
Menetelmäkehitys

Sisältö

Sisältö.....	1
1 Ulkotulien ja lämpökynttilöiden testit.....	2
1.1 Aineisto.....	2
1.1.1 Ulkotulet.....	2
1.1.2 Lämpökynttilät.....	2
1.2 Menetelmän kuvaus.....	2
1.2.1 Mittauslaitteisto.....	2
1.3 Tulokset.....	3
1.3.1 Ulkotulet.....	3
1.3.2 Lämpökynttilät.....	6
1.4 Johtopäätökset.....	10
1.5 Kuvia tuotteista palamisen aikana.....	11
2 Muovikuoristen lyhtyjien materiaalitestit.....	13
2.1 Tutkitut tuotteet.....	13
2.2 Suoritetut kokeet.....	14
2.2.1 UL 94 –vertikaalitestit.....	14
2.2.2 Testit ISO 6941 –polttimella näytepaloille.....	15
2.2.3 Testit ISO 6941 –polttimella kokonaisille muovikuorille.....	16
2.3 Johtopäätökset.....	18

1 Ulkotulien ja lämpökynttilöiden testit

1.1 Aineisto

1.1.1 Ulkotulet

Käytössä ollut aineisto menetelmän kehittämiseksi koostui ulkotulien osalta seuraavista tuotteista, jotka on esitetty taulukossa 1.1.

Taulukko 1.1. Menetelmällä testatut ulkotulet.

<i>Tuote (kuvan nro)</i>	<i>Halkaisija (mm)</i>	<i>Korkeus (mm)</i>	<i>Ilmoitettu paloaika</i>
A1 (1.10)	100	45	5 - 6 h
B1 (1.11)	100	35	4 - 5 h
C1 (1.12)	80	30	4 h
D1 (1.13)	155	75	10 h
E1 (1.14)	180	160	8 h

1.1.2 Lämpökynttilät

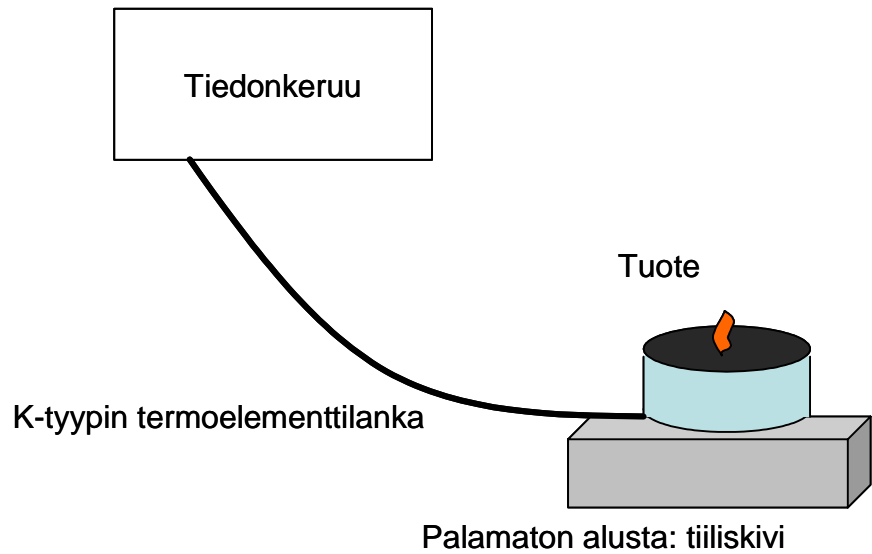
Lämpökynttilät *F* ja *G* olivat ulkoisilta mitoiltaan samankokoisia: halkaisija oli 36 mm ja korkeus 18 mm. Molempien paloajaksi oli ilmoitettu 4 h.

1.2 Menetelmän kuvaus

Koska kyseessä on tuotteen ympäristölle aiheuttama lämpörasitus, perustuvat mittaukset yksinkertaisesti lämpötilan mittaamiseen. Ulkotulien paloturvallisuutta ajatellen on välttämätöntä valita alustaksi palamaton materiaali. Tällä rajoituksella voidaan vaikuttaa ratkaisevasti palovaaran syntymiseen. Mahdollisen palovaaratilanteen synnyttävän alustamateriaalin (esim. puu) vuoksi on menetelmässä otettava huomioon tuotteen ympäristölle aiheuttama lämpörasitus, joka menetelmässä ei saa ylittää 350 °C:ta enempää kuin 5 minuutin aikajakson.

1.2.1 Mittauslaitteisto

Kuvassa 1.1 on esitetty menetelmän pääpiirteiset osat.



Kuva 1.1. Ulkotulille soveltuvan testausmenetelmän mittauslaitteisto.

