



PALONSUOJAVAAATIMUKSET PAI- NETTAVILLE TEKSTILIPOHJILLE JA NIIDEN VIIMEISTYKSET

Silja Ritanen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Paperi-, tekstiili- ja kemian-
tekniikan koulutusohjelma
Tekstiilitekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemian-tekniikan koulutusohjelma
Tekstiilitekniikka

RITANEN, SILJA:

Palonsuojavaatimukset painettaville tekstiilipohjille ja niiden viimeistykset

Opinnäytetyö 86 sivua, joista liitteitä 24 sivua
Toukokuu 2014

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Printscorpio Oy. Työn tarkoituksena oli selvittää, millaisia palonsuojavaatimuksia sisustuskäytössä olevilla tekstiileillä on, sekä tarkastella, kuinka toimivan palosuojan Printscorpio Oy:n käyttämät suoja-aineet antavat sen valmistamille puuvillakankaalle.

Sisustustekstiileille on Suomessa annettu erilaisia suosituksia niiden paloturvallisuudesta, mutta mitään virallisia ja yleispäteviä lakeja tai säädöksiä ei toistaiseksi ole olemassa.

Työn teoriaosuudessa on keskitytty pääosin vertailemaan erityyppisten ja erilaisiin käyttökohteisiin tarkoitettujen sisustustekstiilien palonsuojavaatimuksia Suomessa. Työssä on käyty myös lyhyesti läpi palamisen ja viimeistelytoimenpiteiden sekä palosuoja-aineiden teoriaa. Työn toinen osio käsittelee Printscorpio Oy:n toimittamille kankaalle suoritettuja palosuojaviimeistelyjä ja käsittelyjen aikaansaamien suojausominaisuuksien testaamista.

Kahdelle erilaiselle puuvillakankaalle tehtiin ensin palosuojausviimeistykset kolmella eri palosuoja-aineella. Käsitellyille kankaalle suoritettiin tämän jälkeen erilaisia palotestejä. Palttinasideksellisestä kankaasta testattiin sen syttymisherkyys ja liekin leviäminen. Panamasideksellisestä tutkittiin sen syttymisherkyyttä kahdella eri menetelmällä, joista toisessa sytytyslähteenä oli kytevä savuke.

Tuloksena saatiin selville, että jokaisella Printscorpio Oy:n toimittamalla palosuoja-aineella voidaan saavuttaa SL 2 -luokituksen mukainen palosuojauksen taso puuvillakankaalle, mikäli käsittelyaineen pitoisuus on oikea. Aineen määrä on kuitenkin yllättävän tarkka. Jo suhteellisen pieni vähennys pitoisuudessa aiheutti tekstiilin syttymisen testausoloissa. Virallista luokitusta ei voitu antaa, koska standardeista jouduttiin poikkeamaan osittain.

Asiasanat: palosuojaus, palonsuojavaatimukset, viimeistely, puuvilla

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Paper, Textile and Chemical Engineering
Textile Engineering

RITANEN, SILJA:
Flame Retardancy Regulations and Finishing of Cotton Fabrics

Bachelor's thesis 86 pages, appendices 24 pages
May 2014

This thesis was commissioned by Printscorpio Oy. The purpose was to find out what are the flame retardancy regulations and requirements of indoor textiles in Finland. Another part of this thesis was to determine whether the flame retardancy agents provided by Printscorpio Oy are suitable for producing a required level of flame retardancy for the cotton fabric used by the company.

Although there are several recommendations for indoor textiles used in different places, no actual flame retardancy regulations currently exist in Finland.

The research part concentrates on comparing the differences of the Finnish-flame retardancy regulations for different textile materials used in a variety of ways. The mechanics of combustion and chemical finishing are also explained briefly alongside with descriptions of the flame retardancy agents that were used in the actual finishing process. The other part contains a description of the actual flame retardancy treatments that were done for the provided fabrics, and the results of testing the effects of these treatments.

Two different cotton fabrics were provided by Printscorpio Oy for this thesis. First the fabrics underwent a flame retardancy treatment and the effects of these finishes were then studied. For the lighter plain woven fabric the testing procedure consisted of the following two tests: the ease of ignition and flame spread in the textile. For the panama woven one the tests executed were determining its ease of ignition and its ignitability when the ignition source is a smouldering cigarette.

As a result, it was found out that each one of the flame retardancy agents were able to give class SL 2 flame retardancy for these materials. The concentration of the solution used in finishing needed to be surprisingly exact, as even a fairly small drop in the amount caused the textile not to pass the ignition tests. No official classification could be given since the required standards were not precisely followed.

Key words: flame retardancy, flame retardancy regulations, finishing, cotton

ALKUSANAT

Tahdon kiittää Printscorpio Oy:tä ja Tommi Helmistä hänen tarjoamastaan mahdollisuudesta tämän opinnäytetyön tekoon.

Kiitoksen ansaitsevat myös Tampereen ammattikorkeakoulun testauspalvelu, erityisesti Henna Vuorisalo, ja sekä Tampereen teknillisen yliopiston Marja Rissanen. Sekä kiitän työni ohjaajaa Marja Vanhataloa hänen antamistaan hyvistä neuvoista ja ohjauksesta.

Tampereella 13.5.2014

Silja Ritanen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	PRINTSCORPIO OY	10
3	TEKSTIILIEN PALAMINEN	11
	3.1 Palaminen.....	11
	3.2 Palosuoja-aineet	14
4	PALONSUOJAUS	15
5	PALOTURVALLISUUSVAATIMUKSET	17
6	TEKSTIILIEN PALO-OMINAISUUDET JA SYTTYMISHERKKYYDEN MÄÄRITYS	18
	6.1 Tekstiilien palo-ominaisuudet.....	18
	6.2 Syttyvyysluokat	18
7	SISUSTEIDEN PALOTURVALLISUUS	21
	7.1 Verhot	21
	7.2 Pehmusetut istuinhuonekalut	21
	7.3 Vuoteet.....	22
	7.4 Irtomatot.....	24
	7.5 Sisusteiden käyttösuositukset	24
8	VIIMEISTYKSET.....	26
	8.1 Teoriaa	26
	8.2 Materiaalit.....	28
	8.3 Aineet.....	29
	8.3.1 APYROL BKW	29
	8.3.2 FLAMEGARD PENTA	31
	8.3.3 FLOVAN CGN	33
	8.4 Suoritus	33
	8.4.1 Viimeistysaineiden kuiva-ainepitoisuudet ja laimennus.....	34
	8.4.2 Pick-up:in määrittäminen	36
9	TESTAUKSET.....	43
	9.1 SFS-EN ISO 6940 - Syttymisherkkyuden määrittäminen	43
	9.2 SFS-EN 1102 - Liekin leviäminen.....	45
	9.3 SFS-EN 1021-1 - Savuketesti	45
10	TULOKSET	49
	10.1 Syttymisherkkyys.....	49
	10.2 Liekin leviäminen	54
	10.3 Savuketesti	57
11	POHDINTA.....	59

LÄHTEET	61
LIITTEET	63
Liite 1. Syttymisherkkyyks. Palttina, käsittelemätön kangas	63
Liite 2. Syttymisherkkyyks. Palttina, APYROL BKW	64
Liite 3. Syttymisherkkyyks. Palttina, FLAMEGARD PENTA.....	65
Liite 4. Syttymisherkkyyks. Palttina, FLOVAN CGN.....	67
Liite 5. Syttymisherkkyyks. Panama, käsittelemätön kangas	70
Liite 6. Syttymisherkkyyks. Panama, APYROL BKW.....	71
Liite 7. Syttymisherkkyyks. Panama, FLAMEGARD PENTA	72
Liite 8. Syttymisherkkyyks. Panama, FLOVAN CGN	74
Liite 9. Liekin leviäminen. Palttina	77
Liite 10. Savuketesti. Panama, käsittelemätön kangas	80
Liite 11. Savuketesti. Panama, APYROL BKW	81
Liite 12. Savuketesti. Panama, FLAMEGARD PENTA - 70 % pick-up.....	82
Liite 13. Savuketesti. Panama, FLAMEGARD PENTA - 90 % pick-up.....	83
Liite 14. Savuketesti. Panama, FLOVAN CGN 250 g/l	84
Liite 15. Savuketesti. Panama, FLOVAN CGN 175 g/l	85
Liite 16. Savuketesti. Panama, FLOVAN CGN 100 g/l	86

ERITYISSANASTO

applikointi	Kangas käsitellään viimeistelyaineella. Eri tapoja muun muassa aineen olomuodosta riippuen ovat levitys ja imeytys.
fulardi	Mankeli. Käytetään viimeistelyissä ja värjäyksessä liuoksen imeyttämiseen kankaaseen.
pick-up	Kuvaa sitä määrää ainetta, joka jää kankaaseen fulardoinnin jälkeen. Ilmoitetaan kankaan painon lisääntymisenä, yksikönä %.

1 JOHDANTO

Tämä työ on osa Printscorpio Oy:n vetämää Digitex-projektia, jossa tutkitaan tulevaisuuden digitaalisen tekstiilitulostamisen mahdollisuuksia. Viime vuosina Printscorpio Oy on toiminut lähes yksinomaan mainosalalla. Vaatetus- ja sisustusala ovat kuitenkin yritykselle tuttuja, sillä yrityksellä on tästäkin teollisuuden alasta pitkä kokemus.

Digitex-projektissa paneudutaan erityisesti luonnonkuitumateriaalien kuten puuvillan, pellavan, silkin ja villan digitaaliseen tulostamiseen. Tulostustekniikan kehittyminen mahdollistaa nykyisin myös näiden materiaalien digitaalisen tulostamisen. Tämä taas luo mahdollisuuksia sekä olemassa olevan perinteisen tekstiilituotannon kehittämiseen että kokonaan uusien markkinoiden ja tuotekonseptien luomiseen. (Salonen 2013.)

Hankkeessa on mukana useita suomalaisia tutkimuslaitoksia kuten Aalto-yliopisto, VTT, Tampereen teknillinen yliopisto sekä Tampereen ammattikorkeakoulu. Projektille on myönnetty rahoitusta Tekesin Vihreä Kasvu/Green Growth -ohjelmasta. (Salonen 2013.)

Projektin keskeinen tavoite onkin tutkia ja kehittää digitaaliseen tekstiilitulostamiseen liittyviä tuote- ja liiketoimintaratkaisuja tulevaisuuden kestävä kasvun vaatimusten mukaisiksi Salonen kirjoittaa Sydän-Hämeen Lehden artikkelissa.

Alun perin tämän opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää tekstiilien palonkestovaatimusten nykytilaa Suomessa sekä muissa Pohjoismaissa ja Euroopan maissa. Tavoitteena oli myös määrittää, miten erilaiset palonsuoja-aineet vaikuttavat käsiteltävän kankaan ominaisuuksiin ja selvittää, miten nämä viimeistelyt soveltuvat puuvillakankaiden käsittelyyn. Tavoitteita päädyttiin kuitenkin hieman muuttamaan.

Printscorpio Oy oli erityisesti kiinnostunut siitä, onko yrityksen valmistamia puuvillaisia kankaita mahdollista saada palosuojaaluokkaan SL 2 yritykseltä löytyvillä palosuoja-aineilla. Yhteistyöyritys oli myös kiinnostunut siitä, millaisia erilaisia vaatimuksia eri paikoilla on julkisten tilojen tekstiilien palosuojaaluokitukselle.

Printscorpio Oy:ltä saatiin kolmea erilaista palosuojaviimeistelyainetta, jotka olivat APYROL BKW, FLAMEGARD PENTA ja FLOVAN CGN. Näitä käytettiin kahden puuvillakankaan, joilla on eri sidokset, käsittelyyn. Tarkoituksena oli määrittää, eroavatko nämä aineet teholtaan. Myös tarvittavaa viimeistysaineen pitoisuutta tarkasteltiin.

Viimeistelyt suoritettiin yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston kanssa TTY:n laboratoriotiloissa ja itse palosuojatestaukset suoritti Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiililaboratorion testauspalvelu.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi tekstiilien luokitus paloteknisten ominaisuuksien perusteella, sekä miten eri palosuoja-aineilla voidaan vaikuttaa tekstiilien syttymisherkyyteen. Lisäksi on käyty läpi erilaisia standardeja ja selvitetty, millaisia suosituksia on olemassa julkisten tilojen tekstiileille.

2 PRINTSCORPIO OY

Printscorpio Oy on vuonna 1984 perustettu lipputehdas-tekstiilipaino. Alkunsa yritys sai Aitoon meijerin juustokellarissa Outi Helminen-Järvisen alkaessa painaa siellä paitoja. Pari vuotta myöhemmin yritys muutti meijeristä Helmipaino Oy:n tiloihin. Toiminnan laajetessa myös tilan tarve kasvoi ja vuonna 1990 Printscorpio sai oman hallin. Hallin rakennutti Aitoon kunta, mutta Printscorpio lunasti sen vähitellen itselleen. Vuonna 1993 Printscorpio sai tilaisuuden muuttaa Helmipainolta vapautuneisiin tiloihin sen toiminnan siirtyessä toisaalle. (Salonen 2014.)

Tuotteet ovat pääasiallisesti mainoslippuja, banderolleja, myymäläsomisteita ja mainostelineitä. Näille tuotteille on yhteistä, että niissä on yhdistetty kuva ja kangas. (Printscorpio Oy.)

Ainoana yrityksenä Pohjoismaissa Printscorpio Oy valmistaa tulosteita ja painatuksia metritavarana sekä luonnon- että tekokuidulle. Yrityksessä painetaan t-paitoja ja muita tekstiilejä, huiveja, pyyhkeitä ja kangaskasseja. Tekstiilipaino tuottaa satoja tuhansia painatuksia vuodessa. Tekstiilejä painetaan sekä t-paitapainokarusellilla että digi- ja metritavarapainossa. Tuotanto kattaa digitaaliset sekä silkkipainetut tuotteet. (Printscorpio Oy.)

Luonnonkuiduille (puuvilla, silkki, pellava, villa) ja viskoosille (muun muassa mänty- ja bambuviskoosit) tulostetaan reaktiiviväreillä sekä painetaan pigmentti- ja reaktiiviväreillä. Väri kiinnittyy näissä suoraan kuituun, jolloin kankaan luonnollinen tuntu ei muutu. (Aitoon lipputehdas ja tekstiilipaino verkkokauppa.)

Polyesterille tulostus tapahtuu dispersioväreillä. Tulostusten lisäksi yritys tekee tarvittavat kankaiden viimeistykset. Koko valmistusketju, johon sisältyy suunnittelu ja lopuksi valmistus, sijaitsee Pälkäneellä Aitoossa. (Printscorpio Oy.)

Printscorpio toimii nykyään lähestulkoon kokonaan mainospuolella, mutta yritys on kuitenkin osoittanut mielenkiintoa vaatetus- ja sisustustekstiileihin paluuta kohtaan. Tähän liittyy myös Digitex-projekti, jossa paneudutaan erityisesti luonnonkuitumateriaalien tulostamiseen. (Helminen 2013.)

3 TEKSTIILIEN PALAMINEN

Työvaatteissa, joissa työskennellessä on suojauduttava kuumuudelta, on käytettävä erikoiskuituja, jotka ovat paloturvallisia ja/tai palosuojattu pysyvästi. Tekstiilien osuus on myös rakennuspaloissa merkittävä ja siksi myös niissä on tärkeää valita käytettäviksi paloturvallisia materiaaleja. (Ryynänen, Kallonen & Ahonen 2001, 13–16.)

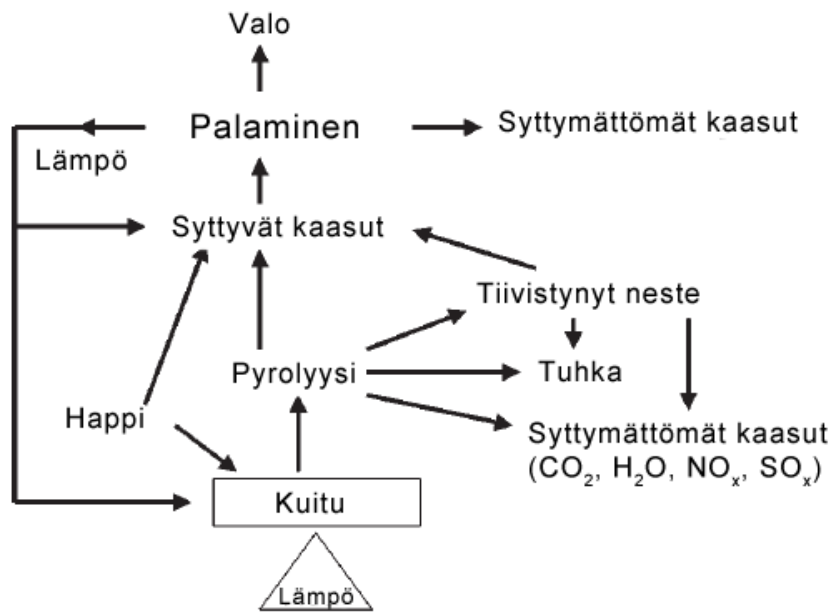
3.1 Palaminen

Palaminen vaatii lämpöä, happea ja palavaa ainetta. Palamistapahtuma jaetaan kolmeen vaiheeseen: syttyminen, palaminen ja sammuminen. (Ryynänen ym. 2001, 13–16.)

Tekstiileistä suurin osa syttyy helposti, pienikin liekinkosketus tai kuumuus saa tulen syttymään. Syttymisherkkyys vaihtelee eri tekstiileillä ja siihen vaikuttavat monet tekijät, kuten muun muassa kuitumateriaali, tekstiilirakenne, malli ja ilman lämpötila sekä happipitoisuus. Syttymisherkkyteen on suurin vaikutus tekstiilin kuitusisällöllä. (Ryynänen ym. 2001, 13–16.)

Syttyminen on mahdollista, kun tekstiili on kuumentunut lämpötilaan, jossa materiaalin hajoaminen haihtuviksi palamiskykyisiksi yhdisteiksi tapahtuu. Jos ympäröivän tilan lämpötila on tarpeeksi korkea, voi materiaali syttyä ilman varsinaista kosketusta tuleen tai kipinään. (Ryynänen ym. 2001, 13–16.)

