilla opitut asiat konkretisoituivat. Tapahtuman taustalla työskentely avasi myös sellaisia asioita, joita kurssilla ei käsitelty. Esimerkiksi tuotteiden kunnollinen kiinnitys sekä siistin visuaalisen ilmeen luominen tulivat tuntuiksi vasta käytännön kautta. Teimme tapahtumaa edeltävänä iltana asennusten jälkeen muutaman koepolton, ja seuraavana päivänä ennen tapahtuman alkamista kohteeseen tehtiin erityinen palotarkastus. Paikalle saapunut palotarkastaja oli tarkastanut vastaavia tapahtumia muutaman kerran aiemminkin, ja hänellä oli selvästi jonkinlainen käsitys siitä, mitä nyt olimme tekemässä. Kerroimme, millaisia tehosteita meillä oli käytössä, ja näytimme hänelle pari esimerkkiä. Tarkastus hyväksyttiin huomautuksitta, joten tapahtuma sai ainakin tehosteiden osalta alkaa. Tuli kuitenkin ilmi tarkastuksen ohella jutellessa, että lähellekään kaikilla tarkastajilla ei ole yhtä hyvä tuntemus aiheeseen, joten kaikki lisätieto mitä aiheen ympäriltä saadaan kerättyä kasaan, on enemmän kuin tervetullutta.



Kuvat 2 ja 3. Tutustuminen Serenassa järjestettyyn tapahtumaan.

#### 4.2 Testauspaikka

Testit toteutettiin Pelastusopiston harjoitusalueella sijaitsevassa paloteatterissa. Paloteatteri on rakennettu vuonna 2005, ja sen alkuperäisenä tarkoituksena on ollut tukea opetusta palon kehittymisen, erilaisten rakennusmateriaalienkäyttyymisen ja paloteknisten laitteiden toiminnan havainnollistamispaikkana. Testauspaikkana paloteatteri toimi moitteettomasti, sillä 35 neliömetrin ja 3,7 metrin korkuisesta polttilasta on suora näköyhteys palolasien läpi auditoriotilaan. Paloteatterissa olevilla laitteistoilla voidaan mitata muun muassa eri kaasujen määrää ilmassa palon aikana, lämpötilaa ja aikaa sekä esitellä sprinklauksen toimintaa (PSR Hankeraportti).

Paloteatteri soveltuu tämän tyyppisiin testauksiin erittäin hyvin. Tavoitteena oli saada käytännön testien tuloksia esimerkiksi palotarkastajien käyttöön, sillä tuotteita ei ole aiemmin tutkittu Suomessa testeissä tehdyllä tavalla. Testeissä mitattiin lämpösäteilyä, kipinöiden korkeutta, paloajoja, savukaasujen muodostumista sekä kipinöiden vaikutusta palaviin materiaaleihin.

Käytimme testeissä paloteatterin omaa laitteistoa, jolla pystytään mittaamaan syaanivedyn, hiilidioksidin ja hiilimonoksidin määrää sekä havainnoimaan, miten testattava tuote syrjäyttää happea. Käytössämme oli myös DASYLAB-laitteisto, jolla saimme mitattua lämpötilat kolmelta korkeudelta.



Näiden mittauslaitteistojen lisäksi hyödynsimme myös paloteatterin kiinteää lämpökameraa, jotta saisimme havainnoitua mahdollisimman monta eri asiaa testien aikana. Rakensimme tilaan myös mitta-asteikon, jotta pystyimme seuraamaan testattavien tuotteiden vaikutusalueiden korkeutta.

Lämpötilojen ja kaasujen mittaustulokset sekä lämpökameran kuva siirtyivät reaaliaikaisesti tietokoneelle, jota kuvattiin videokameralla koko testien ajan. Alle 3,7 metrin kipinäsuihkujen korkeudet ja lämpökameran tiedot pystyi näin tarkastamaan dokumentoidulta materiaalista myöhemmin.

## 5 TESTIEN TULOKSENA SYNTYNYT OPAS

Testitulokset on julkaistu opinnäytetyön liitteessä testausraporttina. Opas on noin 70 sivua pitkä ja sen alussa kuvataan tarkasti testien eri vaiheet sekä se, miten testit on toteutettu. Mukaan on liitetty kuvia, joiden tarkoituksen on helpottaa lukijaa ymmärtämään testitilat ja testausmenetelmät.

Testausvaiheen esittelyn jälkeen tulevat varsinaiset testitulokset. Tuotteet on numeroitu satunnaisesti testien toteuttamista varten. Jokaisesta tuotteesta on kaksisivuinen esittely. Ensimmäisellä sivulla esitellään tuote, kerrotaan, mikä se on, ja jos tuotteesta on annettu jotain tietoja, kuten kipinäsuihkun korkeus tai palamisaika, on ne kirjattu ylös. Ensimmäiselle sivulle on myös kirjattu testeissä havaitut asiat sekä lisätty kuva tuotteesta. Lisäksi osaan tuote-esittelyistä on lisätty lämpökameran kuva palamishetkellä. Lämpökameran kuvalla halutaan tuoda ilmi sitä, mikä on testattavan tuotteen kuumin kohta ja onko se verrattavissa esimerkiksi kipinöihin, jotka lentävät 3 metrin korkeudessa.

Toisella sivulla esitellään testien osalta tehdyt havainnot. Toiselle sivulle on kirjattu lämpötilat kolmelta eri korkeudelta sekä kaasumittausten tulokset. Lämpötilat sekä kaasumittausten tulokset ovat kirjattuina kahteen erilliseen taulukkoon, jotta lukijan on helpompi katsoa tarvitsemansa tieto niistä.

Syntynyt opas täydentää sopivasti jo olemassa olevia oppaita tästä aiheesta. Vaikka aihe onkin hankala siihen perehtymättömälle henkilölle tuotteiden valtavan määrän vuoksi, on tästä oppaasta varmasti jotain hyötyä niin valvontatyössä toimiville henkilöille kuin tehosteräjäyttäjille. Olennaisimmat tiedot on pyritty esittämään mahdollisimman helposti luettavassa muodossa ja mahdollisimman yksinkertaisesti. Niiden lisäksi jokaisesta testistä löytyy myös yksityiskohtaiset mittaustulokset, jos lukija haluaa tutustua paremmin tuotteen toimintaan.

Oppaan rakennetta ja ulkoasua olisi voinut parantaa vieläkin helpommin luettavaksi, mikäli aikaa tämän työn tekemiseen olisi ollut käytettävissä rajattomasti. Nyt keskityimme esittämään asiat teknisenä raporttina, joka ei ole paras vaihtoehto luettavuuden kannalta. Siitäkin huolimatta, opas on varmasti käyttökelpoinen apuväline jokaiselle aiheeseen tutustuvalla.

## 6 POHDINTA

Ottaen huomioon työn laajuuden ja sen, että aihetta ei ole tutkittu aiemmin Suomessa, saimme aikaiseksi täysin uutta tietoa tuotteiden käyttäytymisestä. Toki taustatietoa olisi voinut kerätä paljon lisää ja koepolttaja olisi voinut suorittaa enemmän, mutta pitää muistaa, että aihe on erittäin laaja, kaikkea ei voi tutkia kerralla. Jonkun on hyvä jatkaa tästä eteenpäin. 26 testatun tuotteen kohdalla pääsimme tavoitteisiin niiltä osin kuin se vain on mahdollista.

Oppaan tekoon ja tulosten analysointiin kului paljon aikaa. Koska tietoa tuotteista ei ollut, piti niitä varten tehdä runsaasti taustatyötä ja olla yhteyksissä muun muassa sisäpyroteknikkoihin. He osasivat auttaa ja kertoa käytännön esimerkkejä tilanteista ja tuotteista. Yleisestikin tietoa on vähän ja mahdollisia suomenkielisiä lähteitä yritettiin käyttää mahdollisimman paljon hyväksi työtä tehdessä. Tiedon jalostaminen kokonaisuudeksi oli alusta alkaen melko hankalaa, meillä ei ollut tarkkaa visiota siitä, miten asiasta saisi muodostettua selkeän kokonaiskuvan. Oman oppimisen kannalta oli toki hyvä, että tietoa joutui hakemaan näin paljon ja samalla tuli tutuksi niin lainsäädäntö kuin ne muutamat suomenkieliset alan julkaisut, joita asian tiimoilta on tehty. Voisi siis sanoa, että oma oppiminen on ollut tätä työtä tehdessä poikkeuksellisen suurta. Jos olisimme valinneet opinäytetyön aiheeksi jonkin tutun aiheen, ei oppimista olisi taatusti tapahtunut yhtä paljon. Tuntuukin, että olemme päässeet sisälle aivan uuteen maailmaan, josta löytyy jatkuvasti jotain uutta opittavaa.

Koko projekti venyi aikataulullisesti melko pitkäksi, ja aikaa kului välillä turhienkin tietojen etsimiseen. Sähköpostikyselyihin ei saatu vastauksia niin nopeasti, kuin toivoimme, ja tämän jälkeen yhteydenotto tapahtui puhelimitse. Puhelinoiton jälkeen sähköpostiin yleensä vastattiin muutamalla sanalla ja yleisimmällä käytössä olevalla tuotemerkillä. Myös tekniset vastoinkäymiset paloteatterin kaasumittauslaitteiston kanssa aiheuttivat ongelmia työn aikataulun kanssa. Mittalaitteiston korjausta odoteltiin puoli vuotta, ja kun kaikki oli jälleen siinä kunnossa, että mittauksia voitiin jatkaa, olivat kesätyöt jo alkaneet. Tämä aiheutti luonnollisesti haasteita löytää sopiva ajankohta viimeisten mittausten tekemiseen. Loppujen lopuksi yhteinen aika löytyi ja pääsimme toden teolla työn kirjoittamisen pariin. Kirjoitustyötä hidastivat selkeästi omat työt opinäytetyön rinnalla. Aikaa ei

ollut kirjoittamiseen niin paljon kuin se olisi vaatinut. Stressikerroin työtä tehdessä on noussut monta kertaa, omassa elämässä tapahtuvat muutokset eivät helpota kirjoitustyötä.