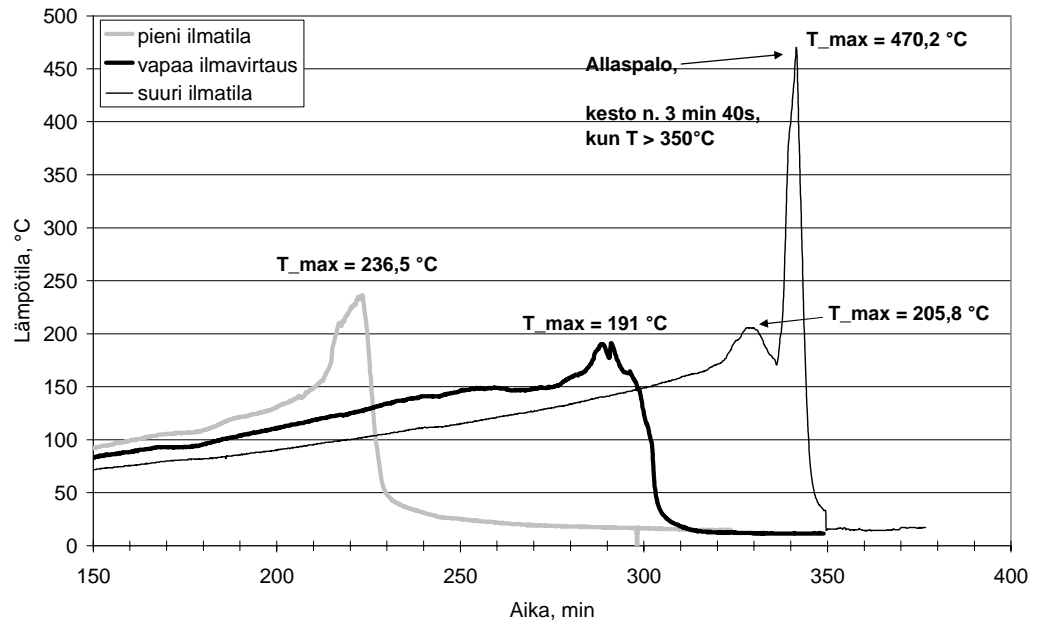
1.3 Tulokset

1.3.1 Ulkotulet

1.3.1.1 Pohjan alla olevan ilmatilan vaikutus mittaukseen

Ensimmäinen mielenkiinto kohdistui siihen miten mahdollisen alustan, jonka päällä palava tuote on, rakenne vaikuttaa lämmönsiirtymiseen pohjasta. Tuote *B1* asetettiin kolmella eri tavalla alustalle, joista yhdessä oli pienin ilmatila (korotusrenkaan päällä), toisessa suurin ilmatila tuotteen pohjan ja alustan välillä ja kolmannessa oli ilmatila tehty niin, että se mahdollisti jatkuvan ilmakierron pohjan alla. Kuvassa 1.2 on esitetty tämän kokeen tulokset graafisesti.

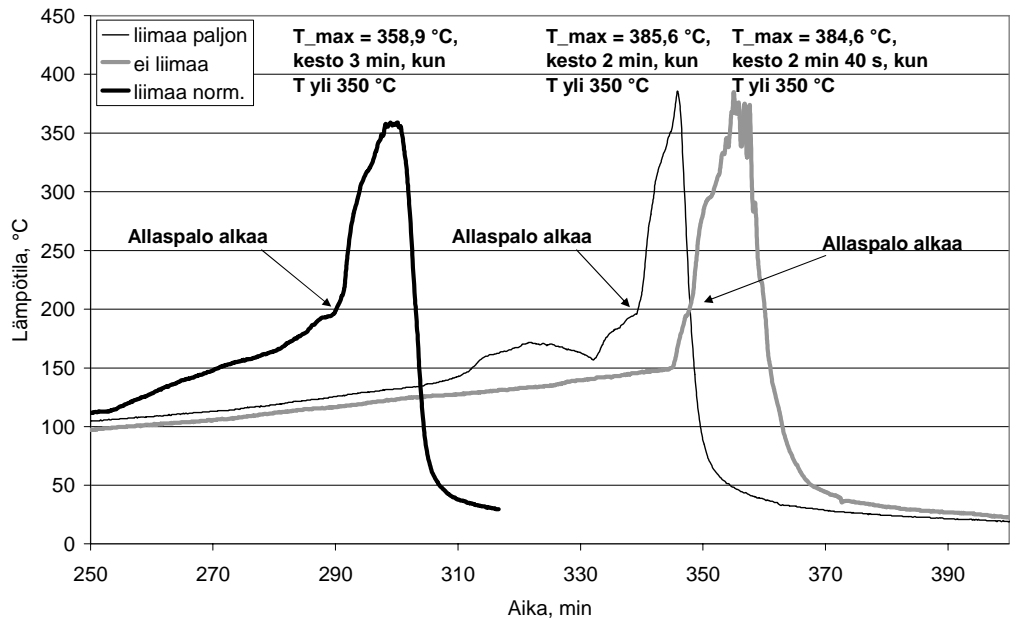
Kuten kuvasta 1.2. nähdään, on tuotteen alla olevalla ilmatilalla selvästi vaikutusta. Vapaan ilmavirtauksen ja korokerenkaan avulla tuetun tuotteen lämpötilaero on jopa noin 45 °C. Samasta kuvasta nähdään kuinka tuote, jonka alla on suurin ilmatila, menee aina allaspalovaiheeseen. Tämän tapauksen osalta ei kuitenkaan ylitetä ennakkoon asetettua raja-arvoa.



Kuva 1.2. Tuotteen alla olevan ilmatilan vaikutus mitattuun lämpötilaan.

1.3.1.2 Palamattoman liiman määrän vaikutus mittaukseen

Tuotteella A1 tutkittiin palamattoman liiman määrän vaikutusta termoelementtiliitokseen. Kahteen näytteeseen laitettiin eri määrä paloliimaa termoelementtiliitoksen ympärille ja yhden näytteen elementtiliitos oli ilman liimaa. Kuvassa 1.3 on näytetty tulokset tästä kokeesta.

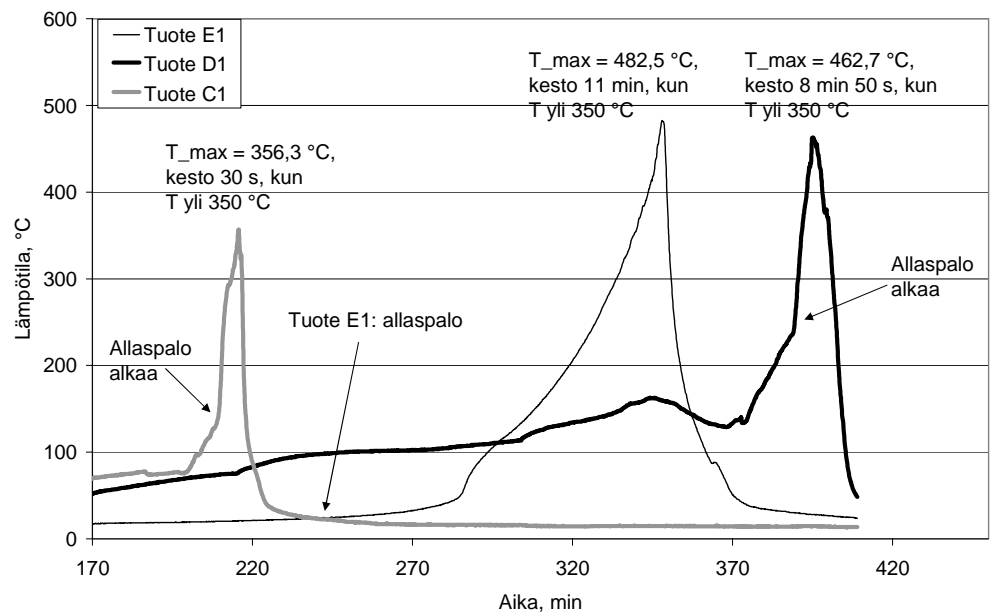


Kuva 1.3. Palamattoman liiman määrän vaikutus mittaustulokseen. Kaikissa mittauksissa on käytetty pientä ilmatilaa.

Kuvan 1.3. tulos näyttää selvästi, ettei liiman määrällä ole vaikutusta mittaustulosta vääristävänä tekijänä. Lisäksi samaisesta kokeesta voidaan sanoa, etteivät myöskään tuotteen *A1* ulkotulet ylittäneet asetettua raja-arvoa.