Palamistapahtuma on itseään ruokkiva. Se jatkuu, kunnes jokin reaktioon vaadittavista perustekijöistä on kulunut loppuun (Schindler & Hauser 2004, 98). Kuvassa 1 on esitetty eräänlainen malli kuitujen palamisreaktion eri vaiheista ja siitä, kuinka ne vaikuttavat toisiinsa.



KUVA 1. Kuidun palaminen. (Schindler & Hauser 2004, muokattu)

Lämmön noustessa kuidunkin lämpötila nousee kunnes se saavuttaa sille ominaisen pyrolyysilämpötilan. Tässä vapautuvat syttymisalttiit kaasut alkavat myös pyrolysoitua ja niistä syntyy muun muassa uusia syttymisherkkiä kaasuja. Lopulta saavutetaan palamislämpötila, jossa syntyy valoa ja lämpöä. Lämpö edesauttaa ylläpitämään reaktiota. (Schindler & Hauser 2004, 99.)

Syttymisherkyys riippuu myös tekstiilin rakenteesta, kuinka tiheä tai eristyskykyinen pintakerros on. Tiivis ja paksu tekstiili syttyy hitaammin, koska sen pinta lämpenee hitaasti pyrolyysitilaan. Huokoisessa materiaalissa on enemmän palamiseen tarvittavaa happea. (Ryynänen ym. 2001, 13–16.)

Paloturvallisten tai niin kutsuttujen palamattomien kuitujen käyttöä suositaan useissa käyttökohteissa. Täysin palamattomia kuituja ei vielä toistaiseksi ole pystytty luomaan, mutta on olemassa sellaisia, jotka kestävät hyvin korkeita lämpötiloja tai ovat muutoin vaikeasti palavia. (Boncamper 2011, 47.)

Tarkastellessa palamista, on syytä kiinnittää huomiota moneen eri asiaan. Näitä ovat muun muassa syttymispiste, syttymistapa, palamistapa, palon jatkuminen ilman liekin kosketusta, reaktiossa syntyvät aineet sekä palamisen jäännökset ja mahdollinen jälkihehku. (Boncamper 2011, 47.)

Syttyvyyden eräänä kriteerinä käytetään happi-indeksiä eli LOI-arvoa (limited oxygen index), joka kertoo sen hapen pitoisuuden ympärillä olevassa ilmassa, jotta tekstiilikuitu palaa vielä poistettuna liekistä. Ilman happipitoisuus on 21 %, joten LOI-arvoa 21 pidetään paloturvallisuusrajana. Korkeampi LOI-luku merkitsee kuidulla korkeampaa paloturvallisuutta. Esimerkiksi puuvilla LOI-arvollaan 19 palaa helposti normaaliolosuhteissa kun taas arvon 25 omaavaa villaa voidaan pitää suhteellisen paloturvallisena. (Boncamper 2011, 48.)

TAULUKKO 1. Erilaisten tekstiilikuitujen LOI-arvoja (Boncamper 2011, 48)

Kuitu	LOI-luku
puuvilla	19
pellava	19
villa	25
silkki	23
viskoosi	18 - 20
modaali	18 - 20
polyamidi	20 - 22
akryyli	18
modakryyli	25 - 30
polypropeeni	18,5
polyeteeni	17,5
klorokuitu	56 - 39
lasikuitu	ei syty
asbesti	ei syty
aramidi (NOMEX)	28 - 30
palosuojattu viskoosi	27 - 30
polyesteri	22
kuumuutta kestävätk kuidut	27 - 75

Taulukossa 1 on lueteltuna joidenkin tekstiileissä käytettyjen kuitujen LOI-arvoja. Tästä voidaankin havaita, että esimerkiksi polyeteeni, polypropeeni ja akryyli syttyvät normaaliolosuhteissa herkästi kun taas villa, silkki ja modakryyli ovat paloturvallisempia vaihtoehtoja.

3.2 Palosuoja-aineet

Palosuoja-aineilla vaikutetaan tekstiilin syttymisherkkyyteen. Eräs palosuoja-aineiden vaikutusperiaate perustuu siihen, että palosuoja-aine sitoo lämpöä eikä tekstiili saavuta syttymislämpötilaa. (Ryynänen ym. 2001, 13–16.)

Toinen keino saada kuitu palosuojatuksi on se, että aine muodostaa eristävän kalvon kuidun ympärille. Lämpötilan noustessa, tällaiset aineet sulavat ja vapauttavat vesihöyryä. Niistä muodostuu mattapintainen lämpöä eristävä kalvo kuidun ympärille. (Schindler & Hauser 2004, 100.)

Kolmas vaihtoehto on käyttää sellaista palosuoja-ainetta, jonka vaikutuksesta tekstiili hajoaa ennen kuin se saavuttaa syttymislämpötilan. Palosuoja-aine vaikuttaa tekstiilin hajoamiseen niin, että sen palaessa syntyy vähemmän palavia kaasuja ja palosuoja-aineesta kehittyy kaasuja, jotka vaikuttavat estävästi hapen saantiin ja estävät näin palamisen. (Ryynänen ym. 2001, 13–16.)

4 PALONSUOJAUS

Luonnonkuituista (muun muassa puuvilla, villa) valmistetut tekstiilit on palosuojattava viimeistyskäsittelyllä. Tekokuiduista valmistettujen kankaiden palonsuojaus voidaan tehdä viimeistelyn lisäksi myös kuidun valmistuksen yhteydessä. Palosuojatut tekstiilit voidaan jakaa pysyvyytensä perustella kahteen ryhmään: pysyvästi palosuojattuihin ja ei-pysyvästi palosuojattuihin. Pysyvästi palosuojattuja tekstiilejä valmistetaan luonnostaan paloturvallisista kuiduista, paloturvallisiksi modifioiduista kuiduista tai viimeistelemällä kangas pysyvillä palonsuoja-aineilla. Pysyvästi suojatuissa tekstiileissä palonsuojaus kestää koko tuotteen käyttöiän. Ei-pysyvät palonsuoja-aineet huuhtoutuvat pesussa pois. (Ryynänen ym. 2001, 25.)

Palonsuoja-aineet ovat kemikaaleja, joilla vähennetään materiaalin syttymisherkkyyttä ja hidastetaan palon leviämistä. Palonsuoja-aineet eivät saa vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin, kosketusominaisuuteen tai laskeutuvuuteen, eikä saa aiheuttaa mahdollisia terveydellisiä vaaroja. Palonsuojausten tulee kestää myös toistuvia pesuja. (Ryynänen ym. 2001, 25.)

Useimmat palonsuoja-aineet sisältävät yhtä tai useampia seuraavista: fosfori (P), typpi (N), kloori (Cl), bromi (Br), antimoni (Sb) ja boori (B). Lisäksi esiintyy myös muun muassa alumiinia (Al), sinkkiä (Zn) ja rikkiä (S). (Ryynänen ym. 2001, 31.) Tärkeimmät palonsuoja-aineet voidaan jakaa kolmeen luokkaan: ensisijaisiin fosforiyhdisteisiin ja halogeeneihin pohjautuviin palonsuoja-aineisiin, näiden vaikutusta parantaviin palosuojauksen parantajat ja aineisiin, joiden toiminta perustuu fyysisiin ominaisuuksiin. (Schindler & Hauser 2004, 102.)

Selluloosakuitujen lämpöhajoamisen eräs sivutuote on levoglukosaani. Levoglukosaani ja sen palamistuotteet ovat erittäin syttymisherkkiä ja ovat suurimmat syylliset selluloosan palamiseen. Yhdisteiden, jotka haittaavat levoglukosaanin muodostumista, oletetaan toimivan palonsuoja-aineina selluloosapohjaisille materiaaleille. Suurin osa selluloosakuiduille käytettävistä palonsuoja-aineista ovat kemikaaleja, jotka tuottavat jo pyrolyysireaktion alussa fosforihappoa. Tämä ei kuitenkaan ole riittävää suojauksen kannalta, joten usein aineessa on mukana tehoa parantavaa typpeä. (Schindler & Hauser 2004, 103–104.)

Ei-pysyvän palonsuojauksen selluloosakuiduille antavat erilaiset epäorgaaniset suolat. Nämä soveltuvat tuotteille, jotka eivät altistu vedelle, sateelle tai kosteuden tiivistymiselle. Kolme merkittävintä palonsuojatuotetta ovat diammoniumfosfaatti, ammoniumsulfamaatti ja ammoniumbromidi. Nämä vapauttavat kuumennuksessa itseään vastaavia suoloja. (Schindler & Hauser 2004, 104.)

Pysyvää palonsuojausta vaaditaan tuotteilta, joiden on määrä päätyä asustekäyttöön. Selluloosakuiduille parhaat pysyvät palosuojaominaisuudet saadaan tietynlaisilla fosfori- ja typpi-pitoisilla aineilla, jotka joko reagoivat itse kuidun kanssa tai muodostavat niihin ristikkäisen rakenteen. (Schindler & Hauser 2004, 105.)

5 PALOTURVALLISUUSVAATIMUKSET

Suomen lainsäädännössä ei ole vaatimuksia julkisten tilojen sisusteiden paloturvallisuudelle, mutta toiminnanharjoittaja, joka vastaa julkisen tilan toiminnasta, on vastuussa myös paloturvallisuudesta. Sisustustekstiilien paloturvallisuus huomioidaan palotarkastusten yhteydessä, ja silloin voidaan antaa suosituksia ja määräyksiä tekstiilien käytöstä. Pelastustoimen lainsäädäntö ei siis enää aseta vähimmäisvaatimuksia julkisten tilojen sisusteiden paloturvallisuudelle, eikä sisäasiainministeriö ole tekemässä käyttösuosituksia samoin kuin aikaisemmin. (Ryynänen 2013, 22–24.)

Vanha ohje sisusteiden paloturvallisuudesta (A:56 Sisäasiainministeriö/Pelastusosasto Oy Edita ab, Helsinki 1998) kumottiin vuonna 2001, mutta sitä on kuitenkin tarvittaessa käytetty. Kumotun ohjeen tilalle kaivattiin uutta ohjetta ja Rakennustieto Oy (RT) julkaisi uuden ohjeen: Sisusteiden paloturvallisuus. Julkiset tilat (RT 08-11098 (SIT 08-610087, KH 60-00509) joulukuussa 2012. Ohje on sisällöltään samanlainen kuin vanha sisäasiainministeriön ohje. Siinä on tietoa sisustustekstiilien paloturvallisuudesta, syttyvyysluokitusten perusteet ja käyttösuositukset. Ohjetta käytetään sisustustekstiilien syttyvyysluokkien luokittelussa, palokokeiden perusteella ja ohjeen toivotaan auttavan toiminnanharjoittajaa arvioimaan tekstiilivalintojen merkityksen tulipalon kehittymiseen ja leviämiseen. (Ryynänen 2013, 22–24.)

6 TEKSTIILIEN PALO-OMINAISUUDET JA SYTTYMISHERKKYYDEN MÄÄRITYS

6.1 Tekstiilien palo-ominaisuudet

Sisustusmateriaalien paloturvallisuudella on suuri merkitys rakennusten paloturvallisuuden parantamisessa, sillä rakennuspalot alkavat usein sisustusmateriaaleista. Palo-ominaisuuksilla tarkoitetaan, miten herkästi eri materiaalit syttyvät, kuinka nopeasti liekit leviävät, lämmön vapautumista ja savukaasujen muodostumista. (Sisäasiainministeriö 1998.)

6.2 Syttyvyysluokat

Kansalliset tekstiilituotteiden syttyvyysluokat (SL) ovat vakiintuneet Suomessa erityisesti julkisten tilojen sisustustekstiileille. Kansainvälisiä standardeja on valmistumassa, mutta niitä ei ole vielä tarjolla kattavasti, eivätkä ne ole käytössä kaikilla toimialoilla. (Inspecta 2012.)

Taulukossa 2 on lueteltuna SL-luokat, kuhunkin luokkaan kuuluvan tekstiilin vaatimukset ja joitakin esimerkkejä luokkaan kuuluvista materiaaleista.

TAULUKKO 2. SL-luokat (Sisäasiainministeriö 1998)

Luokka	Palo-ominaisuudet	Esimerkkejä materiaaleista
SL 0 Palamaton	- ei syty - ei pala	lasi mineraalikuidut metalli
SL 1 Vaikeasti syttyvä	- syttyy vaikeasti - sammuu itsestään - ei muodosta paloa levittävää sulaa	palosuojattu puuvilla palosuojattu viskoosi palosuojattu villa palosuojattu polyestereiäät modakryylit aramidikuidut PVC ja klorokuidut polyklaalikuitu polyamidi-imidikuitu palosuojattu polyuretaanisolumuovi
SL 2 Tavanomaisesti syttyvä	- syttyy (ei herkästi) - voi palaa loppuun - ei muodosta paljon paloa levittävää sulaa	villa tiivis puuvilla tiivis pellava polyamidit polyesterit eräät modakryylit
SL 3 Herkästi syttyvä	- syttyy herkästi ja/tai - palaa rajusti ja/tai - vapautuu paljon lämpöä ja/tai - muodostaa runsaasti paloa levittävää sulaa	kevyt tai nukkapintainen puuvilla kevyt pellava tai viskoosi kevyt polyesteripuuvilla polypropeeni akryyli

Seuraavissa taulukoissa 3 ja 4 on esitetty informatiivisesti, miten EN-standardit vastaavat suomalaista SL-luokitusta muun muassa vuodevaatteissa ja verhoissa. Luokat eivät vastaa täysin toisiaan, mutta useat kohdat lähes vastaavat. Mutta koska tieto on informatiivista, sitä ei voi käyttää luokituksen perusteena. (Inspecta 2012.)

TAULUKKO 3. Vuodevaatteet (Inspecta 2012)

EN-14533 luokka	Vastaava SL-luokka
A	SL 1
B	SL 2
C	SL 3

TAULUKKO 4. Verhot (Inspecta 2012)

EN-13773 luokka	Vastaava SL-luokka
1 tai 2	SL 1
3 tai 4	SL 2
5	SL 3

7 SISUSTEIDEN PALOTURVALLISUUS

7.1 Verhot

Verhoilla tarkoitetaan yleisesti kaikenlaisia riippuvia tekstiilejä. Niihin luetaan myös esirippukankaat sekä suurten teltojen markiisit ja aurinkokatokset. (Rakennustietosäätiö 2012.)

Verhot syttyvät esimerkiksi kynttilän liekistä tai lämmittimestä, joka on asetettu liian lähelle. Palo voi levitä erittäin nopeasti johtuen verhon riippuvasta, pystystä asennosta ja ilmapuudesta. Materiaalivalinnalla voidaan vaikuttaa syttyvyyteen. Esimerkiksi kevyt puuvillakangas syttyy herkästi ja palaa nopeasti, kun taas raskaammalla ja tiiviillä kankaalla syttymisaika on pidempi ja palaminen hitaampaa. (Rakennustietosäätiö 2012.)

TAULUKKO 5. SL-luokitusperusteet ja palokoemenetelmät verhoille (Rakennustietosäätiö 2012)

SL-luokka	Menetelmä	Vaatimukset
SL 1	IMO 2010 FTPC Part 7	Sisältyy testimenetelmään (jälkipalo \leq 150 mm)
SL 2	SFS-EN 1102	Palamisaika 520 mm matkalla $>$ 15 s, ei tipu palavia pisaroita
SL 3		Ei täyty yllämainittuja vaatimuksia

Taulukossa 5 on listattuna menetelmät ja vähimmäisvaatimukset, joiden perusteella testattavien materiaalien SL-luokitus voidaan tehdä.

7.2 Pehmusetut istuinhuonekalut

Pehmusetuilla huonekaluilla paloturvallisuus riippuu päällisen ja täytteen materiaaleista. Oikeanlaisilla materiaaleilla voidaan estää istuimen syttyminen pienestä liekistä. (Rakennustietosäätiö 2012.)

Paloturvallisuustestaukset suoritetaan käyttämällä standardipehmustetta, joka on palosuojaamattomasta polyuretaanista valmistettu vaahtomuovi. Tiheydeltään se on noin 22 kg/m^3 . (Rakennustietosäätiö 2012.)

TAULUKKO 6. SL-luokitusperusteet ja palokoemenetelmät pehmustetuille istuinhuonekaluille (Rakennustietosäätiö 2012)

SL-luokka	Menetelmä	Vaatimukset
SL 1	SFS-EN 1021-1 tai IMO 2010 FTPC Part 8	Ei syty savukkeesta eikä liekistä
SL 2	SFS-EN 1021-1 ja -2 tai IMO 2010 FTPC Part 8 - savuketesti	Ei syty savukkeesta
SL 3	SFS-EN 1021-1 ja -2 tai IMO 2010 FTPC Part 8 - savuketesti	Syttyy savukkeesta

Taulukosta 6 voi nähdä, millaisilla menetelmillä pehmustettuja huonekaluja testataan. Taulukossa on myös ilmoitettu kunkin testin vähimmäisvaatimukset, joiden perusteella pehmustettujen istuinhuonekalujen SL-luokitus tehdään.

7.3 Vuoteet

Tilastot kertovat vuodepalojen yleisimmäksi syttymissyiksi tupakoinnin vuoteessa. Savukkeen sytyttämä palo on kytevää ja hitaasti leviävää. Valitsemalla oikeanlainen materiaali, paloja voidaan ehkäistä. Kytevä savuke nimittäin sytyttää vain tiettyjä materiaaleja ja yleensä vain sopivissa olosuhteissa. (Rakennustietosäätiö 2012.)

Vuode on ongelmallinen paloturvallisuuden kannalta, sillä siihen sisältyy useita erityyppisiä tuotteita. Eniten paloturvallisuuteen vaikuttavat kuitenkin patja, sijauspatja ja peitteet. (Rakennustietosäätiö 2012.)

Seuraavissa taulukoissa 7, 8 ja 9 on esitetty vuoteissa käytettävien tekstiilimateriaalien SL-luokitusperusteet. Taulukoissa on käytetyt testausmenetelmät, sekä vähimmäisvaatimukset kullekin luokalle.