Opasta tehdessä on opittu, että kärsivällisyyttä kaivataan monessakin suhteessa. Vaikka suurin osa opinnäytetyöstä on kiinni itsestään ja siitä, miten aktiivinen sen kanssa voi olla, silti kaikkeen ei voi aina varautua. Kaasulaitteiston rikkoutuminen kriittisimmällä hetkellä ei ollut toivottavaa. Toki tämän ajan olisi voinut käyttää kirjoittamiseen jo silloin, mutta silloinkin painoivat päälle työt sekä koulu. Oppaassa olevien testitulosten laajuus ja niiden purkaminen veivät valtavasti aikaa ja kasvattivat oppaan kokoa merkittävästi.

Lopputuotoksena syntynyttä opasta voisi hioa loputtomiin, mutta jo nykyisellään siitä on varmasti hyötyä sellaisille henkilöille, jotka haluavat hieman lisätietoa pyroteknisten tuotteiden käyttäytymisestä. Todettakoon, että mittauksissa ei havaittu mitään hälyttäviä tuloksia vaan tehosteet osoittautuivat oikein käytettyinä turvallisiksi.

Jos työ aloitettaisiin nyt, tekisimme varmasti huomattavan paljon tarkemmat suunnitelmat työn toteutukselle. Eri osatavoitteet aikataulutettaisiin tarkasti ja työtä tehtäisiin koko ajan, pala kerrallaan. Jokainen pidempi tauko haittaa selvästi työn tekemistä, ja työhön kiinni pääseminen on aina hankalampaa, mitä pitempään siitä on erossa. Tämän vuoksi tulisi tehdä jotain vähän kerrallaan, jotta ajatus pysyy koko ajan mukana. Työn pilkkominen pienempiin osakokonaisuuksiin olisi myös helpottanut siihen ryhtymistä. Kirjoitustyön aloittaminen tuntui aluksi aivan ylivoimaiselta tehtävältä, kun päässä kummitteli vain ajatus niistä kaikista asioista, jotka pitäisi saada paperille.

Loppujen lopuksi pääsimme työssä asetettuihin tavoitteisiin ainakin sikäli, että suunnitellut testaukset saatiin tehtyä kunniallisesti läpi ja syntynyt opas on varmasti käyttökelpoinen apuväline. Jälkikäteen ajateltuna työtä olisi voinut rajata vieläkin tarkemmin ottamalla testeihin pienemmän määrän tuotteita ja testaamalla ne perusteellisemmin. Aiheen parista tutkimista riittää vielä pitkälle tulevaisuuteen, aloittaen vaikka tämän työn tulosten varmistamisella ja jatkaen sitten uusilla tuotteilla eteenpäin.

## LÄHTEET

Heikkinen, E. 2007. *Tehostemestarin käsikirja 1*. Tammer-Paino Oy. Tampere.

Kaasulaiteasetus 1434/1993.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös nestekaasuasetuksen soveltamisesta 344/1997.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös räjähdetarvikkeista 130/1980.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005.

Nestekaasuasetus 711/ 1993.

Opas viranomaiselle - Pyroteknisten tehosteiden käytön valvonta

Panostajalaki 219/2000.

Pelastuslaki 379/2011.

Pelastusopisto. 2012. *PSR - Hankeraportti, Pelastusopiston paloteatterin kehittäminen tutkimus- ja opetuskäyttöön 2011-2012*. Pelastusopisto. Kuopio.

Räjähdeasetus 473/1993.

Työministeriön päätös räjäytys- ja louhintatyötä koskeviksi turvallisuusmääräyksiksi 495/1993.

Valtioneuvoston asetus pyroteknisten tuotteiden vaatimustenmukaisuuden toteamisesta 1102/2009.

Valtioneuvoston asetus panostajien pätevyyskirjoista 122/2002.

Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011.

Helsingin kaupungin Pelastuslaitos. 2014. Linkki: [www.hel.fi/pel](http://www.hel.fi/pel). 6.11.2014.

Pyrotechnics and Special Effects. 2014. Linkki: [www.lemaitreltd.com](http://www.lemaitreltd.com). 3.12.2014.

Länsi-Uudenmaan pelastuslaitos. 2014. Linkki: [www.lup.fi/fi-FI](http://www.lup.fi/fi-FI). 6.11.2014.



TESTAUSRAPORTTI



SISÄTILOISSA KÄYTETTÄVIEN PYROTEKNISTEN TEHOSTEIDEN  
KÄYTTÖTURVALLISUUS

Valteri Korhonen

Satu Stenfors

## SISÄLLYS

1 TAUSTOJA TYÖSTÄ.....	3
2 YLEISTÄ OPAASTA .....	5
3 TESTIEN TOTEUTTAMINEN.....	6
3.1 Kipinäsuikujen korkeuden ja keston mittaaminen .....	6
3.2 Tuotteiden kiinnitys .....	7
3.3 Laukaisu.....	8
3.4 Lämpötilan mittaaminen .....	9
3.5 Kaasujen mittaaminen.....	10
3.6 Syttymien tarkastelu.....	12
3.7 Testien dokumentointi .....	14
3.8 Testien epävarmuustekijöitä .....	16
4 TULOSTEN TARKASTELU JA HAVAINNOT .....	18

## LÄHTEET



## 1 TAUSTOJA TYÖSTÄ

Sisätiloissa käytettävät pyrotekniset tehosteet ovat olleet valtavassa suosiossa jo pitemmän aikaa ja niiden suosio on kasvanut kasvamistaan. Ikimuistoisimpiin kuuluvat vuonna 2006 järjestetyt Euroviisut, joissa Lordi vei voiton esityksellään, johon kuuluivat näyttävät erikoistehosteet sekä ulkoasut. Myös saksalaisyhtye Rammstein on tunnettu erikoistehosteiden käytöstä niin sisä- kuin ulkotiloissa.

Oikein käytettynä ja suunniteltuna erikoistehosteet antavat esimerkiksi konsertille hienon lisämausteen, jolloin konsertin kokonaisuus muuttuu visuaalisesti. Konsertti ei ole enää pelkästään musiikin kuuntelua ja bändin jäsenien ihailua, vaan siihen lisätään visuaalisia yksityiskohtia, ja millä luodaan kuuntelijalle kokonaisvaltainen elämys. Teatteriesityksiin saadaan tehtyä hienoja ja näyttäviä yksityiskohtia sisäpyrotekniikalla, jolloin saadaan luotua esitykseen elokuvamaista tunnelmaa.

Valitettavasti kaikki ei aina mene suunnitelmien mukaisesti ja vahingoilta tai onnettomuuksilta ei ole vältytty. 27.1.2013 Brasiliassa kuoli 242 ja loukkaantui 168 ihmistä yökerhopalossa. Palon syytymissyyksi ilmoitettiin pyrotekniikka. Kun tutkii tarkemmin yökerhoissa syttyneitä tulipaloja, useimmiten syytymissyy tai epäily tulipalon aiheuttajasta on nimenomaan sisäpyrotekniikka. Vuosina 2003 - 2014 yökerhojen tulipaloissa on kuollut yhteensä ainakin 801 henkilöä ja loukkaantunut 868 henkilöä (Wikipedia. 2014.). Suurin syy tulipalon syttymiseen on ollut huolimattomuus tehosteita käytettäessä. Tehosteella ei välttämättä ole ollut tarpeeksi tilaa ympärillään, pintamateriaaleja ei ole huomioitu, pölyä ei ole poistettu tehosteiden yläpuolelta tai sitten on jopa käytetty ulkotehosteita sisätiloissa rahan säästämisen vuoksi. Suomessakin on koettu läheltä piti -tilanne 14.12.2013 Turun Logomossa järjestetyssä Raskasta Joulua -konsertissa, kun palosuojattu verho syttyi sisäpyrotekniikan kipinästä tuleen. Nopea toiminta pelasti tilanteen ja vahingot jäivät vain aineellisiksi. (Ilta-Sanomat. 2013.)

Sisäpyrotekniikasta ei ole tällä hetkellä riittävästi tietoa jaettavaksi viranomaisille. Viranomaiset saattavat kieltää erikoistehosteiden käytön tietämättömyyteen vedoten, sillä kukaan ei halua päästä ikäviin otsikoihin yökerhopalosta. Jokaisella pelastuslaitoksella Suomessa saattaa olla omat ohjeensa, kuinka toimia palotarkastuksilla tilaisuuksissa,

joissa käytetään sisäpyrotekniikkaa. Tuottamalla lisää tietoa tehosteiden käyttäytymisestä pystymme antamaan eväitä tarkastustyössä toimiville henkilöille. Tehosteräjät työkentelevät eri projektien parissa joka puolella Suomea, joten tavoitteena on saada aikaan yhtenäisempi linja hyväksyttävillä tehosteilla.

Ennen työn aloittamista suoritimme tehosteräjätajan koulutukset (räjäyttäjä, luokka E), jotta ymmärtäisimme paremmin tulevan työn taustoja. Vaikka emme olekaan työskennelleet tehosteräjätajina, pelkkä kurssin käyminen avasi erikoistehoisteiden maailmaa todella paljon. Saimme todella hyvää tietoa kaikesta siitä, mitä kaikkea tulee huomioida, kun näytöstä aletaan rakentaa.