1.3.1.3 Muut mittaustulokset

Muut tuotteet; *C1*, *D1* ja *E1*, testattiin tämän menetelmän mukaisesti seuraavaksi. Näistä ensin mainitussa käytettiin korokerengasta, kun taas muissa oli jo valmiina pohjan korotus. Kuvassa 1.4 on esitetty tulokset näiden kolmen tuotteen osalta.

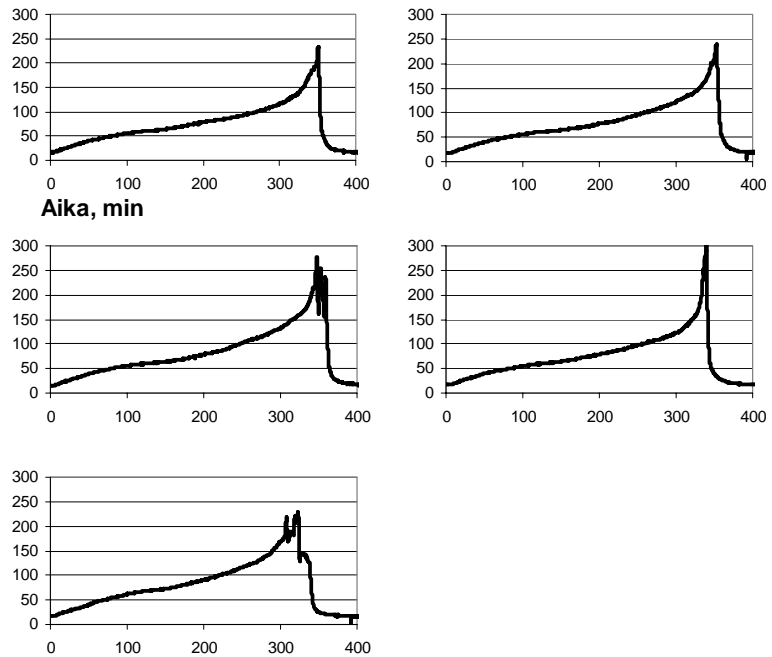


Kuva 1.4. Tuotteiden *C1*, *D1* ja *E1* mittaustulokset.

Isojen ulkotulien osalta (*D1* ja *E1*) voidaan sanoa kuvan 1.4 perusteella, että näillä raja-arvo ylittyi selvästi. Huomattavasti pienemmän ulkotulen *C1* osalta allaspalovaihe ja sitä kautta lämpötilarajan 350 °C ylittyminen ovat todella pieniä.

1.3.1.4 Menetelmän toistettavuus

Menetelmän toistettavuutta testattiin tuotteella *B1*, josta mitattiin viisi rinnakkaismittausta. Tulokset ovat kuvassa 1.5.

Lämpötila, °C

Kuva 1.5. Viiden rinnakkaismittauksen lämpötilakuvaajat.

Kuten kuvasta 1.5. nähdään, saadaan viidellä mittauksella riittävä otos tuotteen lämpötilakäytöksestä. Kuvasta nähdään myös, että lämpötilan kasvaessa hajonnan osuus suurenee. Tällä tuotteella ei saavutettu allaspalotilannetta, minkä vuoksi lämpötila-arvot jäivät selvästi alle 350 °C:een.

Taulukosta 1.2 nähdään miten tuotteen koko vaikuttaa palamisen kestoon.

Taulukko 1.2. Mitattujen ulkotulien maksimilämpötilat ja kestot kun lämpötila $T > 350$ °C.

<i>Tuote (kuvan nro)</i>	<i>T_{max}</i>	<i>Kesto, kun T > 350 °C (min)</i>	<i>Halkaisija (mm)</i>	<i>Korkeus (mm)</i>
A1 (1.10)	385,6	3	100	45
B1 (1.11)	470,2	3,7	100	35
C1 (1.12)	356,4	0,5	80	30
D1 (1.13)	462,8	8,8	155	75
E1 (1.14)	482,5	11	180	160

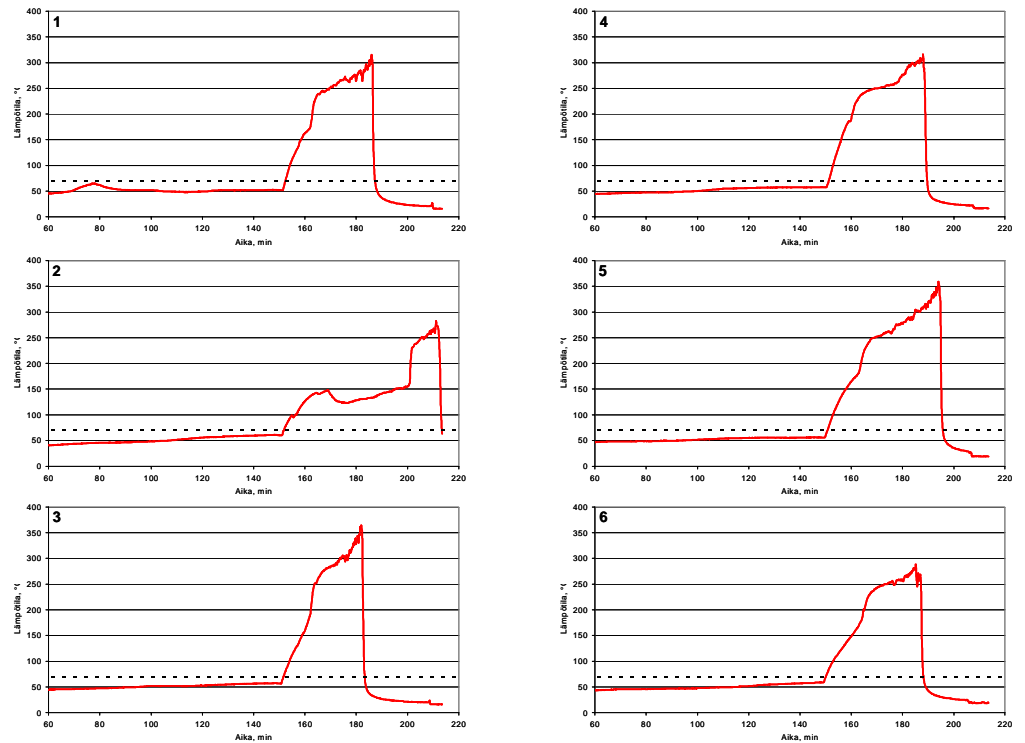
1.3.2 Lämpökynttilät

Lämpökynttilöistä mitattiin myös pohjan lämpötilaa samalla menetelmällä kuin ulkotulille tehdyt mittaukset. Lämpökynttilälle ei tarvinnut valmistaa erikseen korokerengasta, koska termoparilankana käytettiin ohuempaa 0,2 mm:n lankaa, joka mahtui kulkemaan lämpökynttilän omien jalkojen alta hyvin.