TAULUKKO 7. SL-luokitusperusteet ja palokoemenetelmät patjoille ja petauspatjoille (Rakennustietosäätiö 2012)

SL-luokka	Menetelmä	Vaatimukset
SL 1	IMO 2010 FTPC Part 9 - savuke puuvillavanulla peitettynä SFS-EN 597-2 tai IMO 2010 FTPC Part 9 - liekki-testi	Ei syty savukkeesta eikä liekistä
SL 2	FS-EN 597-1	Ei syty savukkeesta
SL 3	-	Syttyy savukkeesta

TAULUKKO 8. SL-luokitusperusteet ja palokoemenetelmät vuodevaatteille (Rakennustietosäätiö 2012)

SL-uokka	Menetelmä	Vaatimukset
SL 1	IMO 2010 FTPC Part 9 tai SFS-EN ISO 12952-1 ja -2	Ei syty savukkeesta eikä liekistä
SL 2	IMO 2010 FTPC Part 9 - savuketesti tai SFS-EN ISO 12952-1	Ei syty savukkeesta
SL 3	IMO 2010 FTPC Part 9 - savuketesti tai SFS-EN ISO 12952-1	Syttyy savukkeesta

TAULUKKO 9. Standardin SFS-EN 14533 mukaiset vuodevaatteiden palokoemerkin-
nät ja luokitusperusteet (Rakennustietosäätiö 2012)

SFS-EN 14533	Menetelmä	Vaatimukset
Luokka A	SFS-EN ISO 12952-1 ja -2	Ei syty savukkeesta eikä liekistä
Luokka B	SFS-EN ISO 12952-1	Ei syty savukkeesta
Luokka C	SFS-EN ISO 12952-1	Syttyy savukkeesta

7.4 Irtomatot

Huonepalot harvemmin syttyvät matoista, koska vaakatasossa olevan materiaalin ja sen alla olevan lattian vuoksi sytytyslähteen tulisi olla hyvin voimakas. Palo myös yleensä leviää matossa hitaasti, mutta saattaa levitä laajalle alueelle. Pitkänukkaiset materiaalit tosin syttyvät herkemmin ja palavat nopeammin. (Rakennustietosäätiö 2012.)

TAULUKKO 10. Standardin SFS-EN 13501-1+A1 mukaiset irtomattojen palokoemennetelmät ja luokitusperusteet (Rakennustietosäätiö 2012)

SFS-EN 13501-1+A1	Menetelmä	Vaatimukset
B _{FL} , C _{FL} , D _{FL}	SFS-EN ISO 9239-1 SFS-EN ISO 11925-2	Esitetty luokitusstandardissa SFS-EN 13501-1+A1
E _{FL}	SFS-EN ISO 11925-2	Esitetty luokitusstandardissa SFS-EN 13501-1+A1
F	-	Ei ole testattu tai ei täytä E luokan vaatimusta

Edellä esitetyssä taulukossa 10 on lueteltuna menetelmät, joita käytetään irtomattojen standardin SFS-EN 13501-1+A1 mukaisessa luokituksessa. Myös testattavien materiaalien testaustulosten vähimmäisvaatimukset on ilmoitettu. Irtomatoilla käytetään siis eri luokitusta kuin useimmille muille sisustustekstiileille.

7.5 Sisusteiden käyttösuositukset

Sisusteita valittaessa on huomioitava itse tila, käyttöolosuhteet sekä tilassa oleskelevat henkilöt. Sisustuksessa ei ole syytä käyttää herkästi syttyviä materiaaleja. Palotarkastuksissa kiinnitetään huomioita sisusteiden paloturvallisuuteen ja mikäli tarkastaja havaitsee puutteita, annetaan tarpeelliset toimenpidesuositukset tai -määräykset. (Rakennustietosäätiö 2012.)

TAULUKKO 11. Sisusteiden käyttösuositukset taulukon mukaisissa käyttötiloissa (Rakennustietosäätiö 2012)

Huoneisto tai tila	Sisusteet	Käyttöolosuhteet	Luokitus
Majoitustilat ja hoitolaitokset: hotellit, lomakodit, asuntolat, sairaalat, vanhainkodit, rangaistuslaitokset sekä muut vastaavat tilat	lakanat ja tyynyliinat	-	SL 2
	muut sisusteet	-	SL 1
	muut sisusteet	tilassa on erityisen tehokas valvonta (**)	SL 2
	irtomatot	-	D _{FL} -s1
	irtomatot	tilassa on erityisen tehokas valvonta (**)	E _{FL}
Ravintolat	sisusteet	-	SL 1
	irtomatot	-	D _{FL} -s1
Päivähoitolaitokset ja koulut	verhot	-	SL 1
	verhot	tilassa on erityisen tehokas valvonta (**)	SL 2
	muut sisusteet	-	SL 2
	irtomatot	-	E _{FL}
Muut kokoontumis- ja liiketilat: myymälät, näyttelyhallit, urheiluhallit, teatterit, kirkot, kirjastot, sekä muut vastaavat tilat jotka ovat yleensä päivä- tai iltakäytössä	sisusteet	-	SL 1
	sisusteet	tilassa on automaattinen sammutuslaitos	SL 2
	irtomatot	tilassa on automaattinen sammutuslaitos	E _{FL}

(**) Esimerkiksi palovaroinjärjestelmä yhdistettynä henkilövalvontaan.

Taulukossa 11 on esitetty tietyissä tiloissa käytettävien sisusteiden SL-luokitussuositukset. Tilojen ja huoneistojen eri sisusteilla on hyvinkin erilaiset suositukset palosuojauksissa. Tehokkaasti valvotuissa tiloissa käytettäviltä teksteileillä ei välttämättä siis tarvitse olla niin vahva suojaus kuin sellaisilla, joita käytetään heikommin valvotuissa olosuhteissa.

8 VIIMEISTYKSET

8.1 Teoriaa

Raakakankaille tehtävät viimeistelykäsittelyt voidaan jakaa kahteen kategoriaan: mekaanisiin ja kemialisiin viimeistelyihin. Mekaanisia viimeistelymenetelmiä ovat muun muassa kalanterisointi, harjaaminen ja erityisesti villakankaille huovutus ja prässääminen. Kemiallisiin viimeistelyihin luetaan kaikki kemikaaleja hyväksikäyttäen suoritettut toimenpiteet. (Schindler & Hauser 2004, 2.)

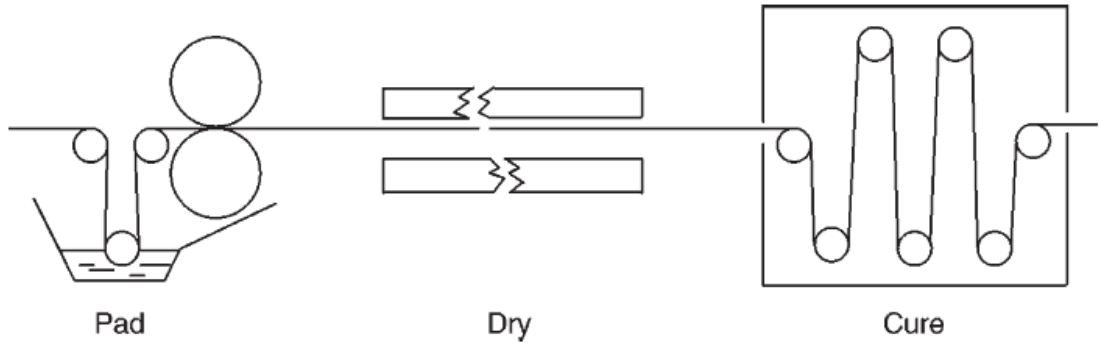
Kankaille tehdään yleensä vain muutama erityyppinen viimeistelykäsittely. Viimeistelyjen tarkoituksena on parantaa kankaan ominaisuuksia. Esimerkkinä mainittakoon tuntua parantavat käsittelyt, sähköistymisen esto ja palosuojaus. (Schindler & Hauser 2004, 6.)

Muut viimeistelyt yleensä heikentävät alkuperäisen viimeistelyn ominaisuuksia. Palosuojaominaisuudet huononevat muunlaisten viimeistelykäsittelyjen vaikutuksesta, koska niissä kankaaseen useimmiten lisätään syttyviä kemikaaleja. (Schindler & Hauser 2004, 3.)

Kemiallisella viimeistelyllä tarkoitetaan käsittelyä sellaisilla kemikaaleilla, joilla saadaan aikaan halutunlaiset ominaisuudet kankaalle. Useimmiten viimeistelyt suoritetaan värjäyksen jälkeen ennen kuin kankaasta tehdään varsinainen tuote. Joitakin viimeistelyksiä voidaan tosin tehdä myös jo valmiille vaatteille sekä langoille. Viimeistelyt voivat olla joko pysyviä, jolloin ne kestävät useita pesuja menettämättä tehoaan, tai ei-pysyviä. Ei-pysyviä viimeistelyjä käytetään, kun niiden ominaisuuksia tarvitaan vain hetkellisesti tai, kun valmista tekstiiliä ei ole tarkoitus pestä. (Schindler & Hauser 2004, 7.)

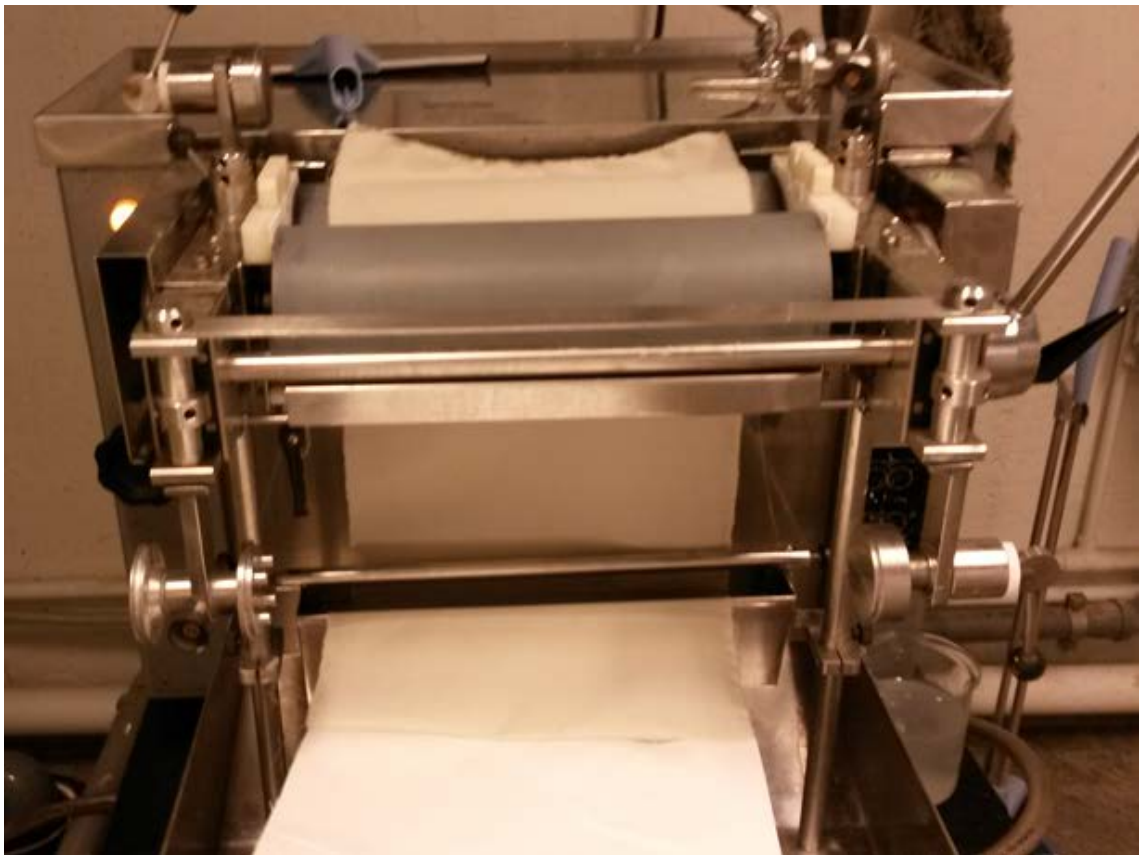
Viimeistelyaineet ovat lähes aina vesiliuoksia tai -emulsioita. Viimeistelyaineen levitystapa, eli applikointi, riippuu käytettävästä kemikaalista ja viimeisteltävästä kankaasta, sekä käytössä olevista laitteista. Erilaisia menetelmiä ovat muun muassa höyrytys, imeyttäminen kastamalla kangas liuokseen tai liuoksen applikointi kankaaseen mekaanisesti. (Schindler & Hauser 2004, 7.)

Aineen applikoinnin jälkeen kangas täytyy aina kuivattaa ja joissakin tapauksissa viimeistelyaine vaatii kiinnityksen (kuva 2). Kiinnitys tapahtuu useimmiten ylimääräisessä lämmitysvaiheessa. (Schindler & Hauser 2004, 7.)



KUVA 2. Viimeistelyn toimenpideketju: kasto, kuivaus ja kiinnitys (Schindler & Hauser 2004, 8)

Kemialliset viimeistykset suoritetaan yleensä mankeloimalla värjätylle tai painetulle kankaalle kuivauksen jälkeen. Tällaista mankeliä kutsutaan fulardiksi (kuva 3).



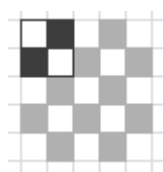
KUVA 3. Tampereen teknillisen yliopiston fulardi (kuva: Silja Ritanen)

Fulardin telojen puristusvoiman tulee olla sama koko viimeisteltävän kankaan leveydeltä, viimeistysliuoksen ja huoneen lämpötilojen vakioita ja kankaan nopeuden pysyttävä samana koko toimenpiteen ajan. (Schindler & Hauser 2004, 9.)

Termillä ”(märkä) pick-up” kuvataan sitä viimeistysliuoksen määrää, joka lisätään kankaaseen. Se esitetään useimmiten prosenttilukuna kuivaan, käsittelemättömään kankaaseen. Yleensä viimeistelyssä pyritään 70 - 100 % pick-up:iin. (Schindler & Hauser 2004, 9–10.)

8.2 Materiaalit

Printscorpio Oy toimitti viimeistelyjä varten kaksi rullaa 100 % puuvillakangasta, joissa oli eri sidokset. Ohuemmassa kankaassa käytetty sidos oli palttina ja vahvemmassa sidos oli panama.

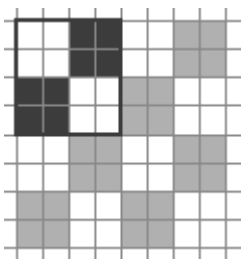


KUVA 4. Palttinan sidos, perusruutu tummennettu

Sidoksena palttina (kuva 4) on yksi niin sanotuista alkuperäisistä kankaan sidoksista. Se ei siis ole johdettu mistään toisesta sidoksesta eikä ole eri sidoksista muodostunut yhdistelmä. Sidoksena palttina on vanhin, yksinkertaisin ja myös lujin. (Nurminen 2002.) Yksinkertaisimmillaan palttina muodostuu limittäin risteävistä loimi- ja kudelangoista. Kankaan molemmat puolet ovat täysin samanlaiset.

Printscorpio Oy:n toimittaman palttinakankaan neliömassan laskettiin olevan noin 145 g/m^2 . Todellinen neliömassa tällä kankaalla kuitenkin on 150 g/m^2 .

Viimeistelyjä varten rullasta leikattiin aluksi viisi suikaletta, joiden mitat olivat 30 cm x 3,5 m. Yhden näistä oli kuitenkin määrä jäädä viimeistelemättä. Toista viimeistelyerää varten näitä leikattiin vielä kaksi lisää.



KUVA 5. Panaman sidos, perusruutu tummennettu

Kuvassa 5 esitetty panama on palttinasta johdettu sidos. Käytännössä palttinan sidos on kaksinkertaistettu siten, että kaksi tai useampi lankaa muodostaa saman sidoksen. Langat muodostavat siis useamman langan ryhmiä kumpaankin suuntaan. Tasaruutuisessa panamassa jokaisessa ryhmässä on sama määrä lankoja. Epätasaruutuisessa taas lankojen lukumäärä voi olla eri. (Nurminen 2002.)

Printscorpio Oy:n panamasidoksellisen kankaan leveys oli noin 158 cm ja rullalla sitä oli noin 665,5 cm. Neliömassaksi tälle kankaalle saatiin laskennallisesti noin 330 g/m^2 , mutta todellinen neliömassa tälle kankaalle on ilmoitettu olevan 355 g/m^2 .

Varsinaisia viimeistelyjä varten panamasta tuli leikata 30 cm leveitä ja 3 metriä pitkiä kangassuikaleita. Ensimmäisessä vaiheessa näitä tarvittiin viisi; yksi jokaista kolmea palosuoja-ainetta varten, yksi viimeisteltäväksi FLAMEGARD PENTA:lla tavoitellen 90 %:n pick-up:ia. Jäljelle jääneen kaitaleen oli määrä jäädä käsittelemättä, jotta testauksiin saatiin ”nollanäyte”. Myöhemmin leikattiin vielä kaksi kaitaletta toista viimeistyserää varten.

8.3 Aineet

8.3.1 APYROL BKW

Printscorpio Oy:llä on käytettävissä kahdenlaista CHT APYROL -palosuoja-ainetta. APYROL PES:iä on kuitenkin mahdollista käyttää vain ja ainoastaan polyesterille ja polyamidille. Koska tämän työn tavoitteena oli tutkia nimenomaan puuvillakankaiden viimeistelyjä, palosuojaviimeistykseen käytettiin puuvillalle soveltuvaa APYROL BKW:tä.

APYROL BKW on kirkas ja väritön nestemäinen palosuoja-aine, joka on tarkoitettu luonnon- ja selluloosakuitujen, villan ja niiden sekoitteiden viimeistykseen. Se muodostuu fosfori- ja rikkiyhdisteistä. (CHT R. Beitlich GMBH 2007, 1.)

Tarvittavan kerroksen paksuus riippuu pääasiassa materiaalin massasta ja kuidun tyypistä. Tämän vuoksi ainetta tulisi aina testata alustavasti etukäteen, jotta kerroksen minimipaksuus saadaan varmistettua materiaalikohtaisesti. Viimeistely antaa käytetystä aineen määrästä riippuen jonkin verran lisää painoa tuotteelle, tuntuu tulee myös jäykemmäksi. (CHT R. Beitlich GMBH 2007, 1.)