## 2 YLEISTÄ OPPAASTA

Tässä oppaassa esitellään 26 erilaista sisätiloissa käytettävää pyroteknistä tehostetta teknisestä näkökulmasta. Oppaan tarkoitus on lisätä tietoisuutta pyroteknisistä tuotteista ja täten helpottaa viranomaisten ja tehosteräjäyttäjien toimintaa kentällä.

Oppaan alussa kerrotaan yleisiä asioita, jotka ovat tärkeitä tuoda esille. Aluksi kerromme, mitä olemme tehneet ja miten. Yleisten käytännön osuuksien jälkeen on koottuna yhteen jokaisesta tuotteesta perustiedot sekä lämpötila- ja kaasumittaukset.

Olimme yhteydessä sähköpostitse tai puhelimella usean Suomessa toimivaan yritykseen, jotka järjestävät sisäilotulituksia tai muuta erikoistehostetoimintaa. Kyselyiden perusteella valikoitui Suomen Ilotulitus OY:n tuotteita sekä LeMaitren tuotteita testaukseen. Varsinkin LeMaitren tuotteet osoittautuivat kyselyn yhteydessä suosituiksi käyttää. Suomen Ilotulitus OY ja SkyStar Oy toimittivat tarvittavat tuotteet testaukseen.

Testauksien päänsääntöisenä ideana oli katsoa, mitä päästöjä tuotteet synnyttävät palaessaan, pitävätkö korkeuslupaukset sekä aikalupaukset paikkaansa ja havainnoida lämpötilaeroja testimahdollisuuksien puitteissa.

### 3 TESTIEN TOTEUTTAMINEN

Tuotteita testattiin kolmena eri päivänä Pelastusopiston harjoitusalueen paloteatterissa. Ensimmäinen varsinainen testauspäivä oli 11.12.2013. Alkuperäisenä tavoitteena oli saada kaikki testit tehtyä tuolloin, mutta jo muutaman kaasumittauksen jälkeen totesimme, että saadut tulokset eivät voineet pitää paikkansa. Tämän vuoksi jätimme kaasumittaukset myöhempään ajankohtaan ja keskityimme ainoastaan lämpötilojen mittaamiseen, ja yleiseen tuotteiden käyttäytymisen havainnointiin. Kaasumittaukset onnistuivat vasta yli puoli vuotta myöhemmin, kun mittalaitteisiin oli saatu asennettua uudet anturit. Toinen testipäivä pidettiin 17.8.2014 ja mittaukset onnistuivat suunnitelmien mukaan. Testaukset dokumentoitiin digikameran ja kahden digivideokameran avulla. Näiden avulla saatua materiaalia on käytetty tulosten analysoinnissa sekä raportin kirjoittamisessa. Kolmas testipäivä oli 27.10.2014, jolloin keskityimme tarkastelemaan tehosteiden kipinöiden vaikutuksia erilaisiin tekstiilimateriaaleihin.

#### 3.1 Kipinäsuihkujen korkeuden ja keston mittaaminen

Testattavat tuotteet vaihtelivat nopeista välähdyksistä pitkiin kipinäsuihkuihin. Yhtenä tavoitteena oli tarkkailla valmistajan antamien tietojen paikkansapitävyyttä keston ja vaikutusetäisyyksien suhteen. Paloteatterin polttilan katto pidettiin koko ajan maksimikorkeudessa, 3,7 metrissä, jotta pystyimme havainnoimaan kipinäsuihkujen korkeudet. Osa tuotteista tuotti tosin korkeamman suihkun kuin tila salli, joten niiden osalta kipinäsuihkun korkeuden arviointi oli hankalaa. Muutoin pystyimme tarkkailemaan ennalta annettujen tietojen paikkansapitävyyttä.

Korkeuden mittaus toteutettiin tekemällä testattavan tuotteen viereen tarkoitukseen soveltuva mitta-asteikko. Viritimme lattian ja katon väliin rautalangan, johon laitoimme merkinnät teipillä puolen metrin välein. Näin saimme tätä tarkoitusta varten tarpeeksi tarkan mitta-asteikon.

Jokainen tuotetestaus kuvattiin digivideokameralla. Saatua kuvamateriaalia käytettiin apuna vaikutusetaisyyksien määrittelyssä. Myös kipinäsuihkujen kesto pystyttiin tarkastamaan videokuvan avulla.

### 3.2 Tuotteiden kiinnitys

Testattavat tuotteet ovat tarkoitettuja ammattikäyttöön, joten niiden mukana ei tule tarvittavia tuentavälineitä tai laukaisualustoja. Teetäimme testauksia varten metallisen pukin, johon tuotteet saatiin kiinnitettyä testien ajaksi (Kuva 1). Tällä tavoin pystyimme tekemään huomioita myös siitä, mitä tapahtuu tuotteen alapuolella, miten pahvikuori käyttäytyy laukaisun jälkeen ja mitä riskejä voisi aiheutua puutteellisesta kiinnityksestä. Teetäimme myös muutaman pienemmän metallisen astian (Kuva 2), jotta tuotteet saatiin pysymään paikoillaan kaasumittauksia varten.



Kuva 1. Metallinen pukki

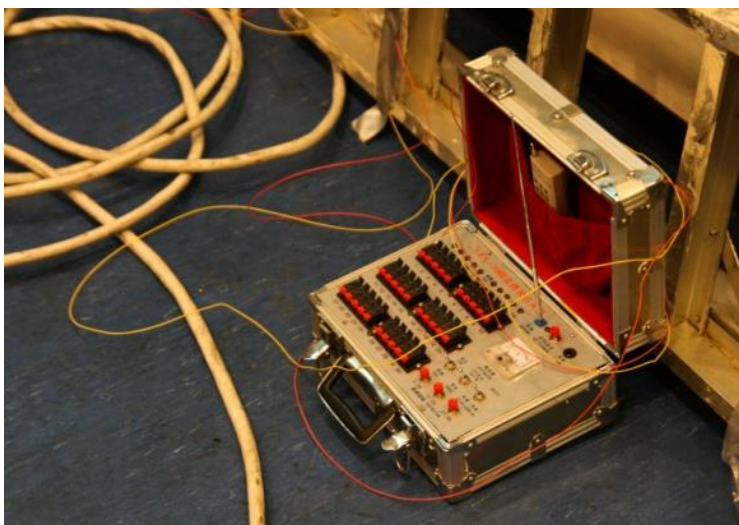


Kuva 2. Metalliset astiat kaasumittauksia varten

Maasta laukaistavat tuotteet kiinnitettiin pukkiin ilmastointiteipillä ja katosta laukaistavat tuotteet kiinnitettiin kattoon rautalangan avulla. Kiinnitykset todettiin kestäviksi, yksikään laukaisu ei suuntautunut väärään suuntaan. Jokainen testattava tuote asennettiin samalle kohtaa vertailukelpoisten tulosten saamiseksi.

### 3.3 Laukaisu

Laukaisuun käytettiin radio-ohjattavaa laukaisukojetta (Kuva 3), josta oli vedetty kaapelit testattavalle tuotteelle. Sytytys tapahtui tuotteiden sisältämien sytyttimien avulla tai, mikäli sellaista ei ollut, sytytyshelmen avulla.



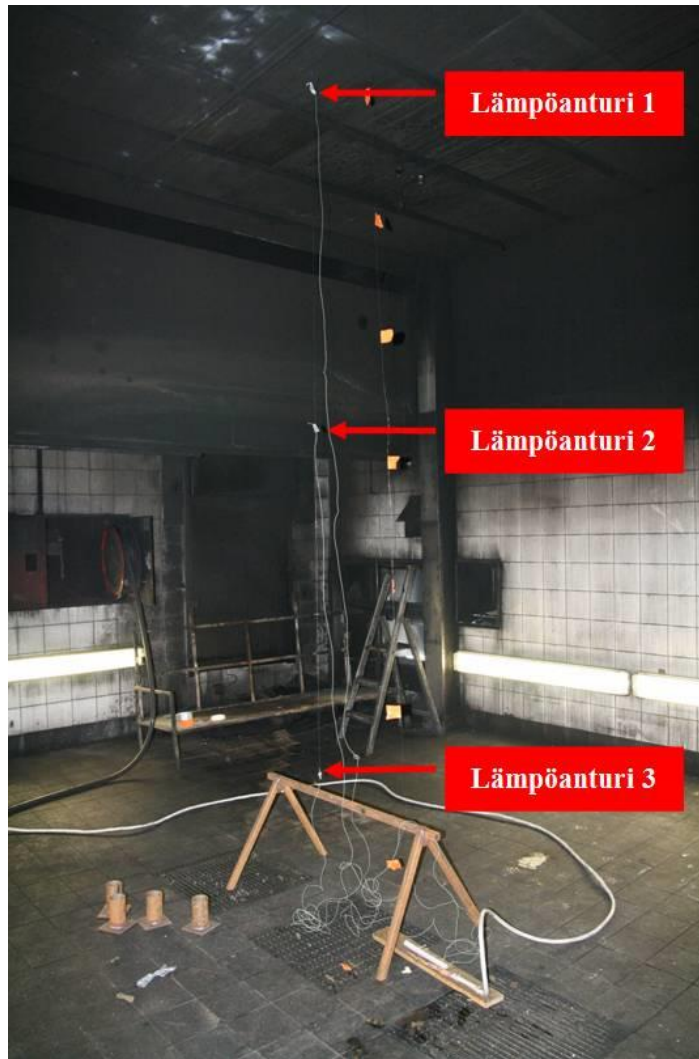
Kuva 3. Radio-ohjattava laukaisukojetta

### 3.4 Lämpötilan mittaaminen

Lämpötilan mittaamiseen käytettiin DASYLab-laitteistoa. Kytkimme siihen kolme lämpötila-anturia, jotka asennettiin suoraan linjaan testattavan tuotteen yläpuolelle (tai alapuolelle katosta laukaistavilla tuotteilla). Ensimmäinen anturi sijaitsi heti tuotteen suuaukon läheisyydessä, noin kahden senttimetrin etäisyydellä. Toinen anturi oli noin 1,5 metrin etäisyydellä tuotteen yläpuolella ja kolmas anturi katon rajassa, noin 3,5 metrin korkeudessa. (Kuva 4)

Käytettävät anturit kestävät hyvin korkeita lämpötiloja, mutta eivät ehdi reagoida erittäin nopeisiin lämpötilanvaihteluihin. Muutamat testattavat tuotteet olivat luonteeltaan nopeita välähdyksiä, joten niiden tuottamaa lämpöä ei pystytty mittaamaan.