Lämpökynntilöille tehty mittaus poikkesi ulkotulien osalta siinä, että tuotteeseen aiheutettiin keinotekoinen allaspalo tulitikulla, kun tuote oli palanut n. 2 h 30 min.

Lämpökynntilöiden ennalta määrätty raja-arvot ovat 70 °C normaalipalossa ja 300 °C allaspalossa. Näissä rajoissa ei ole aikatekijää mukana.

Lämpökynntilöitä *F* ja *G* testattiin kuudella rinnakkaismittauksella. Kuvassa 1.6 on esitetty tuotteen *F* lämpötilakuvaajat.

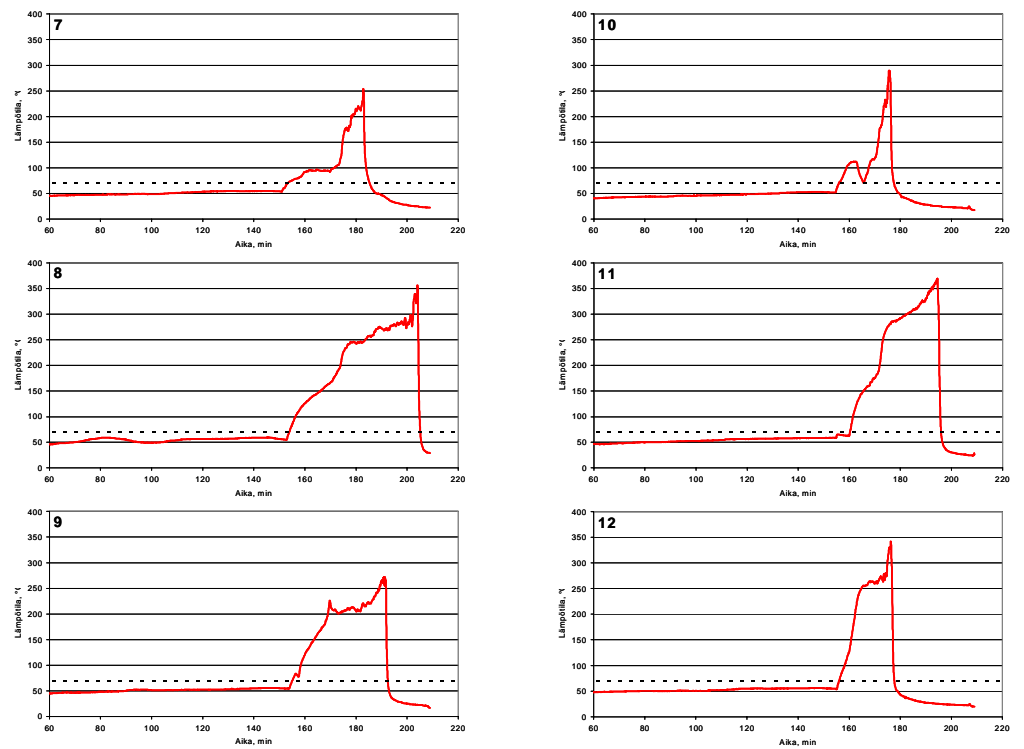


Kuva 1.6. Lämpökynntilän F rinnakkaismittauksien lämpötilakuvaajat. Katkoviiva kuvastaa normaalipalon raja-arvoa 70 °C.

Kuvassa 1.7 on puolestaan tuotteen *G* lämpötilakuvaajat.

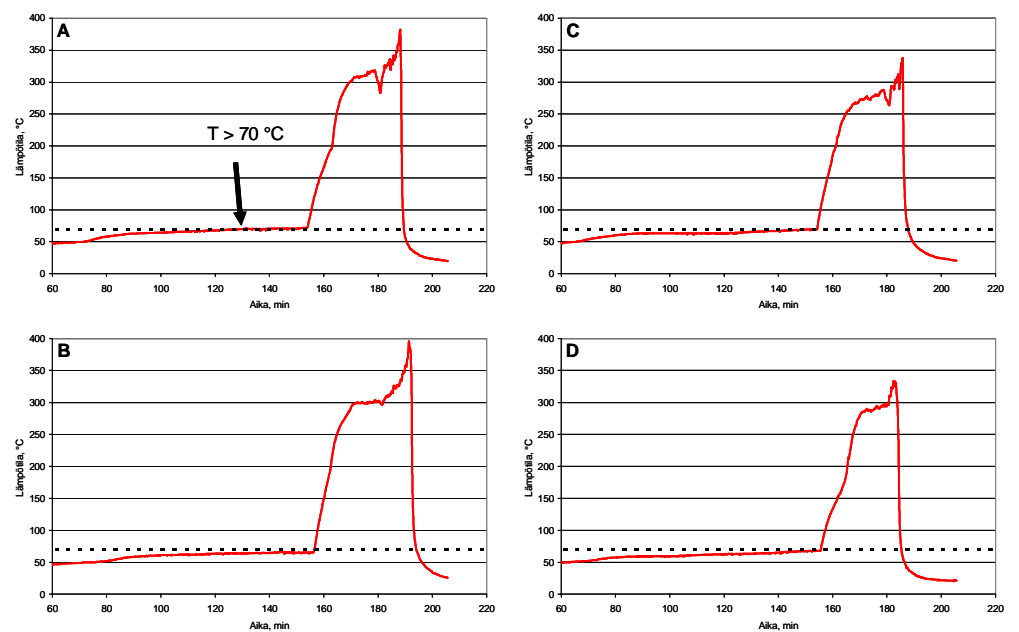
Sekä kuvasta 1.6 että 1.7 voidaan havaita, ettei mikään tuote ylittänyt normaalipalon rajaa 70 °C. Sen sijaan allaspalon raja 300 °C ylittyi noin puolella kummastakin näytteestä.