Viimeisteltävän tuotteen loppukäyttötarkoituksessa tulee huomioida, että APYROL BKW:llä saatava palonsuoja ei ole pesun tai puhdistuksen kestävä. (CHT R. Beitlich GMBH 2007, 1.)

APYROL BKW:n applikointi tehdään fulardilla. Koska aineella ei ole affiniteettia kuitua kohtaan, se ei niinkään sovellu levitettäväksi haihdutusmenetelmällä. (CHT R. Beitlich GMBH 2007, 2.)

Materiaalista ja halutusta lopputuloksesta riippuen seuraavat ainemäärät ovat suositeltavia:

selluloosa: 100 - 500 g/l

villa: 100 - 400 g/l

Mikäli materiaalilla on heikko vedenimukyky, on kostuttimen käyttö tarpeen, jotta saadaan varmistettua täydellinen imeytyminen. (CHT R. Beitlich GMBH 2007, 2.)

Suoja-aineen levityksen jälkeen kuivauslämpötila ei saisi ylittää 120 °C, koska tällöin aine alkaa hajota ja samalla palonsuojaominaisuudet häviävät. Viimeistellyillä tuotteilla on korkea elektrolyyttipitoisuus, joten joutuessaan kosketuksiin metallien kanssa ne aiheuttavat metallin korroosiota. Lämpö ja kosteus nopeuttavat korroosiota. Täten on suotavaa käyttää vain ruostumattomia metalleja työskennellessä APYROL BKW:n kanssa. Aineen korroosio-vaikutus olisi tarpeen ottaa huomioon myös tuotteen loppukäyttökohteen osalta. (CHT R. Beitlich GMBH 2007, 2.)

8.3.2 FLAMEGARD PENTA

FLAMEGARD PENTA on kirkas ja hieman vaalean kellertävä nestemäinen palonsuoja-aine, jolla saadaan aikaan ei-pysyvä palonsuojaus selluloosapohjaisille, villakankaille, synteettisille kankaille sekä luonnon/synteettisten kuitujen sekoitteille. Aine on fosforihapon johdannainen fosfori- ja tyypipohjainen suoja-aine. (TANATEX Chemicals 2007, 1.)

Käsittely kestää kemiallisen pesun, mutta ei vesipesua. Käsitellyillä kankailla on hyvä tuntu ja laskeutuvuus. (TANATEX Chemicals 2007, 1.)

FLAMEGARD PENTA soveltuu erityisesti sellaisiin käyttökohteisiin, joissa vähäinen savuaminen on tärkeää. Käsitellyt kankaat soveltuvatkin hyvin käytettäviksi ajoneuvojen ja lentokoneiden sisustusmateriaalina sekä verhoina, suojavarusteissa ja muissa vastaavissa kohteissa, joissa palosuojauksen vesipesunkesto ei ole tarpeen. Vaikka FLAMEGARD PENTA:lla käsitellyt kankaat eivät kärsi kemiallisesta pesusta, sellaisten kemiallisten pesumenetelmien, joissa on vettä mukana, toistuvaa käyttöä tulisi silti välttää. (TANATEX Chemicals 2007, 1.)

FLAMEGARD PENTA saattaa vaikuttaa joihinkin väriaineisiin aiheuttaen muutoksia värisävyissä. Alustavat etukäteiset testaukset on siis syytä suorittaa käsitellylle materiaalille ennen viimeistelyaineen suurempimittakaavaista käyttöä. (TANATEX Chemicals 2007, 1.)

FLAMEGARD PENTA:n määrä viimeistelyliuoksessa riippuu kankaan rakenteesta, painosta ja vaadittavasta palosuojauksen tasosta. Seuraavanlaiset taulukossa 12 ilmoitetut arvot antavat suuntaa tarvittavasta aineen pitoisuudesta, joka useimmiten riittää antamaan kullekin listatulle materiaalille riittävän, tunnettujen standardien mukaisen palosuojan. (TANATEX Chemicals 2007, 2.) Arvot ilmoittavat, kuinka suuren osuuden liuoksen massasta tulee olla kuivan suoja-aineen massa.

TAULUKKO 12. Suositellut kuiva-aineen määrät tietyille materiaaleille (TANATEX Chemicals 2007, 2)

Materiaali	Kuiva-aineen pitoisuus liuoksessa (massaprosentti)
Puuvilla	6 - 12
Puuvilla/polyesteri 70/30	6 - 12
Polyesteri	8 - 18
Villa	4 - 10
Villa/polyesteri	4 - 10

Esimeriksi pigmenttipainetun 230 g/m² 100 % puuvillakankaan käsittelyyn ehdotetaan seuraavanlaisen reseptin mukaisen liuoksen käyttöä.

FLAMEGARD PENTA 360 g/l

NOFOMO BLF 01 2 g/l

Tällä saadaan aikaiseksi BS 5867:n mukainen B-luokan palosuojaus verkoille. (TANATEX Chemicals 2007, 3.)

Käsiteltävän kankaan tulee olla puhdas ja ei emäksinen. Lika, luonnon omat vahat tai jo tehdyt viimeistykset häiritsevät FLAMEGARD PENTA:n imeytymistä kankaaseen. Viimeistyksellä saavutetut palosuojaominaisuudet ovat pitkälti riippuvaisia kankaan tyyppistä; sen painosta ja rakenteesta sekä itse aineen applikaation yhtenäisyydestä ja aineiden määristä. Tämän vuoksi on suotavaa suorittaa viimeistystoimenpide ensin vain testimielessä ennen sen käyttöönottoa suuremmassa tuotannossa. Viimeistys soveltuu suoritettavaksi kasto- tai suihkutuksen menetelmällä, mutta myös kuivana levittäminen on mahdollista. (TANATEX Chemicals 2007, 3.)

Ennen varsinaista viimeistystoimenpidettä, on syytä tarkistaa kankaan imukyky ja määrittellä sen pick-up märkänä, jotta saadaan laskettua vaadittava liuoksen vahvuus. Levitys tulisi suorittaa huoneen lämpötilassa optimaalisen 70 - 100 % pick-up:n saavuttamiseksi. (TANATEX Chemicals 2007, 4.)

Kuivauslämpötilan olisi hyvä olla alle 150 °C. Liian pitkä kuivausaika saattaa aiheuttaa väliaikaista kankaan kovettumista, mutta alkuperäinen tuntu saadaan palautettua normaaliolosuhteissa. (TANATEX Chemicals 2007, 4.)

8.3.3 FLOVAN CGN

FLOVAN CGN on ei-pysyvän palonsuojan tekstiilimateriaalille antava kirkas neste-mäinen viimeistelyaine. Se soveltuu muun muassa puuvillan, selluloosamuuntokuitujen, polyetyleenin ja -propyleenin, polyesterin ja villan sekä näiden sekoitteiden viimeistykseen. (Huntsman Textile Effects GmbH 2007, 1.) Aine on tyypipohjainen, sisältäen fosforihapon suoloja (Huntsman Textile Effects GmbH 2007, 2).

FLOVAN CGN:lla saavutetaan jo pienilläkin pitoisuuksilla hyvät palosuojaominaisuu-det. Etuna vähäisen aineen käytölle on se, että kankaan tuntu ei kärsi käsittelyn seurauk-sena. (Huntsman Textile Effects GmbH 2007, 1.)

Applikaatio suositellaan suoritettavan fulardoimalla. Pick-up-suositus on 65 - 80 %. Kuivauslämpötilan tulisi olla 110 - 160 °C. (Huntsman Textile Effects GmbH 2007, 3.)

Valmistajan tuoteselosteessa palosuojakäsittelyliuoksen reseptiksi 100 % puuvillakan-kaille ehdotetaan seuraavaa:

150 g/l	FLOVAN CGN
5 g/l	INVADINE PBN (kostutinaine)

FLOVAN CGN on aineena hygroskooppinen. Tietyissä olosuhteissa ja tietynlaisilla materiaaleilla tämä saattaa vaikuttaa negatiivisesti kankaan tuntuun. Viimeistellyt kan-kaat saattavat myös aiheuttaa korroosiota metalleilla. (Huntsman Textile Effects GmbH 2007, 4.)

8.4 Suoritus

Palosuojausviimeistykset suoritettiin yhteistyössä Tampereen teknillinen yliopiston kanssa, sillä fulardia ei ole Tampereen ammattikorkeakoululla.

Viimeistelyaineina käytössä olivat CHT APYROL BKW, Tanatex FLAMEGARD PENTA ja FLOVAN CGN. Kostutusaineena TTY:llä oli valmiina käytettävissä Lyo-print AIR, jolla korvattiin suoja-aineiden valmistajien ehdottamissa resepteissä suositel-lut kostuttimet.

Fulardissa viimeistysaine siirtyy viimeisteltävään kankaaseen imeyttämällä liuos fulardin suulla. Imeytettävän liuoksen määrää voidaan säädellä muuttamalla fulardin puristustelojen puristusvoimaa. Yleensä käytössä olevat arvot vaihtelevat 70 - 105 % (kankaan kuivapainosta) välillä. (Harjoitus 3..., 1.) Pick-up tavoitteena oli tässä 70 %. Kun puhutaan pick-up:ista, tarkoitetaan siis sitä määrää väriä tai viimeistelyainetta, joka jää kankaaseen sen kuljettua fulardin telojen läpi. Se kuvastaa kankaan massan lisääntymistä viimeistelyssä.

8.4.1 Viimeistysaineiden kuiva-ainepitoisuudet ja laimennus

Ensin tuli määrittää kunkin viimeistysaineen sisältämän kuiva-aineen määrä. Tämä tapahtui siten, että pieniin kannellisiin astioihin, joiden painot olivat tiedossa, pipetoitiin 10 ml viimeistysliuosta. Kutakin ainetta pipetoitiin kolmeen eri astiaan ja astiat liuokseen punnittiin.

Tämän jälkeen astiat asetettiin 105 °C uuniin ilman kantta ja annettiin nesteen haihtua yön yli. Sitten astiat suljettiin kansilla, jotta ilman kosteus ei imeytyisi kuiviin aineisiin. Astiat asetettiin eksikaattoriin jäähtymään ja niiden jäähtyttyä, ne punnittiin.

TAULUKKO 13. APYROL BKW:n kuiva-aineen määrän määrittäminen

Astian paino	Lisäys (g)	Yhteispaino (g)	Yhteispaino kuivauksen jälkeen (g)	Kuiva-aine (g)
27,94	12,01	39,95	32,50	7,45
27,85	12	39,85	32,56	7,29
21,26	12	33,26	25,93	7,33
Keskiarvo	12			7,36

$$\frac{7,36g}{12g} \times 100\% \approx 61,33\%$$

Taulukkoon 13 on kirjattuna kuivatusastioiden painot tyhjänä, lisätyn liuoksen määrä grammoina sekä näiden yhteispainot ennen ja jälkeen kuivauksen. Viimeisessä sarakkeessa on laskettuna yhteispainojen erotuksesta saatu kuiva-aineen määrä. Laskettiin

kuinka suuri osa lisätystä liuoksesta oli tätä kuiva-ainetta ja APYROL BKW:n kuiva-ainepitoisuudeksi saatiin noin 61,3 %.

TAULUKKO 14. FLAMEGARD PENTA:n kuiva-aineen määrän määrittäminen

Astian paino	Lisäys (g)	Yhteispaino (g)	Yhteispaino kuivauksen jälkeen (g)	Kuiva-aine (g)
21,11	12,12	33,23	26,43	6,8
18,09	12,07	30,16	23,35	6,81
20,26	12,06	32,32	25,52	6,8
Keskiarvo	12,08			6,80

$$\frac{6,80g}{12,08g} \times 100\% \approx 56,29\%$$

Taulukossa 14 on merkittynä FLAMEGARD PENTA:n kuiva-ainepitoisuuden määrittämisessä käytetyt punnitustulokset. Samoin kuten APYROL BKW:n määrän selvityksessä, verrattiin punnitun kuivuneen ja kiteytyneen aineen määrää lisätyn nesteen painoon, jolloin FLAMEGARD PENTA:n kuiva-ainepitoisuudeksi saatiin noin 56,3 %.

TAULUKKO 15. FLOVAN CGN:n kuiva-aineen määrän määrittäminen

Astian paino	Lisäys (g)	Yhteispaino (g)	Yhteispaino kuivauksen jälkeen (g)	Kuiva-aine (g)
22,40	11,93	34,33	28,73	5,6
20,0	12	32	26,60	5,4
44,81	11,98	56,79	50,98	5,81
Keskiarvo	11,97			5,60

$$\frac{5,60g}{11,97g} \times 100\% \approx 46,78\%$$

Taulukossa 15 on FLOVAN CGN:n kuiva-ainepitoisuuden määrittämisessä kirjatut punnitustulokset. Vertaamalla kuivuneen aineen painoa lisätyn liuoksen painoon saadaan FLOVAN CGN:n kuiva-ainepitoisuudeksi noin 46,8 %.

Kutakin palosuojaliuosta valmistettiin 2 litraa. Aineiden valmistajien suositusten pohjalta päädyttiin seuraavanlaisiin resepteihin:

APYROL BKW 300 g/l

Lyoprint AIR (1:1) 4 g/l

FLAMEGARD PENTA 360 g/l

Lyoprint AIR (1:1) 4 g/l

FLOVAN CGN 250 g/l

Lyoprint AIR (1:1) 4 g/l

Lisäksi myöhemmin valmistettiin vielä kaksi laimeampaa FLOVAN CGN -liuosta, jotta voitaisiin vertailla kuinka suuri merkitys aineen pitoisuudella on palonsuojauksen kannalta. Toisen FLOVAN CGN -pitoisuus oli 175 g/l ja toisen 100 g/l. Kostutinaine Lyoprint AIR:ia näissä kummassakin liuoksessa oli aikaisemminkin käytetty 4 g/l.

8.4.2 Pick-up:in määrittäminen

Ennen kuin viimeistyksiä voitiin tehdä, tuli määrittää, millä fulardin asteikon lukemalla saadaan aikaiseksi haluttu pick-up. Tämä suoritettiin punnitsemalla ensin pieni pala kangasta kuivana. Kangas kastettiin vedellä täytettyyn astiaan hetkeksi ja märkä kangas fulardoitiin vaihtelevilla telojen puristuksilla. Tämän jälkeen kangastilkku punnittiin, kasteltiin uudelleen ja fulardoitiin asteikon seuraavalla puristusarvolla.

TAULUKKO 16. Panamakankaan painon muutokset sen kuljettua telojen läpi eri puristusvoimilla

Asteikko	Paino (g)
10	17,3
20	15,9
30	14,7
40	14,4
50	14,1
60	13,9
70	13,7
80	13,6
90	13,6

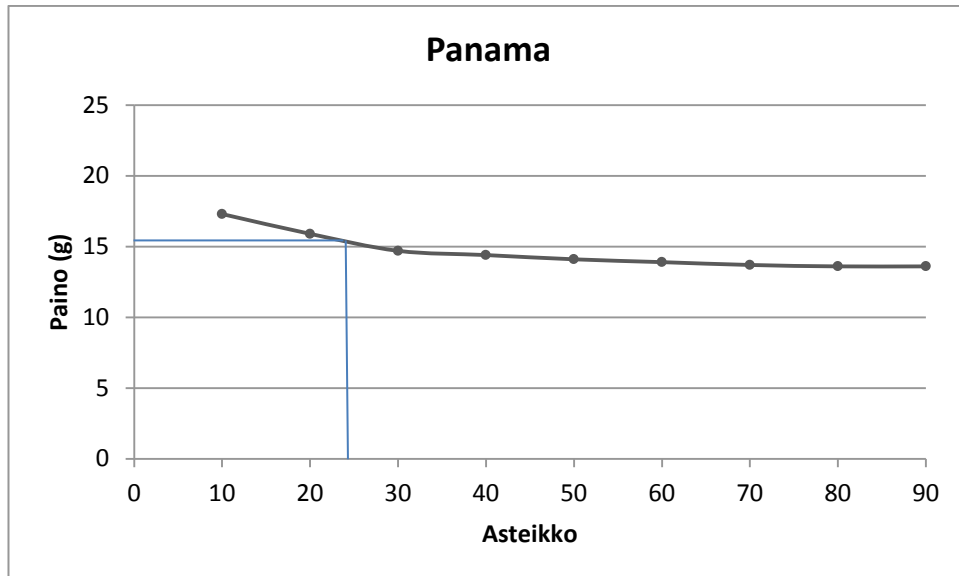
Asteikon ja kankaiden painojen muutokset ovat esitettynä taulukoissa 16 ja 17. Kuten voidaan havaita, mitä suurempi on asteikon lukuarvo, sitä enemmän nestettä puristuu pois kankaasta ja paino on pienempi.

TAULUKKO 17. Palttinakankaan painon muutokset sen kuljettua telojen läpi eri puristusvoimilla

Asteikko	Paino (g)
10	23,3
20	19,5
30	18,4
40	17,6
50	16,8
60	16,5
70	16,1
80	16
90	15,9
100	15,9

Näiden arvojen perusteella saatiin piirrettyä käyrät, joista pystyttiin määrittämään se asteikon arvo, jolla saadaan aikaan haluttu pick-up, joka tässä tapauksessa oli siis 70 %. Fulardin telojen puristusvoima täytyy täten säätää sen mukaiseksi, että kankaan massa

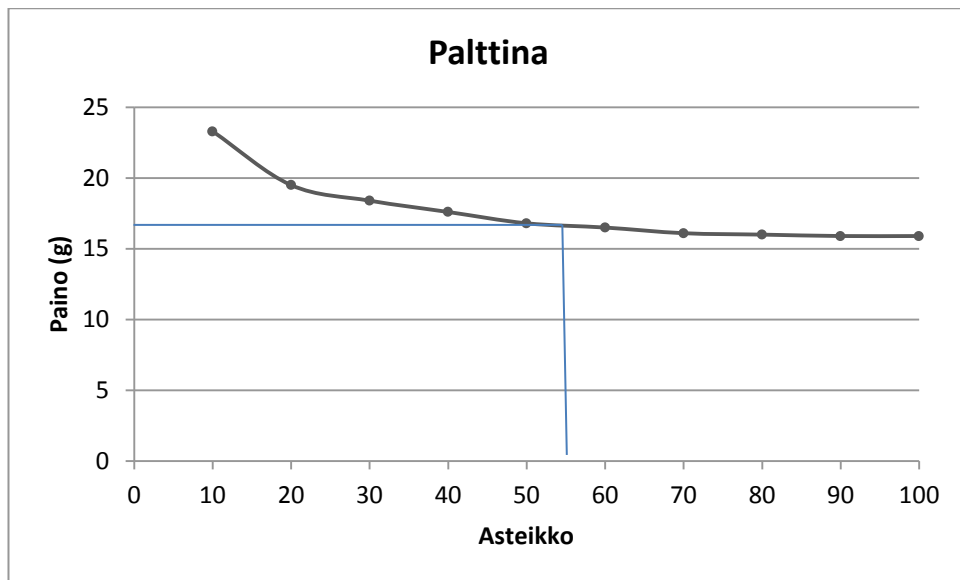
kasvaa kaston jälkeen 70 prosentilla. Panamalla tämä tarkoittaa, että 9 grammaa painavan näytetilkkun massan tulee kaston jälkeen painaa 15,3 grammaa.