Pistemäisten lämpötila-arvojen lisäksi käytimme tarkkailussa apuna lämpökameraa, jonka kuvasta pystyimme näkemään tuotteen aiheuttaman lämpösäteilyn laajuuden. Paloteatterin ilmanvaihto oli pysäytetty testien ajaksi, jotta se ei häiritsisi lämpötilamittauksia.



Kuva 4. Lämpötilan mitta-anturien asettelu

### 3.5 Kaasujen mittaaminen

Yksi testausten tärkeimmistä osa-alueista oli tuotteiden aiheuttamien savukaasujen analysointi. Kaasumittaukset tehtiin paloteatterin kiinteällä mittalaitteella, jonka avulla pystyimme tarkkailemaan testattavan tuotteen aiheuttamia muutoksia hapen, hiilimonoksidin, hiilidioksidin ja syaanivedyn määriin.

Mittalaitteen keräysputkisto sijaitsee paloteatterin seinällä (Kuva 5), josta lähtee kolme erillistä putkea mitta-antureille. Mittalaitteen toiminnan takia käytimme ainoastaan yhtä (ylintä) keräysputkea, jotta saimme mahdollisimman reaaliaikaista tietoa kaasujen pitoisuuksista. Rakensimme keräysputkiston päälle eräänlaisen suojahupun sammutuspeitettä apuna käyttäen (Kuva 6). Hupun tarkoituksena oli kerätä



mahdollisimman suuri savukaasupitoisuus mittalaitteen keräysputken läheisyyteen. Testien perusteella ja silmämääräisesti arvioituna huppu toimi odotetusti ja keräsi savukaasuja sisäänsä erittäin hyvin. Kaasumittausten suorittaminen vaati tilan huolellisen tuulettamisen jokaisen polton jälkeen. Tästäkin huolimatta mitta-antureihin tai keräysputkistoihin jäi ilmeisesti testien aikana sen verran epäpuhtauksia, että lähtöarvot kohosivat hieman testien edetessä. Erityisesti syaanivety näytti lopussa suurempia arvoja kuin alussa. Myös hiilidioksidianturin tarkkuus heitteli hieman testien aikana (lähtöarvot vaihtelivat 100 ppm ja 300 ppm välillä). Nämä on huomioitu tuloksissa ja merkittävää onkin pitoisuuksien muutos alku- ja lopputilanteen välillä, ei niinkään saadut mitta-arvot. Ilmanvaihto oli pysäytettynä testien ajan, jotta se ei häiritsisi kaasumittausten tekemistä.



Kuva 5. Kaasumittalaitteiston keräysputkisto seinällä ja polttokokeiden jälkiä



Kuva 6. Kaasumittauksia varten rakennettu huppu

### 3.6 Syttymien tarkastelu

Yhtenä testien tavoitteena oli myös huomioida testattavien tuotteiden vaikutukset lähellä oleviin materiaaleihin. Laitoimme kaasumittauksien yhteydessä tuotteen ympärille syttyvää materiaalia, eli tässä tapauksessa tavallista käsipyyhepaperia ja tarkkailimme millaisia jälkiä niihin syntyy polton aikana. (Kuva 7)



Kuva 7. Kipinöiden aiheuttamia jälkiä käsipyyhepaperieissa

Varsinaiset testaukset kipinöiden aiheuttamista syttymistä tehtiin erikseen kolmantena testipäivänä. Tarkasteltavana oli neljä erilaista syttyvää materiaalia (tiivis polyesterikangas, huokoinen polyesteri, puuvilla ja helposti syttyvä paperi).

Testattavat materiaalit asennettiin kiinni kattoon (Kuva 8) ja niitä kohti laukaistiin pyroteknisiä tuotteita. Tämän jälkeen tarkastelimme, millaisia jälkiä materiaaleihin oli syntynyt ja tapahtuiko niissä syttymiä. Katon korkeus säädettiin aina tuotteen mukaan siten, että kipinäsuihkun yläosa koskettaa testattavia materiaaleja.



Kuva 8. Testattavat materiaalit kiinnitettynä kattoon

Syttymien testaamista varten valittiin pyroteknisiä tuotteita eri tuoteryhmistä. Aivan jokaisen tuotteen testaaminen ei ollut mahdollista ajan puutteen vuoksi, mutta saimme testattua muun muassa kipinäsuihkujen ja miinojen erilaiset vaikutukset palaviin materiaaleihin. Testattavina olivat tuotteet nro 1, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 22, 23, 24, 25 ja vertailuna ulkopyrotuote (katso 4 TULOSTEN TARKASTELU JA HAVAINNOT).

### 3.7 Testien dokumentointi

Testaajina oli kahtena ensimmäisenä testipäivänä sama henkilöstö. Pelastusopiston opettaja Raine Luukkonen vastasi käytännön testien ohjaamisesta ja AMK-opiskelijat Valtteri Korhonen ja Satu Stenfors suunnittelivat ja toteuttivat testaukset. Kolmanteen testipäivään osallistuivat Valtteri Korhonen ja Raine Luukkonen.

Kaikki testaukset tallennettiin valokuvoin sekä videoin. Valokuvia otettiin testauksien aikana eri kohteista, muun muassa yleisistä järjestelyistä, testiasetelmista, tuotteista ja niiden laukaisuista (Kuva 9). Videointi tehtiin ensimmäisellä testauskerralla kahdella digivideokameralla ja toisena testipäivänä yhdellä videokameralla. Ensimmäisten testauksien yhteydessä yksi kamera kuvasi koko ajan testattavaa tuotetta ja toinen

tietokoneen näyttöjä mittaustietoineen (Kuva 10). Toisena testipäivänä keskityimme videoimaan ainoastaan mittaustiedot tietokoneen näytöiltä.



Kuva 9. Yleiskuva testaustilasta.



Kuva 10. Videokamera kuvaamassa tietokoneiden näyttöjä.

### 3.8 Testien epävarmuustekijöitä

Käytetyt testausmenetelmät antavat parhaimmillaankin vain suuntaa antavia tuloksia. Testattavien tuotteiden otannan ja toistojen määrän vuoksi tieteelliseen tarkkuuteen ei päästy. Vaikka näiden tulosten tarkastelussa kannattaa olla kriittinen ja pohtia niiden merkitystä, teimme muutamia tärkeitä havaintoja, jotka kannattaa ottaa huomioon tuotteiden turvallisuutta tarkasteltaessa.

Mittalaitteiden epätarkkuus tuli esille jo ensimmäisten testien aikana. Lämpötilamittaus näytti heti alkuvaiheissa useita asteita todellista lämpötilaa enemmän. Lukemat olivat noin 25 astetta celsiusta, kun oikea ympäristön lämpötila oli noin 20 astetta celsiusta. Myös testien aikana tehdyt mittaukset osoittautuivat haastaviksi lämpöantureille. Saimme joidenkin tuotteiden kohdalla todella hurjia lukemia lähinnä tuotetta olevalta anturilta. On siis hyvin mahdollista, että osassa testeistä anturi oli suorassa liekkikontaktissa ja osassa testeistä se jäi hieman sivuun näyttäen selvästi pienempiä lukemia. Anturit toimivat saadun liekkikontaktin jälkeen, mutta niiden näyttämän tuloksen oikeellisuutta voidaan vain arvata. Suunta on varmasti oikea, mutta lukemissa on varmasti heittoa tämän takia. Testien aikana ei ollut käytettävissä vara-antureita, joten jouduimme selviämään saaduilla tiedoilla.

Kaasumittalaitteiston epävarmuus huomattiin ensimmäisenä testipäivänä, kun totesimme sen näyttävän syaanivedyn määrän rajusti yläkanttiin. Tästä seurasi puolen vuoden odottelu, että kaasumittauslaitteiston anturit vaihdettaisiin. Kun anturit oli vaihdettu ja kalibroitu, pääsimme jatkamaan testejamme. Toisena testipäivänä tehdyt kokeet osoittivat mittalaitteiden toimivan ja saimme kokeet tehtyä. Huomasimme kuitenkin, että antureihin, keräysputkistoon tai johonkin mittalaitteen sisuksiin kerääntyi aineiden jäämiä ja varsinkin syaanivetyjen lukema nousi hiljalleen testipäivän edetessä. Perusteellisempi tilan tuuletus olisi varmasti auttanut saavuttamaan todellisia lukemia, mutta koska tuuletukseen meni jo nyt suurin osa ajasta, emme katsoneet muutaman ppm:n nousua testin alkutilanteessa merkitseväksi asiaksi. Merkittävämpää on testin aikana tapahtuva pitoisuuden nousu.