LIITE 4



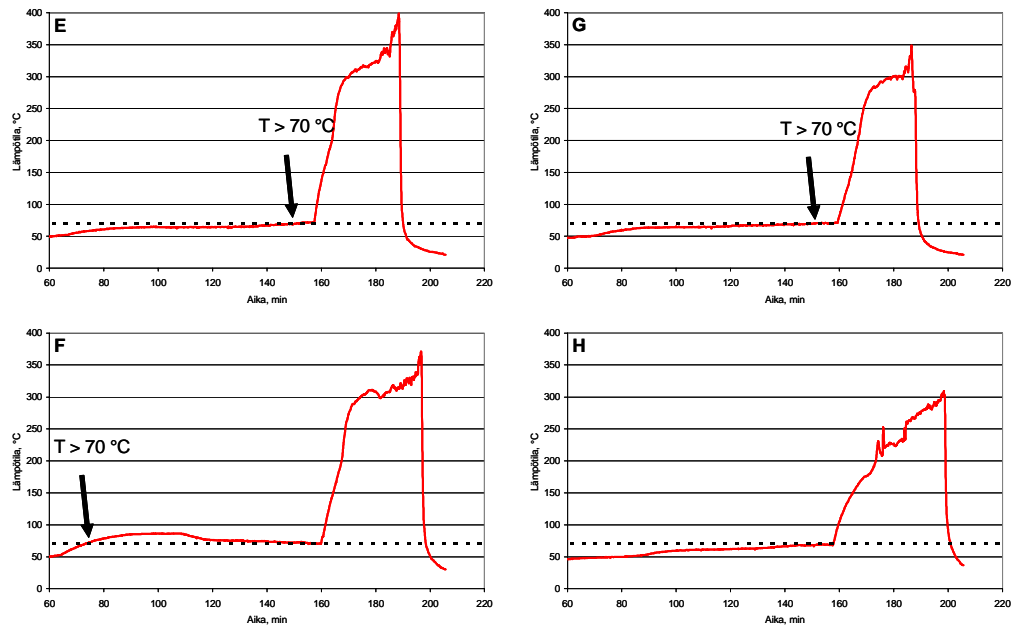
Kuva 1.7. Lämpökenttilän G rinnakkaismittauksien lämpötilakuvaajat. Katkoviiva kuvastaa normaalipalon raja-arvoa 70 °C.

Edellä olevien kuvien perusteella lämpökenttilöitä poltettiin puualustalla, josta saataisiin informaatio mahdollisesta aika-altistuksesta. Kuvissa 1.8 ja 1.9 on esitetty tämän kokeen kuvaajat.



Kuva 1.8. Tuotteiden F ja G lämpötilakuvaajat. Alustana vanerilevy.

LIITE 4



Kuva 1.9. Tuotteiden F ja G lämpötilakuvaajat. Alustana mäntylauta.

Kuvien 1.8 ja 1.9 osalta voidaan sanoa, että yhdessäkään kokeessa puualusta ei syttynyt palamaan, vaikkakin puualustan hiiltymisen jäljet oli nähtävillä, joten vastaavanlaista aikatekijää ei tarvita lämpötilarajojen uudelleen asettamiseksi.

Taulukkoon 1.3 on koottu yksityiskohtaisemmin tietoa edellä olevista kuvista 1.6 – 1.9.

Taulukko 1.3. Lämpökynttiläkokeiden mittaustuloksia kuviin 1.6 – 1.9. liittyen.

Näyte	aika > 70 °C (min)	T _{max} norm. palo, jos yli 70 °C	T _{max} allaspalo	Kesto yli 300 °C (min)	Kesto yli 350 °C (min)	Alusta	Tuote
A	22,7	71,8	381,4	18,7	1	vaneri	F
B	-	-	395,4	20,2	2,2	vaneri	F
C	-	-	337,6	1	-	vaneri	G
D	-	-	333,6	3	-	vaneri	G
E	6	71,8	399,3	18,7	3	lauta	G
F	86,3	86,6	371,5	22,3	1,2	lauta	G
G	8,3	71,6	348,8	5,3	-	lauta	F
H	-	-	309,1	1,3	-	lauta	F
1	-	-	315	1,3	-	tiili	F
2	-	-	282,5	-	-	tiili	F
3	-	-	363,9	8,5	0,7	tiili	F
4	-	-	315,5	2,8	-	tiili	F
5	-	-	358,9	9,8	0,5	tiili	F
6	-	-	288,5	-	-	tiili	F
7	-	-	254	-	-	tiili	G
8	-	-	356,4	1,7	0,2	tiili	G
9	-	-	271,9	-	-	tiili	G
10	-	-	289,8	-	-	tiili	G
11	-	-	369,5	12	2,3	tiili	G
12	-	-	341,4	1,5	-	tiili	G

Alustalla on selvästi vaikutusta lämpötilakäytökseen (taulukko 1.3), sillä puolet lämpökynntilöistä ylitti normaalipalon rajan, kun alustana oli puu. Myös alustan lämpörasitus on pitempikestoisempi, kun käytetään puualustaa. Menetelmän mukaisesti toimittaessa voidaan näytteiden A...H tarkastelu jättää huomiotta, sillä menetelmässä alustana käytetään pelkästään palamatonta alustaa – tiiliskiveä.

Taulukon 1.3 perusteella voidaan lämpökynntilöille asettaa uudet rajat allaspalovaiheelle, sillä yli puolet näytteistä ylitti rajan 300 °C. Uudeksi kriteeriksi ehdotetaan samaa kuin ulkotulille eli että pohjasta mitattu lämpötila ei ylitä 350 °:ta pidempään kuin 5 minuutin ajan.

Näin ollen tuotteelle *F* keskiarvoksi saataisiin 327,2 °C ja tuotteelle *G* 308,3 °C. Arvot on siis laskettu taulukon näytteille 1...12 ottamalla kustakin näytteestä viisi ensimmäistä arvoa keskiarvoistukseen.

1.4 Johtopäätökset

Menetelmässä eräs huomio kohdistui termoelementtilangan kiinnittämiseen pohjaan niin, että toimenpide on mahdollista suorittaa helposti ja useaan kertaan. Kiinnitysratkaisut niin foliokuorisille kuin metallikuorisille ulkotulille osoittautuivat erittäin toimiviksi. Myös lämpökynntilälle toteutettu termoelementin kiinnitysratkaisu toimi hyvin.

Kun tutkittiin tiivistemateriaalina toimivan palamattoman liiman lämmönjohtavuutta, ei tuloksissa havaittu liimalla olevan vaikutusta mittaustuloksiin.

Tuotteen asentaminen alustalle on sen sijaan tärkeää. Tutkimuksessa lämpötila-arvoilla havaittiin olevan eroavaisuuksia, kun ulkotulet oli asetettu erilaisilla pohjan ja alustan välisen ilmatilan mukaan. Tehdystä kokeesta saadaan jatkossa sama informaatio kuin, jos tuote olisi asetettu suoraan alustalle ilman ilmatilaa.