KUVA 5. Panamalla käytettävän asteikon arvon määrittäminen, 70 % pick-up tavoite

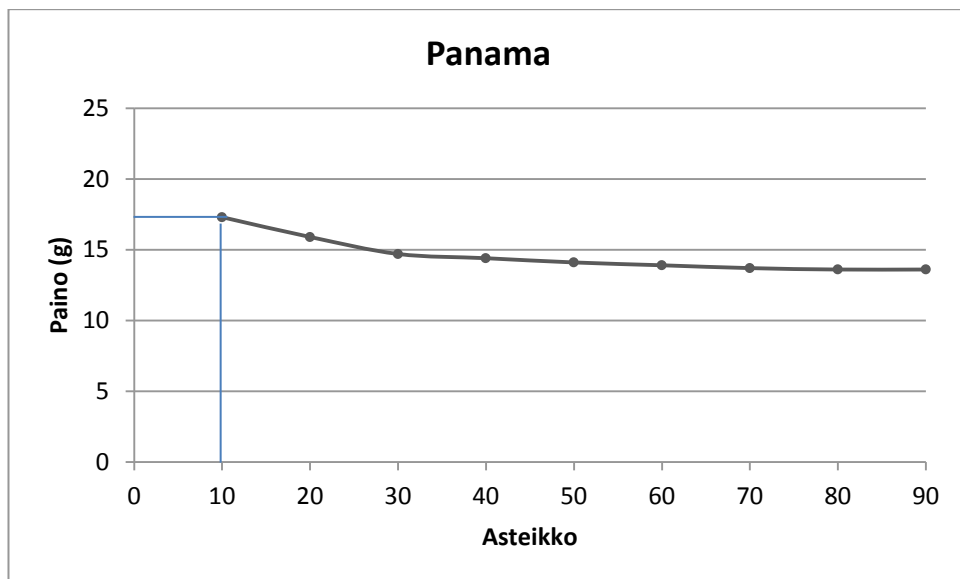
Katsotaan edellä esitetystä kuvaajasta (kuva 5) mihin lukemaan fulardin asteikko tulee säätää. Katsotaan siis, mitä arvoa kankaan märkätaino 15,3 grammaa vastaa. Panamalla käytettävä asteikon arvo tuli täten olemaan noin 25.

70 % pick-up:illa kuivana 9,8 grammaa painava palttina-tilkku painaisi märkänä 16,7 grammaa ja seuraavasta kuvaajasta (kuva 6) voidaan arvioida, että asteikko tulee täten säätää noin arvoon 55.



KUVA 6. Palttinalle käytettävän asteikon arvon määrittäminen, 70 % pick-up tavoite

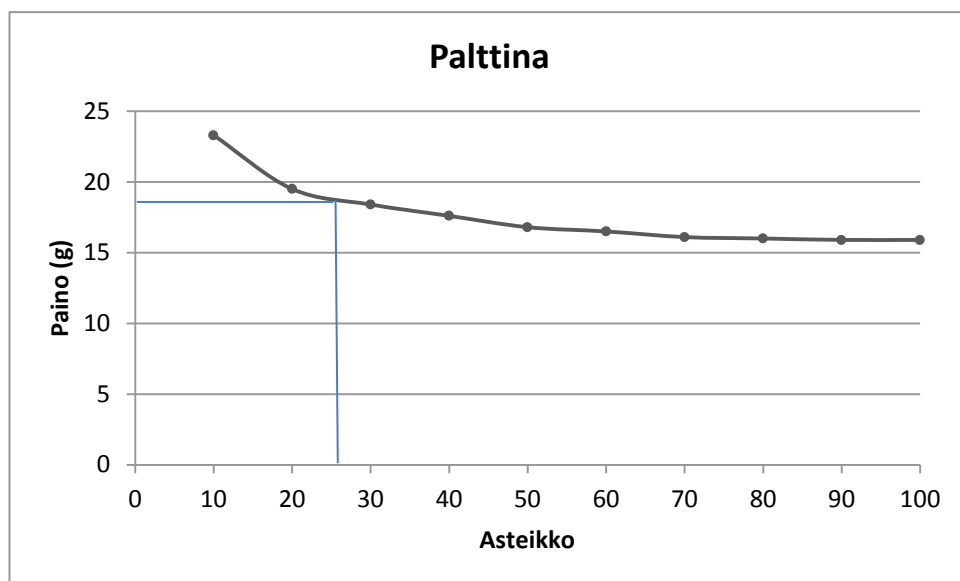
Näiden lisäksi päätettiin vertailun vuoksi suorittaa viimeistelyt kummallekin kankaalle vielä FLAMEGARD PENTA:lla tavoitellen 90 %:n pick-up:ia. Vaadittavat asteikon arvot tuli määrittää uudelleen näillä tiedoilla.



KUVA 7. Panamalle käytettävän asteikon arvon määrittäminen, 90 % pick-up tavoite

90 %:n pick-up:illa 9 gramman painoisen panamatilkun tulisi painaa märkänä 17,1 grammaa. Katsotaan edellä olevasta kuvasta 7, mikä arvo vastaisi tätä kankaan painoa. Kuvasta voidaan havaita, että asteikoksi tulee valita siis noin 10.

Tavoiteltaessa 90 %:n pick-up:ia, 9,8 grammaa painavan palttina-tilkun tulee painaa 18,16 grammaa kaston jälkeen. Fulardiin tulee siis seuraavan kuvan 8 perusteella asettaa asteikon arvoksi noin 25.



KUVA 8. Palttinalle käytettävän asteikon arvon määrittäminen, 90 % pick-up tavoite

Varsinaisten viimeisteltävien kankaiden painot kuivana otettiin ja arvot kirjattiin ylös. Viimeistely aloitettiin panamakankaalla. Ensimmäinen kolmesta kankaasta käsiteltiin APYROL BKW:llä.

Aiemmin valmistettu viimeistelyliuos kaadettiin fulardin kaukaloon, jossa varsinainen kasto tapahtui. Kankaan alkupäähän oli tikattu kiinni apukangas, jonka tarkoituksena oli estää varsinaisen viimeisteltävän kankaan liian pitkä altistuminen liuokselle.

Kangas ajettiin fulardin telojen läpi laitteen nopeudella 2, jonka jälkeen kangas punnittiin. Tämän jälkeen kangas asetettiin lämpökaappiin 100 °C:een kuivamaan siksi aikaa kun viimeistely suoritettiin seuraavalla palosuoja-aineella toiselle panamakangasnäytteelle. Lämpökaapin metalliset osat, jotka joutuivat kosketuksiin kankaan kanssa, oli päällystetty puuvilla/polyesteri -sukilla viimeistelyaineiden korroosiovaikutuksen vuoksi.

Kuivauskaapista pois otettu lähes kuiva kangas siirrettiin pöydälle kuivamaan huoneenlämpöön.

Seuraavissa kuudessa taulukossa on esitetty kankaiden kuivapainot ja fulardoinnin jälkeiset märkápainot. Kirjattujen arvojen perusteella laskettiin tarkistukseksi todelliset pick-up:it.

TAULUKKO 18. Panama, tavoitteena 70 % pick-up

Viimeistysaine	Kankaan kuivapaino (g)	Kankaan märkápaino (g)
APYROL BKW	299,3	512,7
FLAMEGARD PENTA	299,4	508,3
FLOVAN CGN	297,5	507,8
Keskiarvo	298,7	509,6

Vertaamalla taulukossa 18 esitettyjen panamakankaan märkápainojen keskiarvoa kuivapainojen keskiarvoon, saatiin todelliseksi pick-up:ksi noin 70,6 %. Tavoiteltu kankaaseen jäävän liuoksen määrä onnistuttiin siis saavuttamaan.

TAULUKKO 19. Panama, tavoitteena 90 % pick-up

Viimeistysaine	Kankaan kuivapaino (g)	Kankaan märkápaino (g)
FLAMEGARD PENTA	300,2	557,7

Kuten taulukon 19 arvojen perusteella voidaan havaita, tässä viimeistyksessä panamakankaan massa lisääntyikin vain noin 85,8 %:lla. Tämä arvo jäi hieman tavoitellun 90 %:n alapuolelle.

TAULUKKO 20. Palttina, tavoitteena 70 % pick-up

Viimeistysaine	Kankaan kuivapaino (g)	Kankaan märkápaino (g)
APYROL BKW	152,3	245,8
FLAMEGARD PENTA	151,3	244,6
FLOVAN CGN	151,5	248,5
Keskiarvo	151,7	246,3

Taulukossa 20 esitettyjen painojen keskiarvoista voidaan laskea, että todelliseksi pick-up:iksi saatiin palttinalle noin 62,4 %. Aineen määrä jäikin siis alle tavoitellun arvon.

TAULUKKO 21. Palttina, tavoitteena 90 % pick-up

Viimeistysaine	Kankaan kuivapaino (g)	Kankaan märkätaino (g)
FLAMEGARD PENTA	153,0	276,0

Sama kankaaseen jääneen aineen määrän vähyys oli ongelmana tässäkin viimeistelyssä. Taulukon 21 arvojen perusteella laskennallinen pick-up jäi vain 80,4 %:iin.

Toisessa viimeistelysarjassa saatiin seuraavanlaisia FLOVAN CGN -pick-up:in arvoja kullekin kankaalle. Tavoitteena tässäkin oli 70 % massanlisäys kankaalle.

TAULUKKO 22. Palttina, FLOVAN CGN

FLOVAN CGN -pitoisuus (g/l)	Kankaan kuivapaino (g)	Kankaan märkätaino (g)
100	158	250
175	152	243
Keskiarvo	155	246,5

Taulukkoon 22 on merkittynä palttinakankaiden painot. Näiden perusteella pick-up:ksi saadaan noin 59,0 %, joka on huomattavasti tavoitellun 70 %:n alapuolella.

TAULUKKO 23. Panama, FLOVAN CGN

FLOVAN CGN -pitoisuus (g/l)	Kankaan kuivapaino (g)	Kankaan märkätaino (g)
100	298	515
175	297	512
Keskiarvo	297,5	513,5

Panamalla pick-up oli noin 72,6 %. Taulukossa 23 on listattuna kankaiden painot ja niiden keskiarvot, joiden pohjalta tämä saatiin laskettua.

Eryteisesti palttinasiidoksellisella kankaalla palonsuojaviimeistelyaineiden pick-up jäi lähestulkoon kaikissa osioissa liian alhaiseksi. Syynä tähän on mahdollisesti epätarkat punnitukset määritettäessä vaadittavaa fulardin puristusasteikon arvoa.

9 TESTAUKSET

Palosuojatestaukset suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun testauslaboratoriossa TAMK:in testauspalvelun kanssa yhteistyössä.

Käytettyjä testausmenetelmiä oli kolme. Syttymisherkkyyttä tarkasteltiin standardin SFS-EN ISO 6940 mukaisella pintasytytysmenetelmällä. Tämä testi suoritettiin kummallekin kankaalle. Lisäksi palttinakankaasta testattiin liekinleviäminen standardissa SFS-EN 1102 kuvatun reunasytytysmenetelmän mukaisesti. Kyseinen standardi pohjautuu standardiin SFS-EN ISO 6941. Näiden lisäksi panamasta testattiin myös sen syttyvysherkkyyttä standardin SFS-EN 1021-1 mukaisella savuketestillä.

Testaustulokset ovat vain suuntaa-antavia, sillä testit suoritettiin käyttämällä vain minimimäärä näytteitä. Toistoja tulisi olla enemmän, jotta voitaisiin varmistua tulosten paikkaansapitävyydestä.

9.1 SFS-EN ISO 6940 - Syttymisherkkyiden määrittäminen

Menetelmää SFS-EN ISO 6940 (Tekstiilit. Palo-ominaisuudet. Syttymisherkkyiden määrittäminen pystysuorilla näytteillä) käytetään pystysuorassa asennossa olevan tekstiilin tai tuotteen syttymisherkkyiden määrittämiseen. Materiaaliin kohdistetaan pieni määrätynlainen liekki. (SFS-EN ISO 6940:2004, 8.)

Koska testausolosuhteet ovat kontrolloidut, tällä menetelmällä saatuja tuloksia ei voi soveltaa suoraan tilanteissa, joissa esimerkiksi hapen saanti on rajoitettu tai sytytyslähde on suurempi ja voimakkaampi. (SFS-EN ISO 6940:2004, 8.)

Keskimääräinen syttymisaika lasketaan painotettuna keskiarvona niistä syttymisajoista, jotka sytyttivät näytteen (SFS-EN ISO 6940:2004, 8).

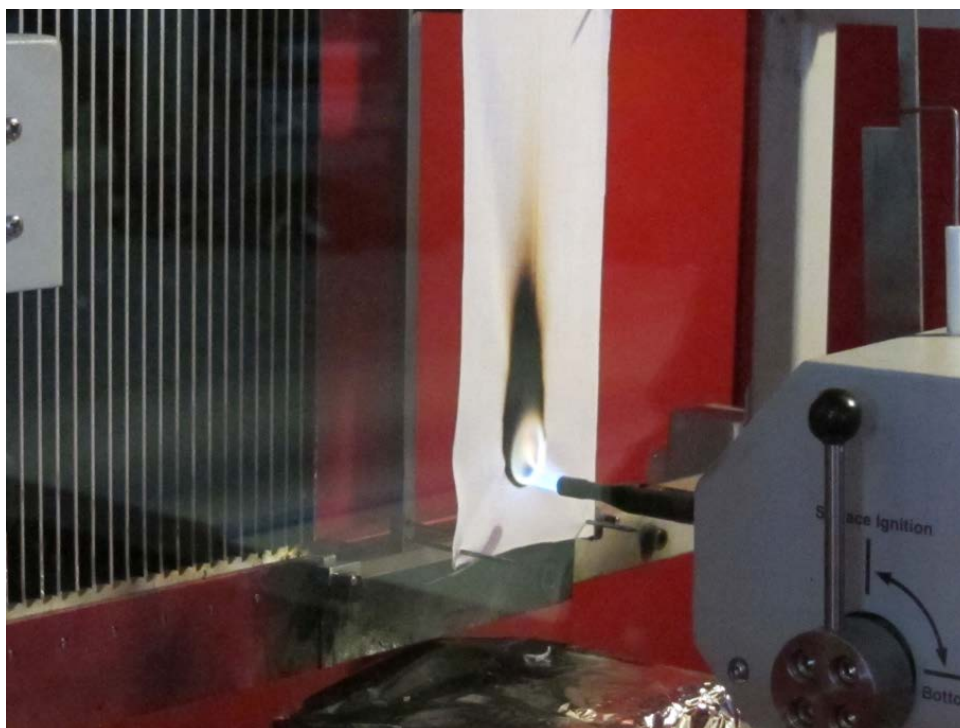
Testiä varten leikattiin standardissa määriteltyä kaaviota apuna käyttäen kaksitoista koepalaa, koska sekä syttymisiä että ei-syttymisiä tulee saada kumpiakin viisi. Loppuja

koepaloja tarvitaan valmisteluissa. Jokaisen näytepalan mitat olivat siis standardin mukaiset (200 mm \pm 2 mm) x (80 mm \pm 2 mm).

Itse testaus tapahtuu yleensä siten, että materiaalien pitkä suunta on pystysuorassa ja pintapuoli sytytyslähteeseen päin. Ei-homogeenisillä tekstiileillä kummatkin puolet tulee testata erikseen, mutta tässä työssä se ei ollut tarpeellista. (SFS-EN ISO 6940:2004, 12.)

Kankaille suoritettiin ensin esitestit, joiden perusteella saatiin määriteltyä se minimisyttymisaika, jolla varsinainen testi kannattaa aloittaa. Tämän mitatun ajan mukaisen hetken laitteiston liekki oli kohdistettuna materiaalin pintaa kohti. Kirjattiin käytetty syttymisaika sekä huomiot siitä, syttyikö kangas vai ei.

Testiä jatkettiin kunnes oli saatu vähintään viisi syttymistä ja viisi ei-syttymistä. Saatu- jen tulosten perusteella saatiin laskettua keskimääräinen syttymisaika. Tämä tapahtui laskemalla keskiarvo mitatuista tuloksista, joko syttymisistä tai ei-syttymisistä, riippuen siitä kumpia oli vähemmän. Saadun keskiarvotuloksen vastatessa ei-syttymistä, siihen lisätään 0,5 s. Vastatessa syttymistä, ajasta vähennetään 0,5 s. (SFS-EN ISO 6940:2004, 26.)



KUVA 9. Käsitelty palttina ei syty SFS-EN ISO 6940 -standardin mukaisessa testauksessa (kuva: Silja Ritanen)

Kuva 9 esittää syttymisherkkyyden määrittämisen testaustapahtumaa. Kankaana tässä on palosuojattu palttinakangas.

9.2 SFS-EN 1102 - Liekin leviäminen

Tämä standardi SFS-EN 1102 (Tekstiilit ja tekstiilituotteet. Palo-ominaisuudet Verhot. Eritysmenettely määrittäessä liekin leviämistä pystysuorilla näytteillä) on erityisesti verhoille suunnattu. Standardi pohjautuu standardiin SFS-EN ISO 6941 (Tekstiilit. Palo-ominaisuudet. Liekin leviämisoimaisuuksien mittaaminen pystysuorilla näytteillä).