Kaasumittauksissa käytettiin sammutuspeitettä ideologialla, ettei sen pitäisi syttyä palamaan ja täten pilata tai vaikuttaa mahdollisiin koetuloksiin. Sammutuspeitettä käytetään normaalisti tulipalon sammuttamiseen, joten kaasujen ei pitäisi läpäistä sitä. Havaittiin, että suurin osa kaasuista saatiin ohjattua antureihin ja keräysputkistoon hupun avulla.

Mittaamisessa aiheutti haasteita myös tilan korkeus. Pystyimme todentamaan vain ne tuotteet, jotka jäivät alle 3,7 metrin.

#### 4 TULOSTEN TARKASTELU JA HAVAINNOT

Testattavat tuotteet numeroitiin testien aikana, jotta pystyimme erottamaan eri tuotteet jälkikäteen kuvien ja videoiden avulla. Alla on lueteltu testattavat tuotteet, niiden tuotenumerot sekä maahantuojat.

Testinro	Tuotteen nimi	Tuotenumero	Maahantuoja
1	8m stage comet silver	PRO95308-S	Suomen Ilotulitus Oy
2	8m stage mine green	PRO95208-G	Suomen Ilotulitus Oy
3	8m stage mine yellow	PRO95208-Y	Suomen Ilotulitus Oy
4	8m stage mine red	PRO95208-R	Suomen Ilotulitus Oy
5	1s 2m silvererb	PRO95102-S	Suomen Ilotulitus Oy
6	1s 4m silvererb	PRO95104-S	Suomen Ilotulitus Oy
7	1s 6m silvererb	PRO95108-S	Suomen Ilotulitus Oy
8	20s 2m silvererb	PRO95102-20	Suomen Ilotulitus Oy
9	10s 6m silvererb	PRO95106-10-S	Suomen Ilotulitus Oy
10	5sec 3m No Smell Fountain	ZX8021-5S	Suomen Ilotulitus Oy
11	15sec 3m No Smell Fountain	ZX8021-15S	Suomen Ilotulitus Oy
12	10sec 3m Stage Fountain	ZX8013	Suomen Ilotulitus Oy
13	3sec 4m Stage Fountain	ZX8012	Suomen Ilotulitus Oy
14	5sec 5m Stage Fountain	ZX8018	Suomen Ilotulitus Oy
15	WT Strobe	KM5023	Suomen Ilotulitus Oy
16	Robotics Medium	P504	SkyStar Oy
17	Robotics Large	P505	SkyStar Oy
18	Airburst Small White	P601	SkyStar Oy
19	Theatrical Flash Medium	1200	SkyStar Oy
20	3x12	PP338	SkyStar Oy
21	6x12	PP339	SkyStar Oy
22	15x15	PP025	SkyStar Oy
23	20x15	PP051	SkyStar Oy
24	25ft Sparkburst	PP484	SkyStar Oy
25	Starburst Medium Red	PP401	SkyStar Oy
26	Starburst Medium Green	PP402	SkyStar Oy

Testiin valittiin yleisimmin käytössä olevia tuotteita kahdelta eri maahantuojalta. Suomen Ilotulitus Oy:n tuotteet ovat kiinalaista alkuperää. SkyStar Oy:n tuotteet ovat LeMaitren valmistamia, ja ne tehdään Englannissa. Erot tuotteiden laadussa pystyy näkemään heti pakkausten perusteella. Siinä missä kiinalaiset tuotteet ovat pakattu hyvin yksinkertaisesti joko muovipussiin tai pahvilaatikkoon, LeMaitre on selvästi kiinnittänyt huomiota pakkauksiin asettamalla tuotteet tukevasti vaahtomuoviin tukevan pahvipaketin sisään (Kuva 11). LeMaitren tuotteissa oli havaittavissa myös selvä ammattimaisuus. Tuotteet



tuntuivat käteen jo huomattavasti tukevammilta, sekä pakkauksissa oli eroteltu sytytyshelmi ja itse tulite.



Kuva 11. Kiinalaiset tuotteet vasemmalla, LeMaitren tuotteet oikealla.

Lämpötiloja tutkittaessa havaittiin, että suurimmaksi osaksi tuotteissa lämpötilat pysyvät maltillisina ja tuotteiden pahviosat ovat hyvin käsiteltävissä muutaman minuutin päästä laukaisusta. Suurin lämpötila-arvo testien aikana nousi yli 1359 asteeseen, ja oletamme, että anturi on ollut aivan suoraan liekissä kiinni. Tuotteiden lämpötila-arvot vaihtelivat hyvinkin paljon sen perusteella, minkälainen tuote oli kyseessä. Pitkäkestoisissa kipinäsuihkuissa lämpötilat nousivat jokaisen mittarin kohdalla, kun taas nopeissa välähdyksissä vain alamittarin lämpö saattoi reagoida äkillisesti, mutta ylempät mittarit eivät ehtineet reagoida lämpötilaeroihin.

Testeissä tutkittiin lämmön lisäksi kolmea eri kaasua: syaanivetyä, hiilidioksidia sekä hiilimonoksidia. Lisäksi katsottiin, kuinka paljon palava tuote syrjäyttää happea.

Syaanivety on näistä myrkyistä vaarallisin ja tappavin, sillä se on soluhengitysmyrkky. 270 ppm:n ( $300 \text{ mg/m}^3$ ) pitoisuus on aiheuttanut kuoleman 6 - 8 minuutissa. Testeissä saadut arvot vaihtelivat välillä 0 - 31 ppm, joten mikään tuotteista ei aiheuta suurta vaaraa.

Lievä altistuminen syaanivedylle aiheuttaa pääsärkyä, huimausta, sekavuutta, huonovointisuutta sekä oksentelua.

Hiilimonoksidi eli häkä syrjäyttää hapen elimistöstä, sillä se sitoutuu hemoglobiiniin noin 200 kertaa hanakammin kuin happi. Pitoisuudet 1000 - 10 000 ppm aiheuttavat päänsärkyä, huimausta, pahoinvointia ja hengästyneisyyttä noin 10 minuutin jälkeen. Altistumisesta seuraa mahdollinen kuolema, jos se jatkuu 10 - 45 minuuttia pitoisuuden mukaan. Testeissä saadut arvot vaihtelivat 0 – 6327 ppm, joten jonkinlainen riski oireiluun saattaa syntyä, jos tilan ilmanvaihdosta ei pidetä huolta. Alle 20 000 ppm:n altistuminen hiilidioksidipitoisuuksille lyhytaikaisesti ei ole todettu aiheuttavan haittaa terveydelle. Testeistä saadut tulokset jäivät kaikki selvästi tämän rajan alapuolelle. Testitulokset vaihtelivat 0 – 2884 ppm. Hapen määrän muutokset testeissä vaihtelivat - 0,7 % ja 0 % välillä.

Kaasumittaukset osoittavat, että vaikka sisätiloissa käytettävät pyrotekniset tehosteet tuottavat palaessaan ihmiselle haitallisia kaasuja, ovat ne oikein käytettyinä turvallisia. Liiallinen tehosteiden käyttö liian pienessä tilassa yhdistettynä puutteelliseen ilmanvaihtoon voi aiheuttaa riskin tilassa oleskeleville ihmisille. Tehosteet vaativat kuitenkin sen verran tilaa ympärilleen turvaetäisyyksinä, joten aivan pienimpiin tiloihin niitä ei voida joka tapauksessa hyväksyä. Tällöin voidaan olettaa, että tuotteita käytetään ainoastaan suuremmissa tiloissa, joissa tehosteiden aiheuttamista savukaasuista ei aiheudu haittaa.

Syttymien tarkastelussa huomasimme, että mitä pidempikestoinen tehoste on kyseessä, sitä vaarattomampia siitä lähtevät kipinät ovat. Kipinäsuihkut eivät saaneet aikaan juuri minkäänlaisia jälkiä testattavana olleisiin materiaaleihin. Muutamia pieniä polttojälkiä oli havaittavissa, mutta selvästikään kipinöiden lämpötila ei ollut niin korkea, että se olisi pystynyt sytyttämään edes testattavana olleita erittäin herkästi syttyviä materiaaleja (Kuva 12).



Kuva 12. Materiaaleissa ei ollut merkittäviä jälkiä kipinäsuihkun (nro 12: 10s 3m Stage Fountain) jälkeen.

Sen sijaan nopeasti ja kirkkaasti välähtävät tuotteet osoittautuivat erityisen herkiksi palon aiheuttajiksi. Lavamiina ampuu ympäriinsä useita kirkkaita kipinöitä, joiden lämpötila on riittävän korkea aiheuttamaan syttymiä tekstiileissä (Kuva 13).



Kuva 13. Lavamiinan (nro 4: 8m stage mine red) aiheuttamia syttymiä. Puuvillakangas ja paperi paloivat kokonaan pois.

Kipinöiden aiheuttamat vaarat tulee ottaa ehdottomasti huomioon tämän tyyppisiä tehosteita käytettäessä. Vaikka normaalit kipinäsuihkut osoittautuivat suhteellisen vaarattomiksi, tulee niidenkin suojaetäisyydet huomioida ja noudattaa niitä. Sen sijaan miinojen kohdalla on oltava erityisen tarkkana niiden oikeaoppisen käytön suhteen. Oikein käytettynä nekin ovat turvallisia, mutta mitään palavaa materiaalia ei saa olla niiden vaikutusalueella.