Tuotteen koon vaikutus näkyi suoraan paloajassa. Raja-arvoa ei ylitetty kuin ainoastaan suurimpien ulkotulien osalta. Näissä myös saavutettiin suurimmat lämpötilat. Suurimmille ulkotulille (halkaisija 15 – 20 cm) kaksoispohjan asentaminen vähentäisi lämpörasitetta alustaan.

Lämpökynntilöille allaspalovaiheelle ehdotetaan uutta lämpötilakriteeriä, koska 7/12 näytteistä ei täyttänyt aikaisempaa raja-arvoa 300 °C. Tässä ja liitteessä 5 esitettyjen tietojen perusteella lämpökynntilöiden allaspalovaiheen aikana mitatuille pohjan lämpötiloille esitetään samaa kriteeriä kuin ulkotulille, eli että lämpötila ei ylitä 350 °:ta pidempään kuin 5 minuutin ajan.

Sekä ulkotulien että lämpökynntilöiden rinnakkaismittausten määrä on oltava vähintään viisi (5) näytettä, johtuen lämpötila-arvojen suuresta hajonnasta.

1.5 Kuvia tuotteista palamisen aikana



Kuva 1.10. Tuote A1 normaali- ja allaspalon aikana.



Kuva 1.11. Tuote B1 normaalipalon aikana.



Kuva 1.12. Tuote C1 normaali- ja allaspalon aikana.



Kuva 1.13. Tuote D1 normaali- ja allaspalon aikana.



Kuva 1.14. Tuote E1 normaali- ja allaspalon aikana.



Kuva 1.15. Lämpökynntilä normaali- ja allaspalon aikana.

2 Muovikuoristen lyhtyjen materiaalitestit

2.1 Tutkitut tuotteet

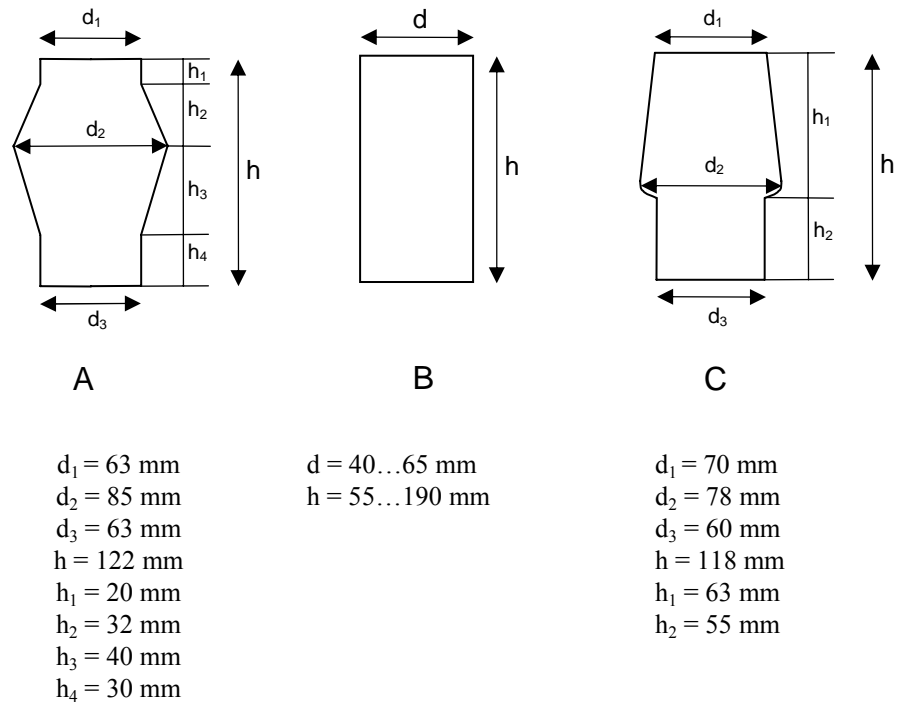
Muovikuoristen lyhtyjen kuorimateriaalille soveltuvaa testiä etsittäessä tutkittiin taulukossa 2.1 ja kuvassa 2.1 esiteltyjä tuotteita. Tuotevalikoimassa oli hauta- ja puutarhalyhtyjä, lyhtykynttilä sekä polypropeenista (PP) valmistettuja kuppeja. Kokeita varten irrotettiin mahdollinen sadesuoja ja poistettiin kynttilämässä muovikuoren sisältä. Testeissä tarkasteltiin palosuojattujen ja palosuojaamattomien muovikuorten eroja.

Taulukko 2.1. Muovikuoristen lyhtyjen materiaalitesteissä tutkitut tuotteet.

Nro	Tyyppi	Väri	Palo-suojaus	Muoto	Mitat
1	Lyhty	valkoinen	ei	A	ks. kuva 2.1
2	Lyhty	valkoinen	kyllä	A	
3	Lyhty	punainen	ei	A	
4	Lyhty	punainen	kyllä	A	
5	Lyhty	vihreä	ei	A	
6	Lyhty	vihreä	kyllä	A	
7	Lyhty *	valkoinen	ei	B	d = 65 mm
8	Lyhty *	valkoinen	kyllä	B	h = 190 mm
9	PP-kuppi	valkoinen läpikuultava	ei	B	d = 56 mm h = 93 mm
10	PP-kuppi	valkoinen	kyllä	B	
11	Lyhty *	valkoinen	ei	A	ks. kuva 2.1
12	Lyhty *	valkoinen	kyllä	A	
13	Lyhty *	valkoinen	ei	B	d = 65 mm
14	Lyhty *	valkoinen	kyllä	B	h = 100 mm
15	Kynttilä	punainen	kyllä	B	d = 40 mm h = 55 mm
16	Lyhty	valkoinen	kyllä	C	ks. kuva 2.1
17	Lyhty *	läpinäkyvä	kyllä	B	d = 60 mm h = 110 mm

* sadesuojalla, poistettu ennen testiä

PP = homopolymeeri polypropeeni



Kuva 2.1. Tutkittujen muovikuorten muodot ja mitat.