Menetelmää käytetään tekstiilien syttyvyyden arviointiin mittaamalla liekin leviämisaikaa. Tähän testaukseen kuuluu standardin mukaan esikäsittelynä pesu, mutta koska käytetyt palonsuoja-aineet eivät ole vesipesunkestäviä, pesua ei suoritettu. (SFS-EN 1102:1995, 5.)

Standardissa kuvatussa menetelmässä tutkittavaan pystysuorassa asennossa olevaan tekstiilimateriaaliin tai -tuotteeseen kohdistetaan pieni määrätynlainen liekki 10 sekunnin ajan. Koekappaleen kiinnityselineeseen on kiinnitetty lenkille kolme valkoista mer-seroitua puuvillaista merkkilankaa tietyin välimatkoin. Jokaiselle merkkilangalle oli oma kellolaitteensa. Ajan mittaus pysähtyy langan katketessa leviävän liekin vaikutuksesta. (SFS-EN ISO 6941:2003, 8.)

Näytepaloja leikattiin kolme, sillä päätettiin, että vain yhden suunnan testaaminen on tarpeellista. Koekappaleen kooksi on standardissa määritelty (560 x 170) mm ± 2 mm. Koekappaleen alareunaan kohdistettiin liekki ja mitattiin sekuntikellolla aikaa, jonka liekin leviäminen materiaalin pinnalla merkkilangalta toiselle kesti. (SFS-EN ISO 6941:2003, 20–26.)

9.3 SFS-EN 1021-1 - Savuketesti

Standardissa SFS-EN 1021-1 (Furniture. Assessment of the ignitability of upholstered furniture. Part 1: Ignition source smouldering cigarette) kuvattua menetelmää käytetään pehmustettujen huonekalujen syttyvyyden tarkastelussa. Sytytyslähteenä toimii kytevä

savuke. Menetelmällä saadaan vain suuntaa-antavaa tietoa siitä, miten valmiit huonekalut syttyvät. (SFS-EN 1021-1:2006, 5.)

Tässä menetelmässä huonekalun materiaaliyhdistelmä altistetaan kyteväälle savukkeelle. Testauksessa käytetyn telineen on tarkoitus kuvastaa tilannetta, jossa istuimen ja selkänöjan tai istuimen ja käsinojan yhtymäkohdan vakoon on pudonnut savuke. Saadut tulokset esittävät koko telineessä olevan materiaaliyhdistelmän syttymisominaisuuksia, eivätkä tulokset vastaa yksittäisten materiaalien käyttäytymistä. (SFS-EN 1021-1:2006, 6.)

Testaus suoritettiin vetokaapissa, jotta palokaasut eivät pääsisi leviämään huoneilmaan. Vetokaapin imu suljettiin, jotta ilmanvaihdon aiheuttama ilmavirtaus olisi alle 0,2 m/s ja palotapahtuma ei häiriinny. Happipitoisuuden tuli kuitenkin olla riittävä. (SFS-EN 1021-1:2006, 9.)

Standardissa ilmoitetaan testauspalan kooksi (800 + 100) mm x (650 + 100) mm, mutta johtuen kankaan määrän vähyydestä, standardista jouduttiin poikkeamaan tältä osin. Jokaisesta testattavasta kankaasta leikattiin siis 90 cm pitkä näytesykale. Leveys tällä kaitaleella oli vain 30 cm. Tämän kokoinen pala ei ollut riittävä peittämään testaustelineen koko pinta-alaa.

Standardista poiketen, kankaille ei suoritettu vesiliotusta. Käytetyt palonsuoja-aineet eivät nimittäin ole pesunkestäviä ja menettävät tehonsa altistuessaan vedelle.

Näytekangas asetettiin telineeseen standardin ohjeistaman tavan mukaisesti pujotellen saranatangon takaa. Ilmanvaihdon aiheuttama ilmavirran nopeus mitattiin, jonka havaittiin hieman vaihtelevan vetokaapin eri osissa, mutta arvot olivat kuitenkin alle standardissa ilmoitetun maksiminopeuden.



KUVA 10. Standardin mukaiset savukkeet (kuva: Silja Ritanen)

Vakio-olosuhteissa säilytettyyn savukkeeseen merkittiin viivat 5 mm ja 8 mm:n sekä 10 mm:n ja 50 mm:n kohdille (kuva 10). Kahta ensimmäistä merkkiä käytettiin varmistamaan, että savuketta sytyttäessä siitä kuluu vähintään 5 mm ja enintään 8 mm ennen sen asettamista testattavan materiaalin päälle. Kahden viimeisen avulla saatiin laskettua savukkeen palo aika. Testeissä savukkeiden paloajat eivät olleet standardin mukaiset (8 ± 2) min/40 mm vaan huomattavasti pidemmät.



KUVA 11. Savuketestin suoritus (kuva: Silja Ritanen)

Ensimmäinen savuke sytytettiin ja asetettiin telineen ”selkänojan” ja ”istuimen” muodostamaan kulmaan (kuva 11). Standardin mukaisesti tilannetta seurattiin tunnin ajan. Niillä näytteillä, joilla savukkeen loppuun palamisen jälkeistä materiaalien kyttemistä ei tapahtunut, testiä jatkettiin. Tällöin sytytettiin toinen savuke, joka asetettiin kangasnäytteen toiseen reunaan, noin 5 cm:n etäisyydelle ensimmäisestä. Lopuksi tarkistettiin, ettei mahdollista kyttemistä tapahdu materiaalin toisella puolella.

Standardin mukaan seuraavat asiat olisivat johtaneet testin keskeyttämiseen sekä hylkäämiseen:

- Palaminen, joka on niin voimakasta, että testaus on turvallisuuden takia keskeytettävä.
- Näytteen loppuun kulumisen lähes kokonaan testin kuluessa.
- Kyttemisen eteneminen koekappaleen alareunaan, sivuihin tai koko näytteen läpi.
- Kytteminen, joka jatkuu vielä tunnin kuluttua testin aloituksesta.
- Koekappaleen lopputarkistuksessa havaittava kytteminen.

(SFS-EN 1021-1:2006, 5–6.)

10 TULOKSET

10.1 Syttymisherkkyyks

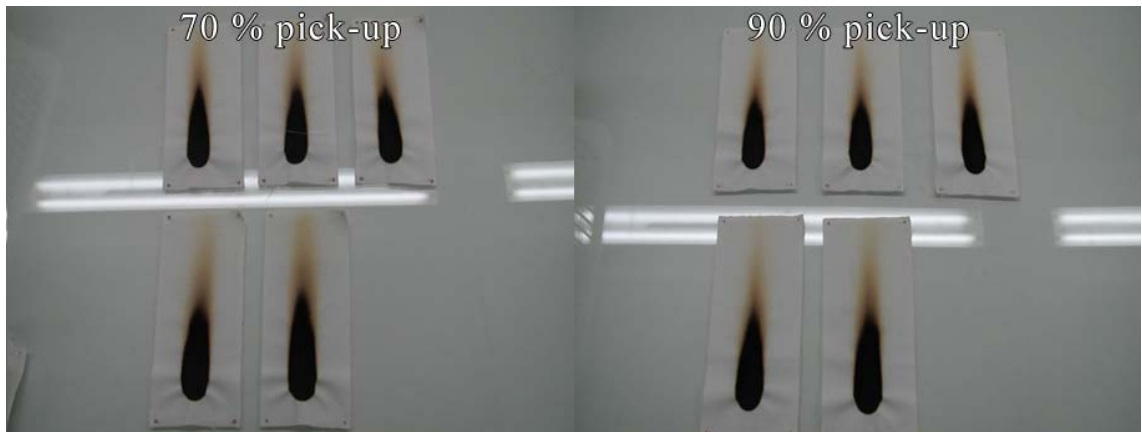
Käsittelemätön palttina syttyi noin 2 sekunnissa. Näytteet paloivat täysin, eikä niistä jäänyt mitään jäljelle. Testauksen mittauspöytäkirja on liitteenä 1.

APYROL BKW:llä käsitelty palttinakangas ei syttynyt 20 sekunnissa, joka oli standardissa määritelty maksimi sytytysaika. Voidaan siis olettaa, että syttymistä ei tapahdu pidemmälläkään altistumisella. Kangas kuitenkin mustui siltä alueelta, johon sytytyslähde oli kosketuksissa (kuva 12). Näytti siltä, että itse suoja-aine olisi palanut. Testauspöytäkirja on liitteenä 2.



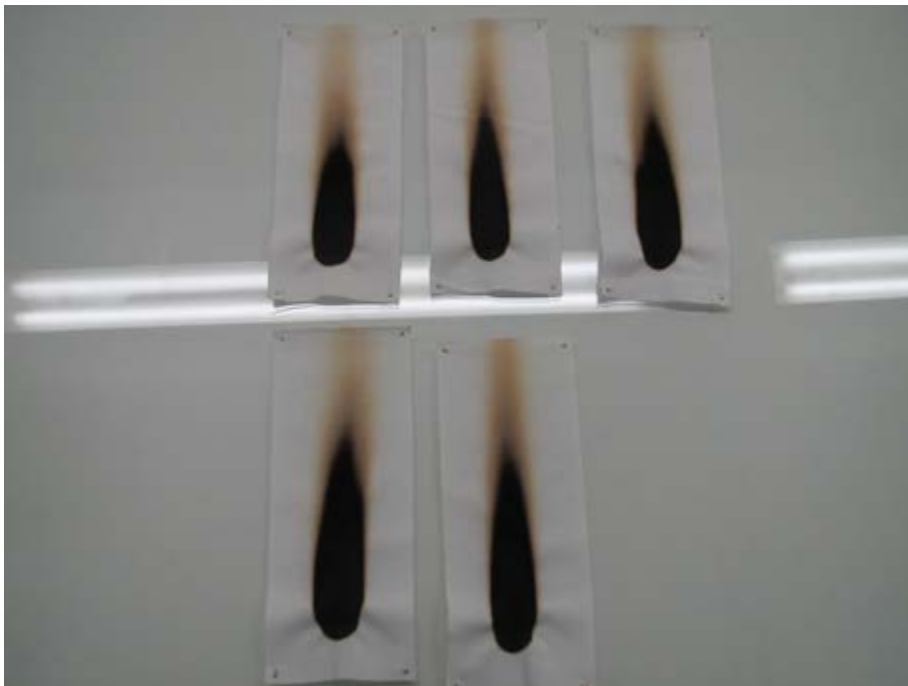
KUVA 12. APYROL BKW:llä käsitellyn palttinan näytteet (kuva: Silja Ritanen)

FLAMEGARD PENTA:lla käsitellyt näytteet eivät myöskään syttyneet maksimisytysajalla. Kangas mustui tässä samalla tavalla kuin edellisessäkin testissä. Mahdollinen pick-up:in vaikutus ei tullut ilmi, sillä palokäyttäytyminen oli samanlaista sekä 70 % pick-up:ia käyttäen viimeistellyillä ja 90 % pick-up:illa käsitellyillä sarjoilla (kuva 13). Kummankin tällä aineella käsitellyn palttinan mittauspöytäkirjat ovat liitteenä 3.



KUVA 13. FLAMEGARD PENTA:lla käsitellyn palttinan näytesarjat (kuva: Silja Ritanen)

250 g/l FLOVAN CGN:llä käsitellystä palttinasta otetuilla näytteillä palokäyttäytymisen oli samanlainen kuin aikaisemmin esitellyillä kahdella muullakin aineella. Näytteet ovat kuvassa 14. Testauksen tuloksista laadittu mittauspöytäkirja on liitteen 4 sivulla 1.



KUVA 14. 250 g/l FLOVAN CGN:lla käsitellyn palttinan näytteet (kuva: Silja Ritanen)

Kun FLOVAN CGN -pitoisuutta vähennettiin, näytteet syttyivät. 175 g/l FLOVAN:illa käsitelty palttina syttyi keskimäärin 3 sekunnissa ja 100 g/l pitoisuudella viimeistellyt näytteet 2 sekunnissa. Jäännökset ovat nähtävissä kuvassa 15 ja mittauspöytäkirjat tuloksineen on liitteen 4 sivuilla 2 ja 3.



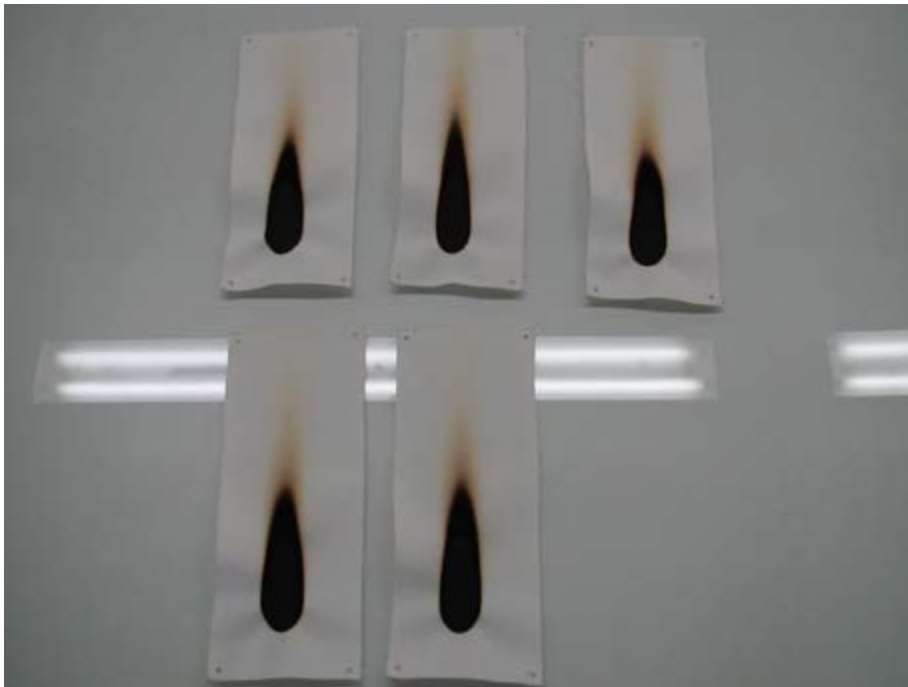
KUVA 15. 175 g/l ja 100 g/l FLOVAN CGN -liuoksilla käsitelyjen palttinakankaiden näytesarjat (kuva: Silja Ritanen)

Verrattaessa laimeammalla FLOVAN-pitoisuudella käsiteltyä palttinaa ja käsittelemättöä keskenään, huomataan, että kovin suurta eroa syttymisajassa ei ole. Mutta käsitelty kangas ei kuitenkaan palanut olemattomiin kuten käsittelemätön. On myös hyvä huomioida, että 175 g/l:lla liuoksella käsitelty kangas syttyi, mutta 250 g/l:lla käsitelty ei.

Voidaan siis todeta, että pienelläkin aineen määrällä lisäyksellä saadaan palosuojauksesta hieman kestävämpi.

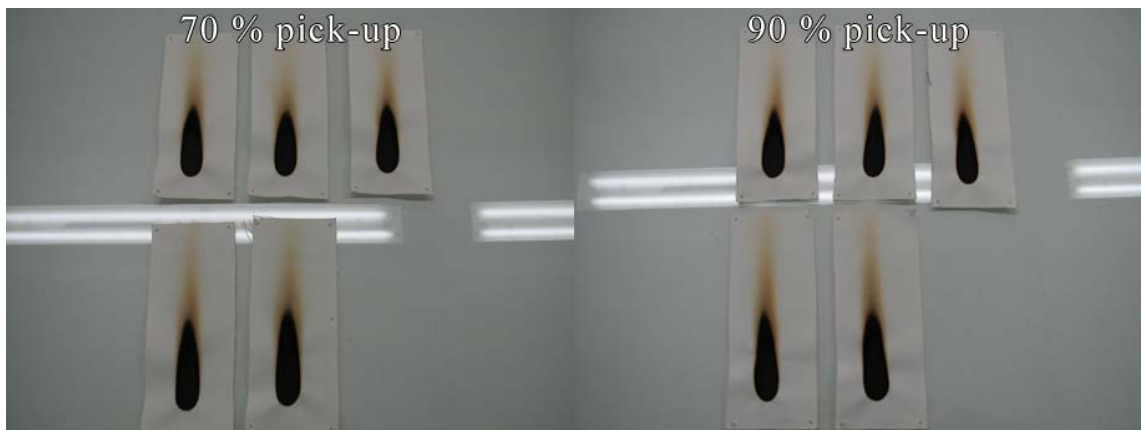
Panamakankaan palokäyttäytyminen oli hyvin pitkälti samankaltaista kuin palttinallakin. Käsittelemätön kangas syttyi noin 5 sekunnissa ja paloi täysin. Mittauspöytäkirja on liitteenä 5

Kuvassa 16 on APYROL BKW:llä käsitellyn panamakankaan näytteet. Kuten liitteenä 6 olevasta mittauspöytäkirjasta voidaan havaita, kangas ei syttynyt 20 sekunnin maksimijaksolla, mutta palosuoja-aine vaikutti palavan jättäen jälkeensä mustan jäljen liekin kosketuspinnan kohdalle.



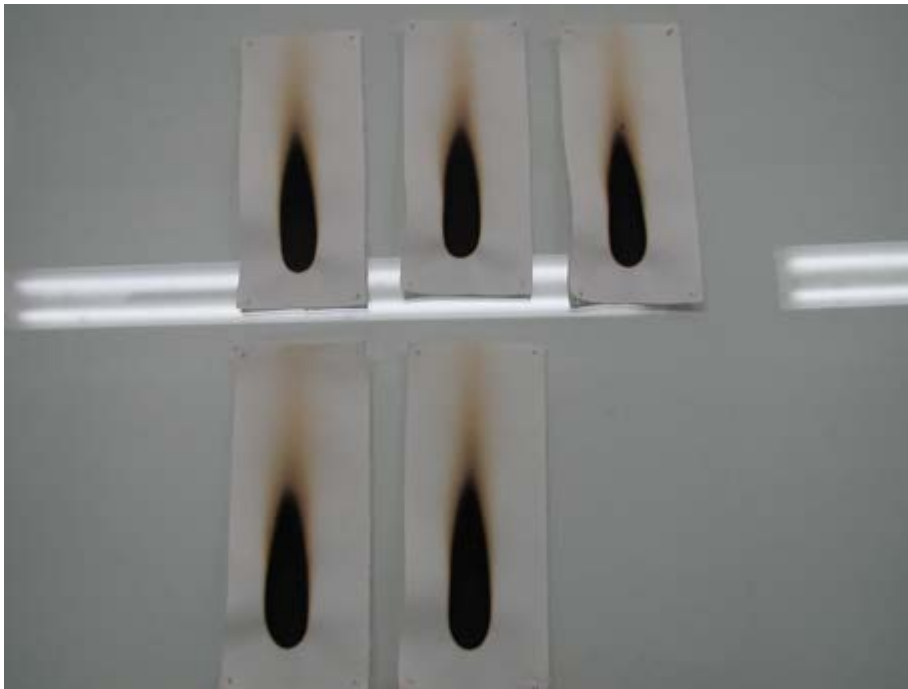
KUVA 16. APYROL BKW:llä käsitellyn panaman näytteet (kuva: Silja Ritanen)

Kuvassa 17 vasemmalla on FLAMEGARD PENTA:lla käsitellyn, 70 % pick-up tavoitteena olleen panaman näytteet. Nämäkään eivät syttyneet maksimisytytysajalla. Samoin kävi kuvassa oikealla esitetyille 90 % pick-up:in näytteille. Näiden mittauspöytäkirjat ovat liitteenä 7.