## 1. 8m stage comet silver

PRO95308-S

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva hopeinen lavakomeetta, joka nousee noin 8 metrin korkeuteen. Paloaika tuotteella on noin 2 sekuntia.
- Käytetään mm. lavalle sisääntuloissa. Käytetään sisätiloissa kuvaamaan ilotulitusta.
- Kuumin kohta liekin juuressa. 3,5 metrin korkeudessa lämpötila noin 35 astetta.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Laukaisutelineeltä laukaistaessa paine saattaa purkautua myös alaspäin. Alapuolella oleva materiaali kannattaa huomioida tulipalovaaran vuoksi.
- Suositellaan käyttämään tuotetta tukevalla alustalla.
- Noudatettava suojaetäisyyksiä.
- Sai aikaan merkittäviä polttojälkiä eri tekstiileihin, joten kiinnitettävä erityistä huomiota ympärillä olevien



materiaalien valintoihin (ei palavaa materiaalia).	
--	--

## 1.tuote: 8m stage comet silver

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	26,32	35,87	9,55
Lämpöanturi 2	24,36	28,11	3,75
Lämpöanturi 3	23,76	78,15	54,39

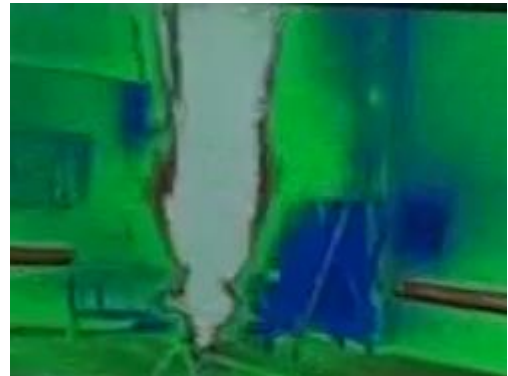
Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,6	-0,5
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	6327	6327
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
102	1663	1561
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
2	8	6

## 2. 8m stage mine green

PRO95208-G

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva vihreä kipinäsuihku, joka nousee noin kahdeksan metrin korkeuteen.
- Paloaika tuotteella on noin 2 sekuntia.
- Käytetään mm. konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Kuumin kohta suoraan liekin juuressa. 3,5 metrin korkeudessa lämpötila noin 38 asteessa.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Laukaisutelineeltä laukaistaessa paine saattaa purkautua myös alaspäin. Alapuolella oleva materiaali kannattaa huomioida tulipalovaaran vuoksi.
- Suositellaan käyttämään tuotetta tukevalla alustalla.





2. tuote: **8m stage mine green**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	24,45	37,58	13,13
Lämpöanturi 2	24,70	32,30	7,60
Lämpöanturi 3	23,98	131,20	107,22

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,7	-0,4
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	1148	1148
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
175	1289	1114
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
2	13	11

### 3. 8m stage mine yellow

PRO95208-Y

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva kapea keltainen noin 8 metrinen lavamiina.
- Paloaika tuotteella on noin 2 sekuntia.
- Yleisimmät käyttökohteet: konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Kuumin kohta suoraan liekin juuressa. 3,5 metrin korkeudessa lämpötila noin 30 asteessa.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Laukaisutelineeltä laukaistaessa paine saattaa purkautua myös alaspäin. Alapuolella oleva materiaali kannattaa huomioida tulipalovaaran vuoksi.
- Suositellaan käyttämään tuotetta tukevalla alustalla.
- Sai aikaan merkittäviä polttojälkiä ja syttymiä eri tekstiileissä, joten kiinnitettävä erityistä huomiota



ympärillä olevien materiaalien valintoihin (ei palavaa materiaalia).	
---	--

3. tuote: **8m stage mine yellow**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,09	29,88	4,79
Lämpöanturi 2	24,09	27,96	3,87
Lämpöanturi 3	21,92	103,90	81,98

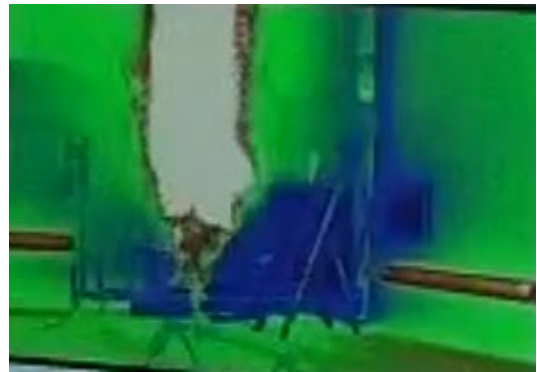
Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,5	-07
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	2078	2078
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
207	2064	1857
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
3	21	18

#### 4. 8m stage mine red

PRO95208-R

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva punainen lavamiina, joka nousee noin 8 metrin korkeuteen.
- Paloaika tuotteella on noin 2 sekuntia.
- Käytetään mm. konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Lämpötilat yleisesti ottaen alhaisia. Kuumin kohta liekin juuressa.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Laukaisutelineeltä laukaistaessa paine saattaa purkautua myös alaspäin. Alapuolella oleva materiaali kannattaa huomioida tulipalovaaran vuoksi.
- Suositellaan käyttämään tukevalla alustalla.
- Sai aikaan merkittäviä polttojälkiä ja syttyimiä eri tekstiileissä, joten kiinnitettävä erityistä huomiota ympärillä olevien materiaalien



<p>valintoihin (ei palavaa materiaalia).</p>	
--	--

4. tuote: **8m stage mine red**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,87	34,87	9,00
Lämpöanturi 2	22,16	37,23	15,07
Lämpöanturi 3	23,20	55,96	32,76

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,5	-0,6
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	1843	1846
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
221	2706	2485
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
7	27	20

### 5. 1s 2m silvergerb

PRO95102-S

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva hopeinen kipinäsuihku, joka nousee noin valmistajan antaman tietojen mukaan nousee 2 metrin korkeuteen. Testeissä tuote nousi lähes 2,5 metrin korkeuteen.
- Valmistajan antama paloaika on 1 sekunti, testissä paloaika oli 1 sekunti.
- Käytetään mm. sisääntuloissa, konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Tuotteen korkeus saattaa vaihdella valmistajan annetusta korkeudesta.
- Kuumiin kohti liekin juuressa.
- Aiheutti syttymien tarkastelussa vain hyvin pieniä jälkiä palaviin materiaaleihin. Huomioitava kuitenkin oikeat turvaetäisyydet.





## 5. tuote: 1s 2m silvergerb

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,32	24,46	1,14
Lämpöanturi 2	23,90	26,97	3,07
Lämpöanturi 3	23,87	657,39	633,52

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,9	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	1077	1077
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
277	725	448
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
8	20	12

## 6. 1s 4m silvererb

PRO95104-S

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva leveähkö kipinäsuihku, joka nousee noin 4 metrin korkeuteen.
- Paloaikaa tuotteelle on annettu 1 sekunti. Testeissä palo aika oli 1 sekunti.
- Käytetään mm. sisääntuloissa, konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.



## 6. tuote: 1s 4m silvergerb

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,16	28,71	3,55
Lämpöanturi 2	23,79	34,44	10,65
Lämpöanturi 3	24,07	60,96	36,89

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,9	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	1303	1303
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
236	1580	1344
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
8	28	20

## 7. 1s 6m silvererb

PRO95108-S

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva hopeinen kipinäsuihku, joka nousee noin 6 metrin korkeuteen.
- Tuotteen paloajaksi on merkitty 1 sekunti, testeissä palo aika oli noin 2 sekuntia.
- Käytetään mm. sisääntuloissa, konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.
- Aiheutti syttymien tarkastelussa vain hyvin pieniä jälkiä palaviin materiaaleihin. Huomioitava kuitenkin oikeat turvaetäisyydet.



## 7. tuote: 1s 6m silvergerb

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	28,29	32,51	4,22
Lämpöanturi 2	24,36	26,07	1,71
Lämpöanturi 3	23,01	44,21	21,20

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,6	-0,6
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	2930	2930
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
175	1758	1583
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
9	40	31

## 8. 20s 2m silvererb

PRO95102-20

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva hopeinen kipinäsuihku, joka nousee noin 2,5 metrin korkeuteen.
- Tuotteen paloajaksi on merkitty 20 sekunti, testeissä paloaika oli noin 18 sekuntia.
- Käytetään mm. sisääntuloissa, konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Aiheutti syttymien tarkastelussa vain hyvin pieniä jälkiä palaviin materiaaleihin. Huomioitava kuitenkin oikeat turvaetäisyydet.



## 8. tuote: 20s 2m silvergerb

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,37	39,48	16,11
Lämpöanturi 2	23,00	73,75	50,75
Lämpöanturi 3	30,08	1359,86 -> ERR	1329,86

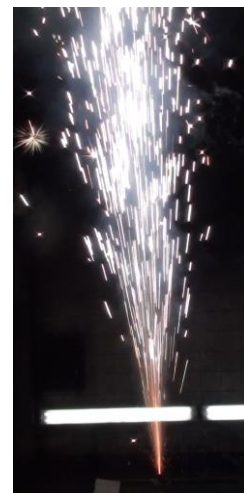
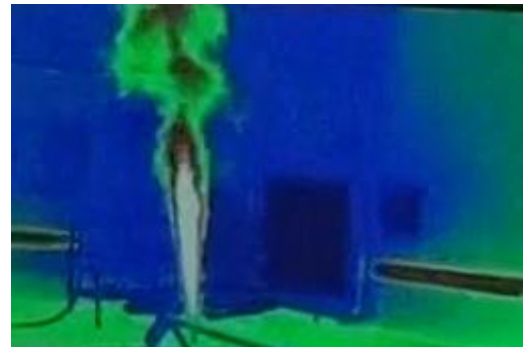
Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,7	-0,4
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	4682	4682
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
174	3058	2884
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
10	20	10

**9. 10s 6m silvererb**

PRO95106-10-S

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva hopeinen kipinäsuihku, joka nousee noin 6 metrin korkeuteen.
- Paloajaksi on annettu valmistajalta 10 sekuntia, testeissä palon kesto oli noin 11 sekuntia.
- Käytetään mm. sisääntuloissa, konserteissa ja teatterinäytöksissä.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.
- Huomio nousukorkeus.