2.2 Suoritetut kokeet

2.2.1 UL 94 –vertikaalitestit

Ensimmäinen kokeiltu testi oli UL 94 –standardin (Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances) mukainen testi, jossa näyte kiinnitetään yläpäästään pystysuoraan asentoon. Koekappaleen alapuolelle 300 mm:n etäisyydelle asetetaan puuvillavanua. Sytytyslähdeä käytetään 20 mm:n korkuista metaanikaasuliekkiä. Kaasupolttimen etäisyys koekappaleen alareunasta on 10 mm ja sytytysaika 10 s. Mitataan jälkipalamisaika t_1 . Kun jälkipalaminen päättyy, asetetaan poltin takaisin 10 mm:n etäisyydelle koekappaleesta 10 s:n ajaksi ja mitataan jälkipalamisaika t_2 ja jälkihehkumisaika t_3 . Lisäksi tarkkaillaan, palaako koekappale ylös asti ja syttyykö puuvillavanu. Luokituskriteerit esitetään taulukossa 2.2.

Standardin mukaan koekappaleiden pituus on (125 ± 5) mm ja leveys $(13,0 \pm 0,5)$ mm. Osa tutkituista muovikuorista oli kuitenkin korkeudeltaan alle 125 mm. Tällöin kuoresta leikattiin mahdollisimman pitkä näyte.

Testitulokset esitetään taulukossa 2.3.

Taulukko 2.2. UL 94 –luokkavaatimukset.

Suure / luokka	94V-0	94V-1	94V-2
Yksittäisen koekappaleen jälkipalamisaika t_1 tai t_2	≤ 10 s	≤ 30 s	≤ 30 s
Viiden koekappaleen jälkipalamisajat $t_1 + t_2$ yhteensä	≤ 50 s	≤ 250 s	≤ 250 s
Yksittäisen koekappaleen jälkipalamisaika t_2 + jälkihehkumisaika t_3	≤ 30 s	≤ 60 s	≤ 60 s
Jälkipalaminen tai -hehkuminen koekappaleen yläreunaan	ei	ei	ei
Puuvillavanun syttyminen	ei	ei	kyllä

Taulukko 2.3. UL 94 –testien tulokset.

Nro	Palo-suojaus	Jälkipalamis-aika t_1	Palaminen yläreunaan	Puuvillavanun syttyminen
1	ei	n. 60 s	kyllä	kyllä
2	kyllä	n. 60 s	kyllä	kyllä
4	kyllä	n. 60 s	kyllä	kyllä
8	kyllä	n. 60 s	kyllä	kyllä
9	ei	n. 60 s	kyllä	kyllä
10	kyllä	n. 60 s	kyllä	kyllä

Kaikki näytteet syttyivät ja paloivat yläreunaan asti ensimmäisen liekki-altistuksen seurauksena, joten mikään testatuista tuotteista ei täytä UL 94 –luokkavaatimuksia. Näin ollen UL 94 –testi on muovikuoristen kynttilälyhtyjen testaamiseen liian vaativa.

2.2.2 Testit ISO 6941 –polttimella näytepaloille

Standardissa ISO 6941 (Textile fabrics – Burning behaviour – Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens) kuvatulla propaanikaasupolttimella (standardin SFS-EN 71-2 erityisbunsen (SFS-EN 71-2, Lelujen turvallisuus – Osa 2: Syttyvyys)) suoritettiin syttyvyystestejä lyhtyjen muovikuorista leikatuille 30 mm:n levyisille näytepaloille. Näytepala asetettiin pystysuoraan asentoon ja altistettiin 20 mm:n korkuiselle liekille polttimen ollessa 45°:n kulmaan asetettuna. Testisarjassa kokeiltiin eripituisia liekkialtistusaikoja sekä pinta- ja reunasytytystä. Tulokset esitetään taulukossa 2.4.

Pintasytytys 10 sekunnin ajan oli liian lievä: yksikään testatuista näytteistä ei syttynyt. Reunasytytys 10 sekunnin ajan osoittautui liian rankaksi: palosuojattujen ja -suojaamattomien näytteiden välille ei saatu eroja, vaan molemmat syttyivät muutamassa sekunnissa.

Taulukko 2.4. Testitulokset 30 mm:n levyisille näytteille altistettuna ISO 6941 –standardissa kuvatus polttimen liekille.

Pintasytytys 10 s		
Nro	Palosuojaus	Testitulos
1	ei	ei syttynyt, sulama
2	kyllä	ei syttynyt, sulama
3	ei	ei syttynyt, sulama, reikä
4	kyllä	ei syttynyt, sulama
5	ei	ei syttynyt, sulama
6	kyllä	ei syttynyt, sulama
7	ei	ei syttynyt, sulama
8	kyllä	ei syttynyt, pieni sulama
9	ei	ei syttynyt, sulama
10	kyllä	ei syttynyt, sulama
Reunasytytys 10 s		
Nro	Palosuojaus	Testitulos
1	ei	syttyi n. 3-4 s kuluttua, tiputti sulaa materiaalia
2	kyllä	syttyi n. 4 s kuluttua
Pintasytytys 15 s		
Nro	Palosuojaus	Testitulos
1	ei	syttyi
2	kyllä	ei syttynyt
3	ei	syttyi
4	kyllä	ei syttynyt, sulama
5	ei	syttyi
6	kyllä	ei syttynyt, reikä
7	ei	ei syttynyt, sulama
8	kyllä	ei syttynyt, pieni sulama
9	ei	ei syttynyt, valuva sulama
10	kyllä	ei syttynyt, sulama

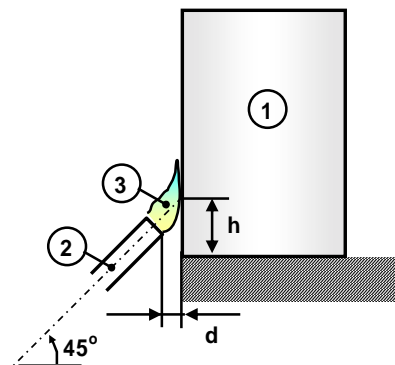
15 sekuntia kestävä pintasytytys vaikutti aluksi lupaavalta testivaihtoehdolta. Kuten taulukosta 2.4 ilmenee, palosuojatut näytteet eivät syttyneet, mutta palosuojaamattomista useimmat syttyivät. Toistokokeita tehtäessä havaittiin kuitenkin, että vapaasti riippuvilla näytepaloilla oli voimakas taipumus paeta liekkiä materiaalin kutistuessa lämmön vaikutuksesta. Tulosten toistettavuus oli tämän vuoksi melko huono, ja menetelmä oli herkkä polttimen pään ja näytteen väliselle etäisyydelle. Lisävaikeuksia aiheutti näytepalojen leikkaaminen helposti lohkeavista materiaaleista. Tämän vuoksi päätettiin siirtää näytepaloista kokonaisten muovikuorten testaamiseen alustalle seisomaan asetettuina.