KUVA 17. FLAMEGARD PENTA:lla käsitellyn panaman näytesarjat (kuva: Silja Ritanen)

Seuraavassa kuvassa 18 on 250 g/l FLOVAN CGN -liuoksella viimeistellyn panamankankaan näytesarja. Yksikään ei syttynyt, kuten liitteenä 8 olevasta mittauspöytäkirjastakin käy ilmi.



KUVA 18. 250 g/l FLOVAN CGN:llä käsitellyn panaman näytesarja (kuva: Silja Ritänen)

Alhaisemmilla FLOVAN CGN -pitoisuuksilla käsiteltyjen panamakankaiden näytesarjat ovat nähtävillä kuvassa 19 ja mittauspöytäkirjat ovat liitteen 8 sivuilla 2 ja 3. Kuten kuvasta sekä mittauspöytäkirjasta voi havaita, 175 g/l liuoksella viimeistellyn kankaan sarja ei syttynyt, eikä juuri poikennut palokäyttäytymiseltään 250 g/l -pitoisuudella käsitellystä.



KUVA 19. 175 g/l ja 100 g/l FLOVAN CGN -liuoksilla käsiteltyjen panamakankaiden näytesarjat (kuva: Silja Ritänen)

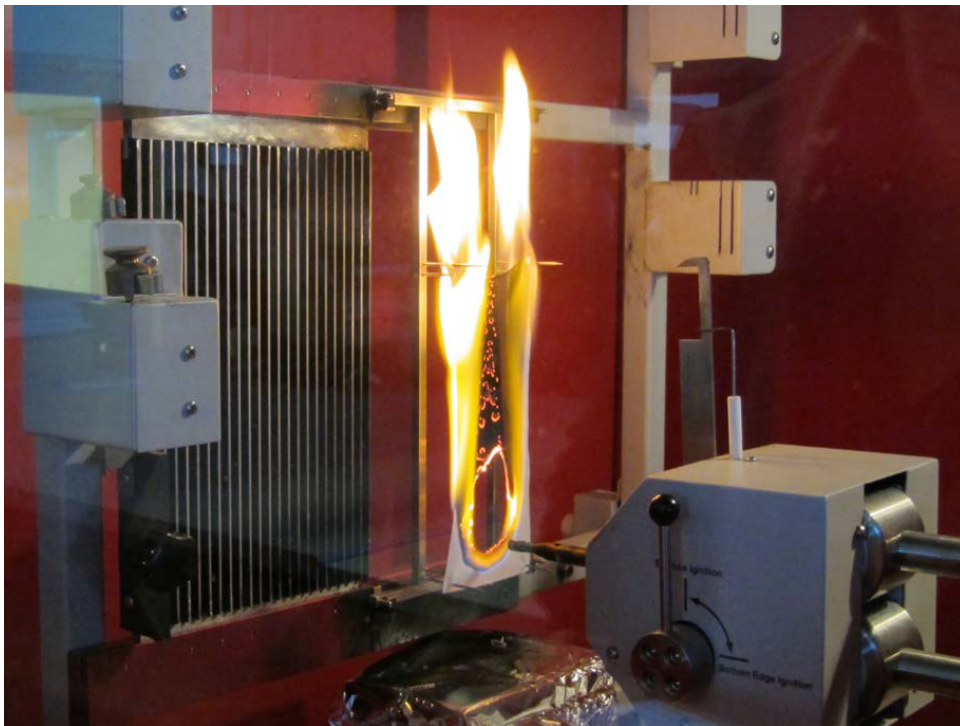
100 g/l on liian pieni pitoisuus jotta saadaan aikaan riittävä palosuojaus tälle kankaalle. Syttyminen tapahtui keskimäärin 5 sekunnissa, mikä ei eronnut käsittelemättömän pa-

naman syttymisajasta. Mutta eroten käsittelemättömän kankaan käyttäytymisestä, näistä jäi materiaalia jäljelle. Tummuneet alueet olivat kuitenkin erittäin hauraita.

10.2 Liekin leviäminen

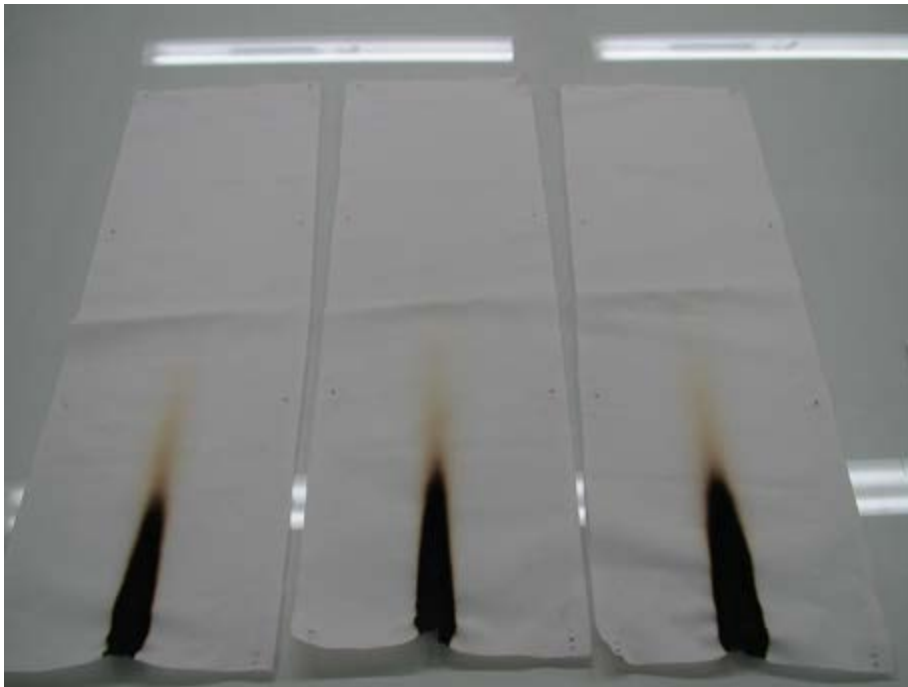
Kaikki liekin leviämisen testauksien mittauspöytäkirjat ovat liitteenä 9. Liite sisältää kaksi sivua.

Käsittelemättömässä palttinassa liekki levisi ensimmäiselle merkkilangalle noin 5,5 sekunnissa. Toisen merkkilangan se saavutti noin 7,9 sekunnissa ja kolmannen noin 10,4 sekunnissa. Kangas paloi täysin, kuten kuvasta 20 voidaan nähdä.



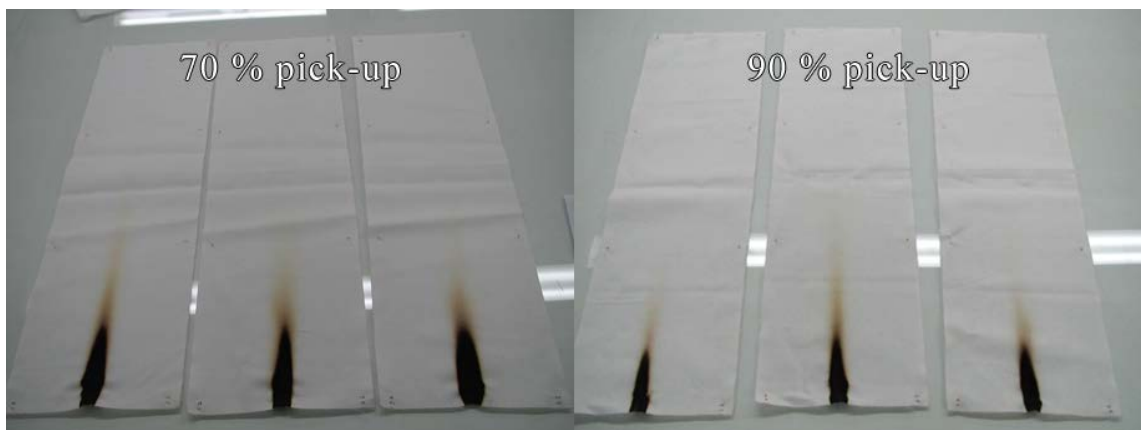
KUVA 20. Käsittelemätön palttina palaa SFS-EN ISO 6940 -standardin mukaisessa testauksessa (kuva: Silja Ritanen)

APYROL BKW:llä käsitellystä kankaasta leikatuissa näytteissä liekki ei lähtenyt leviämään. Kuten kuvasta 21 voidaan nähdä, pinta vain mustui liekin koskettamalta alueelta.



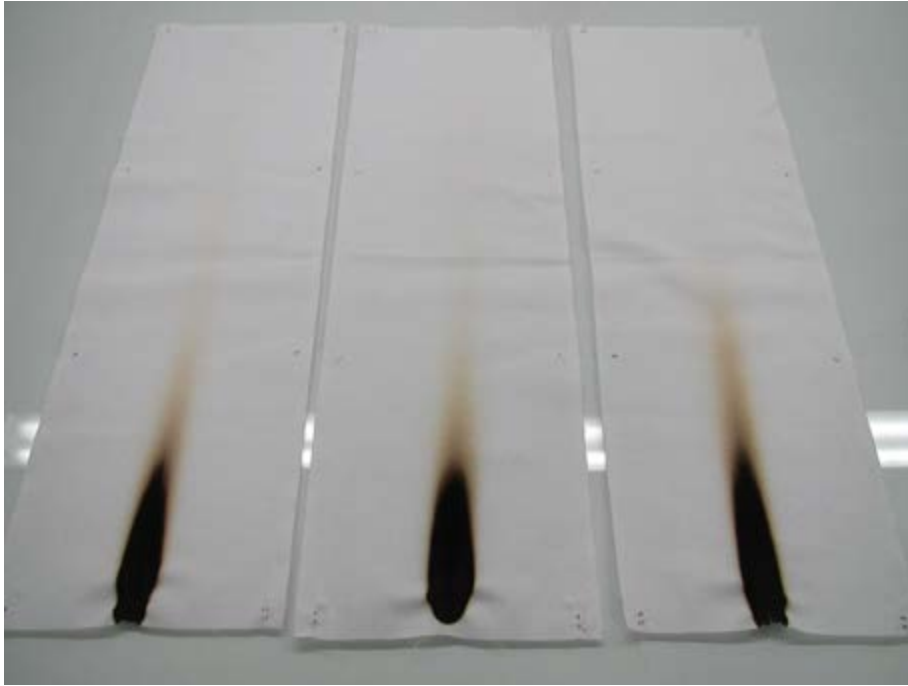
KUVA 21. APYROL BKW:llä käsitellyt palttinakankaat (kuva: Silja Ritanen)

Kumpikaan FLAMEGARD PENTA:lla käsittelyn näytesarjoista ei ylläpitänyt palamista eikä liekki siis levinnyt. Mutta kuten kuvasta 22 voidaan havaita, niillä näytteillä, joissa tavoitepick-up oli 90 %, on liekin mustaama alue hieman pienempi.



KUVA 22. FLAMEGARD PENTA:lla käsitellyn palttinan näytesarjat (kuva: Silja Ritanen)

250 g/l FLOVAN CGN pitoisuuden liuoksella viimeistellyn palttinan näytteet eivät palaaneet. Liekki ei edennyt kankaan pinnalla sytytyslähteen sammumisen jälkeen, mutta sen liekki jätti jälkeensä mustan jäljen (kuva 23).



KUVA 23. 250 g/l FLOVAN CGN:llä käsitellyt palttinakankaat (kuva: Silja Ritanen)

175 g/l FLOVAN CGN -liuoksella viimeistellyn kankaan näytesarja syttyi ja liekki levisi kankaan yläreunaan saakka. Ensimmäinen merkkilanka katkesi keskimäärin noin 6,3 sekunnin kuluttua aloituksesta. Toisen langan liekki saavutti noin 11 sekunnissa ja kolmannen langan se katkaisi noin 14,1 sekunnissa. Kangas ei palanut olemattomiin. Mustunut alue oli kuitenkin hyvin ohut ja hauras (kuva 24).



KUVA 24. 175 g/l FLOVAN CGN:llä käsitellyt palttinakankaat (kuva: Silja Ritanen)

100 g/l FLOVAN CGN:llä käsitellyt palttina-äyhteet paloivat täysin. Liekki levisi myös lähestulkoon yhtä nopeasti kuin käsittelemättömässäkin kankaassa. Ensimmäisen merkikilangan liekki nimittäin saavutti noin 5,7 sekunnissa. Toiselle langalle se eteni keskimäärin 8,3 sekunnissa ja viimeisen langan katkeamiseen kului keskimäärin noin 11,4 sekuntia aloituksesta.

10.3 Savuketesti

Menetelmän luonteesta johtuen tuloksista ei ole saatavilla kuvia. Mittauspöytäkirjat ovat kuitenkin liitteinä työn lopussa.

Käsittelemätön panamakangas ei syttynyt testattaessa. Savukkeen kydettyä loppuun havaittiin, ettei itse kangas jatkanut kyttemistä. Tämän testin mittauspöytäkirja on liitteenä 10.

Myös APYROL BKW:llä palosuojattu kangas ei syttynyt kytevän savukkeen vaikutuksesta. Tämän testauksen tarkemmin eritelty arviointi on liitteen 11 mittauspöytäkirjassa.

Kuten seuraavasta kuvasta 25:kin voi havaita, FLAMEGARD PENTA:lla käsitelty, 70 % pick-up tavoitteena ollut, näytekangas ei syttynyt. Savukkeen palettua loppuun, kytteminenkin loppui. Kangas mustui vain savukkeiden ympäriltä. Mittauspöytäkirja on liitteenä 12.



KUVA 25. Sammuineet savukkeet FLAMEGARD PENTA:lla viimeistellyn kankaan päällä (kuva: Silja Ritanen)

Sen näytteen, jossa suoja-aineena oli FLAMEGARD PENTA ja pick-up tavoitteena 90 %, palokäyttäytyminen oli samanlaista kuin toisellakin FLAMEGARD PENTA -näytteellä. Tämän mittauspöytäkirja on liitteenä 13.

250 g/l -pitoisuuksisella FLOVAN CGN:llä käsitellyn kankaan käyttäytyminen oli samanlaista kuin FLAMEGARD PENTA:lla suojattujen. Kytminen ei enää jatkunut savukkeen sammuttua. Testin mittauspöytäkirja on liitteenä 14. Laimeammilla FLOVAN CGN -pitoisuuksilla (175 g/l ja 100 g/l) suojatuille näytteille ei myös aiheutunut suurempaa vahinkoa, sillä nämäkään eivät syttyneet savukkeista. Näiden kahden viimeisen näytteen mittauspöytäkirjat ovat liitteinä 15 ja 16.

11 POHDINTA

Suomen lainsäädännössä ei ole minkäänlaisia yleispäteviä määräyksiä julkisten tilojen tekstiilien paloturvallisuusvaatimuksista. Erilaisia suosituksia on kyllä olemassa, mutta on hyvin pitkälti kunkin tilan palotarkistajan määrättävissä, minkä tason paloturvallisuutta tekstiileiltä vaaditaan.

Paloturvallisuusluokkia on myös erilaisia. Suomessa yleisimmin käytössä ovat SL-luokituksen mukaiset palosuojaluokat, mutta joissakin tiloissa sovelletaan muita luokituksia. Eri puolilla Eurooppaa on myös käytössä erilaisia luokkia, jotka osittain vastaavat SL-luokitusta, mutta eivät kuitenkaan täysin.

Pehmustetuille istuinhuonekaluille voidaan savuketestin SFS-EN 1021-1 perusteella antaa SL 2 -luokitus, mikäli ne eivät syty savukkeesta. Tämä toteutui jokaisen palosuojatun panamakankaan kohdalla. Jotta SL 1 -luokitus voitaisiin antaa, tulisi materiaalin läpäistä standardin SFS-EN 1021-2 mukainen testi, jossa sytytyslähteenä on liekki. Tätä ei kuitenkaan ollut mahdollista suorittaa.

Verhoille SL 2-luokitus voidaan antaa, jos standardin SFS-EN 1102 testissä toteutuu ehto ”palamisaika 520 mm matkalla on yli 15 s, ei tipu palavia pisaroita”. Tätä testiä varten kangas olisi pitänyt pestä. Pesua ei kuitenkaan voida näillä aineilla käsitellyille kankaille suorittaa, sillä suojaus ei ole vesipesunkestävä. Edellä mainittu standardi pohjautuu standardiin SFS-EN ISO 6941, jota myös tässä työssä käytettiin.

Testauksista kävi ilmi, että palosuojaa-aineen pitoisuus on yllättävänkin tarkka, jotta saadaan aikaan riittävä palosuojaus puuvillakankaille. Suhteellisen pienikin pitoisuuden alentaminen aiheuttaa tekstiilin syttymisen. Eri aineiden välillä ei ilmennyt havaittavia eroavaisuuksia niiden tehossa. Riittäväillä pitoisuuksilla, jokainen näistä aineista onnistuu tekemään puuvillakankaasta syttymättömän.