## 9. tuote: 10s 6m silvergerb

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,54	41,81	16,27
Lämpöanturi 2	22,78	50,96	28,18
Lämpöanturi 3	24,45	70,69	46,24

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,7	-0,4
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	4203	4203
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
229	1674	1375
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
9	12	3

**10. 5sec 3m No Smell Fountain**

ZX8021-5S

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva noin 3 metriin nouseva hopeinen kipinäsuihku.
- Valmistajan antama paloaika on 5 sekuntia, testissä paloaika oli noin 7 sekuntia.
- Käytetään mm. teatteritapahtumassa. Vaihtoehto suljettuihin tiloihin, joissa huono ilmanvaihto.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.



10. tuote: **5sec 3m No Smell Fountain**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,40	31,69	8,29
Lämpöanturi 2	24,42	28,48	4,06
Lämpöanturi 3	22,37	41,86	18,89

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,8	-0,4
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	489	489
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
175	1707	1532
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
8	8	0

**11. 15sec 3m No Smell Fountain**

ZX8021-15S

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva noin 3 metriin nouseva hopeinen kipinäsuihku.
- Valmistajan antama paloaika on 15 sekuntia, testissä paloaika oli noin 16 sekuntia.
- Käytetään mm. teatteritapahtumassa. Vaihtoehto suljettuihin tiloihin, joissa huono ilmanvaihto.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.



## 11. tuote: 15sec 3m No Smell Fountain

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	24,06	34,26	10,20
Lämpöanturi 2	22,81	62,12	39,31
Lämpöanturi 3	22,53	76,96	54,43

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,8	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	133	133
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
175	2128	1953
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
8	8	0

## 12. 10sec 3m Stage Fountain

ZX8013

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva noin 3 metriin nouseva hopeinen kipinäsuihku. Testeissä kipinät nousivat noin neljään metriin.
- Valmistajan antama paloaika on 10 sekuntia, testissä paloaika oli noin 10 sekuntia.
- Käytetään mm. teatteritapahtumassa. Vaihtoehto suljettuihin tiloihin, joissa huono ilmanvaihto.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.
- Aiheutti syttymien tarkastelussa vain hyvin pieniä jälkiä palaviin materiaaleihin. Huomioitava kuitenkin oikeat turvaetäisyydet.



--	--

12. tuote: **10sec 3m Stage Fountain**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,89	34,91	11,02
Lämpöanturi 2	22,51	37,46	14,95
Lämpöanturi 3	24,37	44,73	20,36

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	21,0	-0,1
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	194	194
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
175	1125	950
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
7	8	1

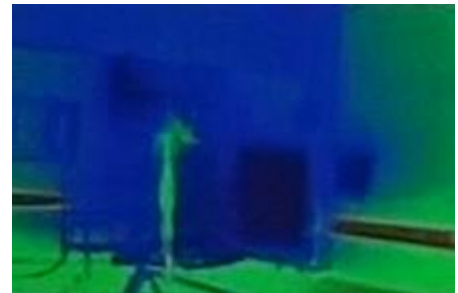


### 13. 3sec 4m Stage Fountain

ZX8012

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva hopeinen kipinäsuihku, joka nousee noin 4 metrin korkeuteen.
- Paloajaksi on annettu valmistajalta 3 sekuntia, testeissä palon kesto oli noin 6 sekuntia.
- Paloaika saattaa olla annettua pidempi.
- Elokuun 2014 testeissä, tuote ei syttynyt.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.



## 13. tuote: 3sec 4m Stage Fountain

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	24,03	30,76	6,73
Lämpöanturi 2	23,98	36,35	12,37
Lämpöanturi 3	21,56	34,53	12,79

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	21,1	-0,1
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	0	0
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
299	300	1
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
6	6	0

HUOM! Tuote nro 13 ei syttynyt kaasumittauksissa elokuussa 2014, eikä syttymien tarkastelussa lokakuussa 2014. Kyseinen tuote-erä osoittautui mitä ilmeisimmin vialliseksi.

#### 14. 5sec 5m Stage Fountain

ZX8018

Suomen Ilotulitus Oy

- Ylöspäin suuntautuva hopeinen noin 5 metriin nouseva hopeinen kipinäsuihku.
- Valmistajan antama paloaika on 5 sekuntia. Testeissä paloaika oli noin 7 sekuntia.
- Käytetään mm. teatteritapahtumassa. Vaihtoehto suljettuihin tiloihin, joissa huono ilmanvaihto.
- Paloaika saattaa olla annettua pidempi.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.
- Aiheutti syttymien tarkastelussa vain hyvin pieniä jälkiä palaviin materiaaleihin. Huomioitava kuitenkin oikeat turvaetäisyydet.



## 14.tuote: 5sec 5m Stage Fountain

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	26,48	41,97	15,49
Lämpöanturi 2	26,62	71,09	44,47
Lämpöanturi 3	25,09	76,08	49,99

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,8	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	448	448
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
200	1312	1112
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
6	8	2

**15. WT Strobe**

KM5023

Suomen Ilotulitus Oy

- Hopeinen strobomainen välähdys.
- Kipinät nousevat korkeimmillaan noin 2,5 metriin.
- Paloaika on noin sekunnin.
- Käytetään mm. teatteritapahtumissa.
- Alemmassa kuvassa näkyy että laukaisuastia jäi palamaan reunoilta laukaisun jälkeen. Tämän takia tulee huomioida alapuolinen pintamateriaali, sekä kiinnitysmateriaali. Testeissä käytetty teippi kesti kuumuuden.
- Ei aiheuttanut syttyimiä, mutta kipinät ovat erittäin kuumia joten lähellä olevien materiaalien syttyminen on mahdollista.



15. tuote: **WT Strobe**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,71	27,41	3,70
Lämpöanturi 2	21,46	26,42	4,96
Lämpöanturi 3	23,57	264,10	240,53

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,9	-0,2
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	0	0
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
300	450	150
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
6	36	30



16. tuote: **Robotics Medium**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	24,36	24,99	0,63
Lämpöanturi 2	24,17	24,30	0,13
Lämpöanturi 3	24,90	78,54	53,64

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	21,1	0,0
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	0	0
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
300	299	-1
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
12	12	0

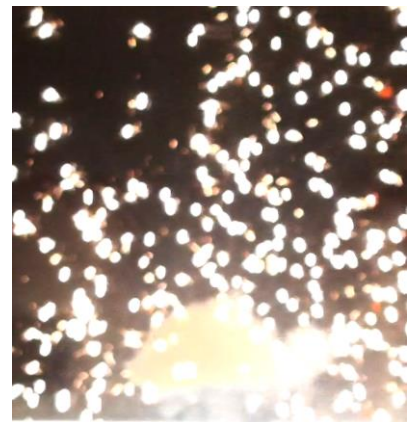


## 17. Robotics Large

P505

SkyStar Oy / LeMaitre

- Ylöspäin suuntautuva leveä, noin 3,5 metriin asti nouseva hopeinen kipinäryöppy.
- Paloaika on noin sekunti.
- Käytetään mm. lavasteiden rakenteissa kuvastamaan esim. sähkövikoja.
- Huomioitava, että tuote leviää laajalle. Ympäröivä sekä alapuolinen materiaali on huomioitava.
- Ei aiheuttanut syttymiä, mutta kipinöiden aiheuttamat syttymät ovat mahdollisia.



17. tuote: **Robotics Large**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,01	24,07	1,06
Lämpöanturi 2	22,32	24,96	2,64
Lämpöanturi 3	25,50	63,58	38,08

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	21,0	-0,1
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	0	0
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
173	288	115
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
11	11	0

## 18. Airburst Small White

P601

SkyStar Oy / LeMaitre

- Tuote sopii käytettäväksi ylhäällä ja alhaalla. Alhaalla käytettäessä tuote nousee noin 0,5 metrin korkeuteen. Ylhäältä laukaistaessa kipinät valuvat noin 2 metriä alaspäin.
- Valkoinen kipinävälhdys. Paloaika on noin sekunti.
- Käytetään esim. lavan kattorakenteessa teattereissa, konserteissa, sisäilotulikseen yms.
- Huomioitava tuotteen koko käyttökohteeseen verrattuna.
- Tuote testattiin kahdella eri testillä. Ensimmäisessä testissä se asennettiin lattialle testipukin päälle ja toisessa kattoon.
- Yläpuolen tuuletus tulee huomioida. Tuotteesta jää selkeä savurengas.
- Tulee huomioida ympäröivät materiaalit sekä mahdollinen pölypalon mahdollisuus.



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kiinnitysmateriaali ja -kohta tulee huomioida. Saattaa aiheuttaa tulipalovaaran.</li> </ul>	
--	--

18. tuote: **Airburst Small White**

Tuote asennettu alas:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	24,81	27,00	2,19
Lämpöanturi 2	27,02	28,26	1,24
Lämpöanturi 3	25,18	89,13	63,95

Tuote asennettu ylös:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,09	32,61	7,52
Lämpöanturi 2	22,78	24,23	1,45
Lämpöanturi 3	24,39	25,53	1,14

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	21,1	0,0
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	0	0
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
212	300	88
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
10	10	0

## 19. Theatrical Flash Medium

1200

SkyStar Oy / LeMaitre

- Ylöspäin suuntautuva noin 0,5 metriin nouseva hopeinen välähdys.
- Käytetään: teatteriesityksissä, taikuriesityksissä.
- Kiinnitykseen ja kiinnitysmateriaaliin kannattaa kiinnittää huomiota, ettei tuote pääse suuntautumaan väärin tai kiinnitysmateriaali syty palamaan.
- Testauksen aikana havaittiin, että tuote saattaa pudottaa palavaa materiaalia ympärilleen. Alapuolinen materiaali tulee täten siis huomioida.



19. tuote: **Theatrical Flash Medium**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,78	26,73	2,95
Lämpöanturi 2	23,03	25,99	2,96
Lämpöanturi 3	26,64	101,08	74,44

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	21,1	-0,1
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	0	0
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
300	300	0
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
9	8	-1

**20. 3x12**

PP338

SkyStar Oy / LeMaitre

- Hopeinen noin 3,5 metriin nouseva kipinäsuihku.
- Tuotteen lupaama paloaika on 3 sekuntia, testissä paloaika oli noin 3 sekuntia.
- Käytetään: konsertit, teatteriesitykset. Yleensä lavan etureunalla, lähellä yleisöä.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.





20. tuote: **3x12**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,33	28,20	4,87
Lämpöanturi 2	23,39	32,31	8,92
Lämpöanturi 3	26,32	152,72	126,40

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	21,0	-0,1
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	1580	1580
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
299	525	226
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
8	24	16

**21. 6x12**

PP339

SkyStar Oy / LeMaitre

- Ylöspäin suuntautuva, noin 3,5 metrin korkeuteen nouseva hopeinen kapea kipinäsuihku.
- Paloaika on noin 7 sekuntia.
- Käytetään: konsertit, teatteriesitykset. Yleensä lavan etureunalla, lähellä yleisöä.
- Huomioitava alaspäin suuntautuvien partikkeleiden määrä. Alapuolinen materiaali kannattaa tarkastaa.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.



21. tuote: **6x12**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,49	30,29	4,80
Lämpöanturi 2	22,73	48,58	25,85
Lämpöanturi 3	24,91	913,62	888,71

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,9	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	1621	1621
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
261	650	389
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
10	34	24

**22. 15x15**

PP025

SkyStar Oy / LeMaitre

- Hopeinen noin 4 metrin korkeuteen nouseva kipinäsuihku.
- Valmistaja luvannut paloajaksi 15 sekuntia ja testeissä paloaika oli noin 15 sekuntia.
- Käytetään: konsertit, teatteriesitykset. Yleensä lavan etureunalla, lähellä yleisöä.
- Maahan putoavien partikkeleiden määrä vähäinen.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Tilan korkeus ja tuotteen nousukorkeus suhteutettava.
- Aiheutti syttymien tarkastelussa vain hyvin pieniä jälkiä palaviin materiaaleihin. Huomioitava kuitenkin oikeat turvaetäisyydet.



--	--

22. tuote: **15x15**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	23,18	34,70	11,52
Lämpöanturi 2	22,75	49,71	26,96

Lämpöanturi 3	24,80	148,94	124,14
---------------	-------	--------	--------

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,9	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	3982	3982
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
300	775	475
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
10	21	11

**23. 20x15**

PP051

SkyStar Oy / LeMaitre

- Ylöspäin suuntautuva noin 4 metriin nouseva kapea hopeinen suihku , joka palaa noin 20 sekuntia.
- Käytetään: konsertit, teatteriesitykset. Yleensä lavan etureunalla, lähellä yleisöä.
- Huomioitava alaspäin suuntautuvien partikkeleiden määrä. Alapuolinen materiaali kannattaa tarkastaa.
- Huomioitava yläpuoliset tilat, mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Aiheutti syttymien tarkastelussa vain hyvin pieniä jälkiä palaviin materiaaleihin. Huomioitava kuitenkin oikeat turvaetäisyydet.



23. tuote: **20x15**

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,16	35,78	10,62
Lämpöanturi 2	25,03	59,71	34,68
Lämpöanturi 3	23,24	195,01	171,77

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,7	-0,4
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	4306	4306
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
298	925	627
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
11	25	14



## 24. 25ft Sparkburst

PP484

SkyStar Oy / LeMaitre

- Hopeinen välähdys, jonka tarkoituksena on tuoda näyttävyyttä esitykseen.
- Ylhäältä alas päin ammuttaessa saa aikaan noin 3,5 metrin matkalla kipinöitä. Alhaalta ammuttaessa nousee noin 1,5 metrin korkeuteen.
- Paloaika tuotteella on noin sekunti.
- Käytetään kattorakenteissa konserteissa, teatteriesityksissä yms.
- Tuote testattiin kahdella eri testillä. Ensimmäisessä testissä se asennettiin lattialle testipukin päälle ja toisessa kattoon.
- Yläpuolen tuuletus tulee huomioida. Tuotteesta jää selkeä savurengas.
- Mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Huomioitava tuotteen koko käyttökohteeseen verrattuna.
- Kipinät ovat erittäin kuumia, aiheutti syttymiä palavia materiaaleja testattaessa.



<p>Huomioitava lähellä olevat materiaalit (ei palavaa materiaalia).</p>	
---	--

24. tuote: **25ft Sparkburst**

Tuote asennettu alas:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	28,03	28,03	0,00
Lämpöanturi 2	25,29	26,91	1,62
Lämpöanturi 3	24,69	182,79	158,10

Tuote asennettu ylös:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	25,72	82,13	56,41
Lämpöanturi 2	23,84	26,89	3,05
Lämpöanturi 3	25,80	27,20	1,40

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,9	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	652	652
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
249	775	526
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
11	11	0

## 25. Starburst Medium Red

PP401

SkyStar Oy / LeMaitre

- Punainen välähdys, jonka tarkoituksena on tuoda näyttävyyttä esitykseen.
- Ylhäältä ammuttaessa kipinä valuvat alaspäin noin 3,5 metriä. Alhaalta ammuttaessa nousee noin 1,5 metrin korkeuteen.
- Paloaika on noin sekunti.
- Käytetään kattorakenteissa konserteissa, teatteriesityksissä yms.
- Tuote testattiin kahdella eri testillä. Ensimmäisessä testissä se asennettiin lattialle testipukin päälle ja toisessa kattoon.
- Yläpuolen tuuletus ja materiaali tulee huomioida. Tuotteesta jää selkeä savurengas.
- Mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Huomiotava tuotteen koko käyttökohteeseen verrattuna.
- Kipinät ovat erittäin kuumia, aiheutti syttyviä palavia materiaaleja testattaessa. Huomioitava lähellä olevat materiaalit (ei palavaa materiaalia).



25. tuote: **Starburst Medium Red**

Tuote asennettu alas:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	32,95	33,14	0,19
Lämpöanturi 2	25,95	30,54	4,95
Lämpöanturi 3	24,42	195,72	171,30

Tuote asennettu ylös:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	24,81	40,09	15,28
Lämpöanturi 2	24,44	25,93	1,49
Lämpöanturi 3	24,04	24,98	0,94

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,1	20,8	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	680	680
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
300	1347	1047
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
10	10	0

## 26. Starburst Medium Green

PP402

SkyStar Oy / LeMaitre

- Vihreä välähdys, jonka tarkoituksena on tuoda näyttävyyttä esitykseen.
- Ylhäältä alaspäin ammuttaessa saa aikaan noin 3,5 metrin matkalla kipinöitä. Alhaalta ammuttaessa nousee noin 1,5 metrin korkeuteen.
- Paloaika tuotteella on noin sekunti.
- Käytetään kattorakenteissa konserteissa, teatteriesityksissä yms.
- Tuote testattiin kahdella eri testillä. Ensimmäisessä testissä se asennettiin lattialle testipukin päälle ja toisessa kattoon.
- Yläpuolen tuuletus ja materiaali tulee huomioida. Tuotteesta jää selkeä savurengas.
- Mahdollinen pölypalon aiheuttaja.
- Huomioitava tuotteen koko käyttökohteeseen verrattuna.



26. tuote: **Starburst Medium Green**

Tuote asennettu alas:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	35,92	35,18	-0,74
Lämpöanturi 2	25,44	27,61	2,17
Lämpöanturi 3	25,67	141,25	115,58

Tuote asennettu ylös:

	Lämpötila, °C (alku)	Lämpötila, °C (max)	Lämpötila, °C (muutos)
Lämpöanturi 1	24,17	54,33	30,16
Lämpöanturi 2	24,12	25,25	1,13
Lämpöanturi 3	23,97	24,72	0,75

Happi, % (alku)	Happi, % (min)	Happi, % (muutos)
21,2	20,9	-0,3
Hiilimonoksidi, ppm (alku)	Hiilimonoksidi, ppm (max)	Hiilimonoksidi, ppm (muutos)
0	406	406
Hiilidioksidi, ppm (alku)	Hiilidioksidi, ppm (max)	Hiilidioksidi, ppm (muutos)
273	1050	777
Syaanivety, ppm (alku)	Syaanivety, ppm (max)	Syaanivety, ppm (muutos)
8	8	0

## LÄHTEET

Ilta-Sanomat. 2013. *Raskasta joulua –konsertin verhopalo yhä mysteeri*. Linkki:  
<http://www.iltasanomat.fi/viihde/art-1288632680491.html>. 21.9.2014.

Wikipedia. 2014. *List of nightclub fires*. Linkki:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_nightclub\\_fires](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_nightclub_fires). 21.9.2014.