Panamakankaalle jokainen näistä kolmesta aineesta (APYROL BKW, FLAMEGARD PENTA, FLOVAN CGN) kykenee antamaan SL 2 -luokan mukaisen palonsuojan. Mutta tulee kuitenkin huomioida se, että käsittelemätönkin panamakangas läpäisi suoritettun

savuketestin syttymättä. Tämä tarkoittaa sitä, että vuodevaate- ja istuinhuonekalukäytössä voidaan kangas suojaamattomanakin luokitella heikosti syttyväksi.

Epävirallisesti voidaan myös todeta, että aineilla on mahdollista saavuttaa palttinakan-kaalle verhokäytössä SL 2 -luokitus, mutta vain tarpeeksi korkeilla pitoisuuksilla.

Työssä olisi ehkä ollut mielekästä myös etsiä kullekin palosuoja-aineelle se minimipitoisuus, jolla SL 2 -luokitus voitaisiin saavuttaa. Ajan puutteessa tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista.

LÄHTEET

Aitoon lipputehdas ja tekstiilipaino verkkokauppa. Tekstiilivärit ja painopalvelut. Luettu 11.3.2014.

<http://www.aitoonlipputehdas.fi>

Boncamper, I. 2011. Tekstiilioppi. Kuituraaka-aineet. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

CHT R. Beitlich GMBH 2007. APYROL BKW.

Harjoitus 3 - 2.1.1.3 Fulardivärjäys (jatkuvatoiminen värjäys). Värjäys ja viimeistys -kurssin kurssimateriaali. Moniste.

Helminen, K. 2013. Yritys vetää digitaalisen tekstiilitulostuksen tulevaisuus -projektia. Sydän-Hämeen Lehti. Luettu 10.3.2014.

Huntsman Textile Effects GmbH 2007. FLOVAN® CGN non-durable flame retardant.

Inspecta 2012. TSL 23-05 Tekstiilien paloteknisten ominaisuuksienmukainen luokitus ja tuotemerkinnät.

Nurminen, M. 2002. Kudotun kankaan sidos. Luettu 30.3.2014.

<http://teeitse.punomo.fi/home/mhnurmin/>

Ohje sisusteiden paloturvallisuudesta. Julkaisusarja A:56. 1998. Sisäasiainministeriö Pelastusosasto. Helsinki: Edita.

Printscorpio Oy. www-sivut. Luettu 11.3.2014.

<http://www.lipputehdas.fi/>

Ryynänen, T. 2013. Sisusteiden uusittu syttyvyysluokitus ja ohje paloturvallisuudesta. Tekstiililehti 76 (6), 22–24.

Ryynänen, T., Kallonen, R. & Ahonen, E. 2001 Palosuojatut tekstiilit. Ominaisuudet ja käyttö. VTT tiedotteita 2116. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT. Espoo.

Salonen, J. 2013. Printscorpio satsaa luonnonkuitujen digitaalitulostukseen. Sydän-Hämeen Lehti. Luettu 10.3.2014.

<http://shl.fi/2013/11/11/printscorpio-satsaa-luonnonkuitujen-digitaalitulostukseen/>

Salonen, J. 2014. Printscorpio 30 vuotta: Paitapainosta tekstiilin moniosaajaksi. Sydän-Hämeen Lehti. Luettu 10.4.2014.

<http://shl.fi/2014/04/09/juhliin-tuli-vieraita-avoimien-ovien-taydelta/>

Schindler, W. D. & Hauser, P. J. 2004. Chemical Finishing of Textiles. Iso-Britannia: Woodhead Publishing Ltd.

SFS 5464. Tekstiilit. Palo-ominaisuudet. Syttyminen ja liekin leviäminen. 1989. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN ISO 6940. Tekstiilit. Palo-ominaisuudet. Syttymisherkkyyden määrittäminen pystysuorilla näytteillä. 2004. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1021-1 Furniture. Assessment of the ignitability of upholstered furniture. Part 1: Ignition source smouldering cigarette. 2006. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

SFS-EN 1102. Tekstiilit ja tekstiilituotteet. Palo-ominaisuudet. Verhot. Erityismenettely määritettäessä liekin leviämistä pystysuorilla näytteillä. 1996. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Sisusteiden paloturvallisuus. Julkiset tilat. 2012. Rakennustietosäätiö RTS.

TANATEX Chemicals 2007. FLAMEGARD® PENTA.

LIITTEET

Liite 1. Syttymisherkkyys. Palttina, käsittelemätön kangas

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	2	X
2	1	0
3	2	X
4	1	0
5	2	X
6	1	0
7	2	0
8	3	X
9	2	X
10	1	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
3	1	0
2	4	1
1	0	4

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: 1,7 s \approx 2,0 s

Liite 2. Syttymisherkkyys. Palttina, APYROL BKW

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

Liite 3. Syttymisherkkyys. Palttina, FLAMEGARD PENTA

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

70 % pick-up

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

90 % pick-up

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

Liite 4. Syttymisherkkyys. Palttina, FLOVAN CGN

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

Pitoisuus 250 g/l

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

Pitoisuus 175 g/l

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	4	X
2	3	X
3	2	0
4	3	X
5	2	0
6	3	X
7	2	0
8	3	X
9	2	0
10	3	X
11	2	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
4	1	0
3	5	0
2	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: 2,5 s \approx 3,0 s

Pitoisuus 100 g/l

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	3	X
2	2	X
3	1	0
4	2	0
5	3	X
6	2	X
7	1	0
8	2	X
9	1	0
10	2	X
11	1	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
3	2	0
2	4	1
1	0	1

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: 1,7 s \approx 2,0 s

Liite 5. Syttymisherkkyys. Panama, käsittelemätön kangas

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	5	X
2	4	0
3	5	0
4	6	X
5	5	0
6	6	X
7	5	X
8	4	0
9	5	X
10	4	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
6	2	0
5	3	2
4	0	3

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: 4,9 s \approx 5,0 s

Liite 6. Syttymisherkkyys. Panama, APYROL BKW

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

Liite 7. Syttymisherkkyys. Panama, FLAMEGARD PENTA

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasyytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

70 % pick-up

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

90 % pick-up

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

Liite 8. Syttymisherkkyys. Panama, FLOVAN CGN

Standardi	SFS-EN ISO 6940 Syttymisherkkyuden määrittäminen pystysuorilla näytteillä
Menetelmä	Pintasytytys
Laite	SDL Atlas M233B AutoFlamm Tester
Kaasu	Nestekaasu
Testattu puoli	Oikea puoli (=pakan sisäpuoli)
Testattu suunta	Loimen suunta

Pitoisuus 250 g/l

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

Pitoisuus 175 g/l

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	20	0
2	20	0
3	20	0
4	20	0
5	20	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
20	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: Ei syttynyt 20 sekunnilla

Pitoisuus 100 g/l

Koepala	Liekin vaikutusaika (s)	Tulos (X) = syttyi (0) = ei syttynyt
1	5	X
2	4	0
3	5	X
4	4	0
5	5	X
6	4	0
7	5	X
8	4	0
9	5	X
10	4	0

Liekin vaikutusaika (s)	Syttymisten lukumäärä	Ei-syttymisten lukumäärä
5	5	0
4	0	5

Keskimääräinen syttymisaika loimen suuntaan: $4,5 \text{ s} \approx 5,0 \text{ s}$

FLAMEGARD PENTA, 70 % pick-up

	Loimen suunta								
Koepala	1			2			3		
Merkkilanka	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Merkkilangan katkeaminen	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
Aika (s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FLAMEGARD PENTA, 90 % pick-up

	Loimen suunta								
Koepala	1			2			3		
Merkkilanka	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Merkkilangan katkeaminen	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
Aika (s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FLOVAN CGN 250 g/l

	Loimen suunta								
Koepala	1			2			3		
Merkkilanka	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Merkkilangan katkeaminen	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
Aika (s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FLOVAN CGN 175 g/l

	Loimen suunta								
Koepala	1			2			3		
Merkkilanka	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Merkkilangan katkeaminen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Aika (s)	5,6	10,5	13,5	7,1	11,2	14,6	6,3	11,2	14,3

FLOVAN CGN 100 g/l

	Loimen suunta								
Koepala	1			2			3		
Merkkilanka	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Merkkilangan katkeaminen	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Aika (s)	5,7	7,9	11,4	5,9	8,8	11,6	5,4	8,2	11,1

Liite 10. Savuketesti. Panama, käsittelemätön kangas

Standardi	SFS-EN 1021-1
Savukemäärä	2
Sytytyslähde	Kytevä savuke
Esikäsitteily	Vakioilmastoitu (20°C, RH 65%, poikkeaa standardista), Ei suoritettu päällisen vesiliotusta
Testausolosuhteet	21,7 °C / RH 19,3 %

Testaustulokset (ei syttynyt, kytevä palo, liekehtiminen): **ei syttynyt**

	Savuke		Havainnot
	1	2	
Kytemisen kriteeri			
Vaarallista jatkaa testiä (3.1a)	Ei	Ei	
Testauskappale tuhoutunut (3.1b)	Ei	Ei	
Kytee reunoihin (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee läpi testauskappaleen (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee yli tunnin (3.1d)	Ei	Ei	
Lopputarkastuksessa havaittavissa aktiivista kytemistä (3.1e)	Ei	Ei	
Liekehtimisen kriteeri			
Liekkien esiintymistä (3.2)	Ei	Ei	

	Savuke	
	1	2
Savukkeeseen palamisaika (10 mm → 50 mm)	14 min 30 s	15 min 10 s

Huom. Materiaalia ei testattu vesiliotettuna. Materiaalinäytteiden vähäisen määrän vuoksi materiaalia ei saatu pingotettua testaustelineeseen standardin mukaisesti. Savukkeiden paloaika ei ollut standardin mukainen.

Liite 11. Savuketesti. Panama, APYROL BKW

Standardi	SFS-EN 1021-1
Savukemäärä	2
Sytytyslähde	Kytevä savuke
Esikäsitteily	Vakioilmastoitu (20°C, RH 65%, poikkeaa standardista), Ei suoritettu päällisen vesiliotusta
Testausolosuhteet	21,4 °C / RH 39,3 %

Testaustulokset (ei syttynyt, kytevä palo, liekehtiminen):

	Savuke		Havainnot
	1	2	
Kytemisen kriteeri			
Vaarallista jatkaa testiä (3.1a)	Ei	Ei	
Testauskappale tuhoutunut (3.1b)	Ei	Ei	
Kytee reunoihin (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee läpi testauskappaleen (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee yli tunnin (3.1d)	Ei	Ei	
Lopputarkastuksessa havaittavissa aktiivista kytemistä (3.1e)	Ei	Ei	
Liekehtimisen kriteeri			
Liekkien esiintymistä (3.2)	Ei	Ei	

	Savuke	
	1	2
Savukkeeseen palamisaika (10 mm → 50 mm)	19 min 10 s	16 min 10 s

Huom. Materiaalia ei testattu vesiliotettuna. Materiaalinäytteiden vähäisen määrän vuoksi materiaalia ei saatu pingotettua testaustelineeseen standardin mukaisesti. Savukkeiden paloaika ei ollut standardin mukainen.

Liite 12. Savuketesti. Panama, FLAMEGARD PENTA - 70 % pick-up

Standardi	SFS-EN 1021-1
Savukemäärä	2
Sytytyslähde	Kytevä savuke
Esikäsitteleminen	Vakioilmastoitu (20°C, RH 65%, poikkeaa standardista), Ei suoritettu päällisen vesiliotusta
Testausolosuhteet	23,0 °C / RH 22,0 %

Testaustulokset (ei syttynyt, kytevä palo, liekehtiminen): **ei syttynyt**

	Savuke		Havainnot
	1	2	
Kytemisen kriteeri			
Vaarallista jatkaa testiä (3.1a)	Ei	Ei	
Testauskappale tuhoutunut (3.1b)	Ei	Ei	
Kytee reunoihin (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee läpi testauskappaleen (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee yli tunnin (3.1d)	Ei	Ei	
Lopputarkastuksessa havaittavissa aktiivista kytemistä (3.1e)	Ei	Ei	
Liekehtimisen kriteeri			
Liekkien esiintymistä (3.2)	Ei	Ei	

	Savuke	
	1	2
Savukkeeseen palamisaika (10 mm → 50 mm)	15 min 30 s	15 min

Huom. Materiaalia ei testattu vesiliotettuna. Materiaalinäytteiden vähäisen määrän vuoksi materiaalia ei saatu pingotettua testaustelineeseen standardin mukaisesti. Savukkeiden palo-aika ei ollut standardin mukainen.

Liite 13. Savuketesti. Panama, FLAMEGARD PENTA - 90 % pick-up

Standardi	SFS-EN 1021-1
Savukemäärä	2
Sytytyslähde	Kytevä savuke
Esikäsitteleminen	Vakioilmastoitu (20°C, RH 65%, poikkeaa standardista), Ei suoritettu päällisen vesiliotusta
Testausolosuhteet	23,0 °C / RH 11,5 % (RH % poikkeaa standardista)

Testaustulokset (ei syttynyt, kytevä palo, liekehtiminen): **ei syttynyt**

	Savuke		Havainnot
	1	2	
Kytemisen kriteeri			
Vaarallista jatkaa testiä (3.1a)	Ei	Ei	
Testauskappale tuhoutunut (3.1b)	Ei	Ei	
Kytee reunoihin (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee läpi testauskappaleen (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee yli tunnin (3.1d)	Ei	Ei	
Lopputarkastuksessa havaittavissa aktiivista kytemistä (3.1e)	Ei	Ei	
Liekehtimisen kriteeri			
Liekkien esiintymistä (3.2)	Ei	Ei	

	Savuke	
	1	2
Savukkeeseen palamisaika (10 mm → 50 mm)	14 min 30 s	14 min

Huom. Materiaalia ei testattu vesiliotettuna. Materiaalinäytteiden vähäisen määrän vuoksi materiaalia ei saatu pingotettua testaustelineeseen standardin mukaisesti. Savukkeiden palo-aika ei ollut standardin mukainen.

Liite 14. Savuketesti. Panama, FLOVAN CGN 250 g/l

Standardi	SFS-EN 1021-1
Savukemäärä	2
Sytytyslähde	Kytevä savuke
Esikäsitteleminen	Vakioilmastoitu (20°C, RH 65%, poikkeaa standardista), Ei suoritettu päällisen vesiliotusta
Testausolosuhteet	23,0 °C / RH 20,0 %

Testaustulokset (ei syttynyt, kytevä palo, liekehtiminen): **ei syttynyt**

	Savuke		Havainnot
	1	2	
Kytemisen kriteeri			
Vaarallista jatkaa testiä (3.1a)	Ei	Ei	
Testauskappale tuhoutunut (3.1b)	Ei	Ei	
Kytee reunoihin (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee läpi testauskappaleen (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee yli tunnin (3.1d)	Ei	Ei	
Lopputarkastuksessa havaittavissa aktiivista kytemistä (3.1e)	Ei	Ei	
Liekehtimisen kriteeri			
Liekkien esiintymistä (3.2)	Ei	Ei	

	Savuke	
	1	2
Savukkeeseen palamisaika (10 mm → 50 mm)	17 min 20 s	12 min 40 s

Huom. Materiaalia ei testattu vesiliotettuna. Materiaalinäytteiden vähäisen määrän vuoksi materiaalia ei saatu pingotettua testaustelineeseen standardin mukaisesti. Savukkeiden palo-aika ei ollut standardin mukainen.

Liite 15. Savuketesti. Panama, FLOVAN CGN 175 g/l

Standardi	SFS-EN 1021-1
Savukemäärä	2
Sytytyslähde	Kytevä savuke
Esikäsitteleminen	Vakioilmastoitu (20°C, RH 65%, poikkeaa standardista), Ei suoritettu päällisen vesiliotusta
Testausolosuhteet	21,7 °C / RH 19,3 %

Testaustulokset (ei syttynyt, kytevä palo, liekehtiminen): **ei syttynyt**

	Savuke		Havainnot
	1	2	
Kytemisen kriteeri			
Vaarallista jatkaa testiä (3.1a)	Ei	Ei	
Testauskappale tuhoutunut (3.1b)	Ei	Ei	
Kytee reunoihin (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee läpi testauskappaleen (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee yli tunnin (3.1d)	Ei	Ei	
Lopputarkastuksessa havaittavissa aktiivista kytemistä (3.1e)	Ei	Ei	
Liekehtimisen kriteeri			
Liekkien esiintymistä (3.2)	Ei	Ei	

	Savuke	
	1	2
Savukkeeseen palamisaika (10 mm → 50 mm)	15 min 40 s	15 min

Huom. Materiaalia ei testattu vesiliotettuna. Materiaalinäytteiden vähäisen määrän vuoksi materiaalia ei saatu pingotettua testaustelineeseen standardin mukaisesti. Savukkeiden paloaika ei ollut standardin mukainen.

Liite 16. Savuketesti. Panama, FLOVAN CGN 100 g/l

Standardi	SFS-EN 1021-1
Savukemäärä	2
Sytytyslähde	Kytevä savuke
Esikäsitteily	Vakioilmastoitu (20°C, RH 65%, poikkeaa standardista), Ei suoritettu päällisen vesiliotusta
Testausolosuhteet	23,3 °C / RH 11,1 % (RH % poikkeaa standardista)

Testaustulokset (ei syttynyt, kytevä palo, liekehtiminen): **ei syttynyt**

	Savuke		Havainnot
	1	2	
Kytemisen kriteeri			
Vaarallista jatkaa testiä (3.1a)	Ei	Ei	
Testauskappale tuhoutunut (3.1b)	Ei	Ei	
Kytee reunoihin (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee läpi testauskappaleen (3.1c)	Ei	Ei	
Kytee yli tunnin (3.1d)	Ei	Ei	
Lopputarkastuksessa havaittavissa aktiivista kytemistä (3.1e)	Ei	Ei	
Liekehtimisen kriteeri			
Liekkien esiintymistä (3.2)	Ei	Ei	

	Savuke	
	1	2
Savukkeeseen palamisaika (10 mm → 50 mm)	14 min 55 s	17 min 10 s

Huom. Materiaalia ei testattu vesiliotettuna. Materiaalinäytteiden vähäisen määrän vuoksi materiaalia ei saatu pingotettua testaustelineeseen standardin mukaisesti. Savukkeiden paloaika ei ollut standardin mukainen.