2.2.3 Testit ISO 6941 –polttimella kokonaisille muovikuorille

Kaavakuva ISO 6941 –polttimella kokonaisille muovikuorille suoritettujen testien koejärjestelystä esitetään kuvassa 2.2. Aluksi kokeiltiin erilaisia

liekkialtistusaikoja esikoesarjassa, jonka perusteella päädyttiin 25 sekuntia kestävään pintasytytykseen.

Varsinaisessa koesarjassa näytteeseen (1) kohdistettiin bunsenpolttimen (2) kaasuliekki (3) 45°:n kulmassa 25 sekunnin ajan. Liekin korkeudeksi oli pystyasennossa säädetty 20 mm. Etäisyys d polttimen pään ja näytteen pinnan välillä säädettiin arvoon 2 mm. Altistuskohdan näytteen pinnalla on oltava riittävän kaukana koekappaleen reunoista. Tässä koesarjassa käytettiin arvoa $h = 40$ mm lukuun ottamatta 55 mm:n korkuista lyhtykynttilää (näyte nro 15), jolle h oli n. 30 mm. Kokeiden aikana tarkkailtiin näytteen syttymistä ja mitattiin jälkipalamisaika liekkialtistuksen päätyttyä. Tulokset esitetään taulukossa 5.

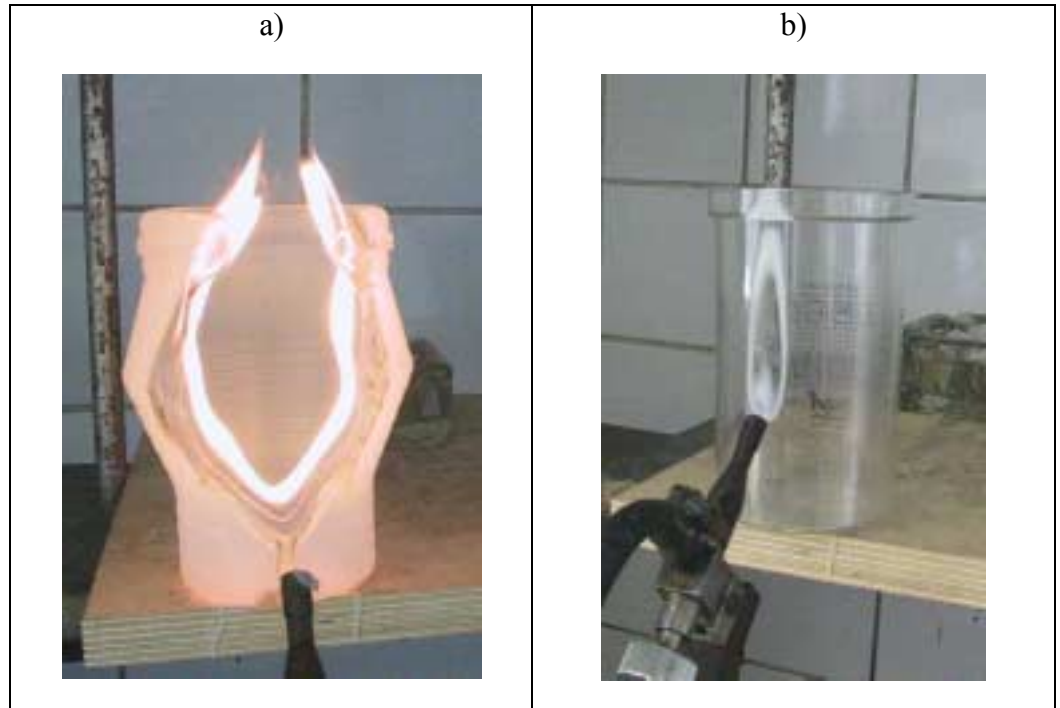


Kuva 2.2. Kaavakuva muovikuorisen lyhdyn materiaalin syttyvyydestistä.

Taulukko 2.5. Testitulokset kokonaisille muovikuorille altistettuna ISO 6941 – standardissa kuvatun polttimen liekille 25 sekunnin pintasytytyksessä.

Nro	Palosuojaus	Testi nro	Syttyminen	Jälkipalamisaika (s)
1	kyllä	1	kyllä	0
2	ei	1	kyllä	> 20
11	ei	1	kyllä	> 20
12	kyllä	1	kyllä	0
		2	kyllä	10
		3	kyllä	0
		4	kyllä	0
13	ei	1	kyllä	> 20
		2	kyllä	> 20
14	kyllä	1	ei	0
		2	ei	0
15	kyllä	1	ei	0
16	kyllä	1	kyllä	> 20
		2	kyllä	> 20
17	kyllä	1	ei	0

Palosuojaamattomat koekappaleet (nrot 2, 11 ja 13) sekä yksi ilmeisen kevyesti palosuojattu näyte (nro 16) syttyivät liekkialtistuksessa ja jäivät palamaan, kun poltin oli poistettu. Nämä näytteet eivät sammuneet itsestään, vaan ne sammutettiin vedellä. Osa palosuojatuista koekappaleista (nrot 14, 15 ja 17) ei syttynyt 25 sekunnin pintasytytyksellä. Palosuojatut näytteet nro 1 ja 12 syttyivät, mutta sammuivat itsestään joko välittömästi tai hyvin pian liekkialtistuksen päätyttyä. Kuvassa 2.3 esitetään valokuvat kahdesta testistä: näyte 11, joka paloi voimakkaasti liekkialtistuksen jälkeen, sekä näyte 17, joka ei syttynyt testissä.



Kuva 2.3. Esimerkkikuvat testeistä: a) voimakas jälkipalo näytteessä 11 ja b) näyte 17, joka ei syttynyt 25 sekunnin pintasytytyksessä.

Tämän koesarjan perusteella päädyttiin ehdottamaan seuraavia hyväksymiskriteerejä viiden rinnakkaiskokeen testisarjalle:

- näytteiden keskimääräinen jälkipalamisaika liekkialtistuksen päätyttyä saa olla enintään 10 sekuntia;
- yhdenkään näytteen jälkipalamisaika ei saa ylittää 20 sekuntia.

2.3 Johtopäätökset

UL 94 –standardin mukainen testi todettiin lyhtyjien muovikuorille liian vaativaksi, koska mikään testatuista näytteistä ei täyttänyt UL 94 –luokkavaatimuksia.

ISO 6941 –polttimella kokeiltiin näytepalloille erilaisia sytytysaikoja sekä pinta- ja reunasytytystä. Tulosten toistettavuus havaittiin melko huonoksi. Lisävaikeuksia aiheutti näytepalojen leikkaaminen herkästi lohkeavista materiaaleista.

Lyhtyjen muovikuorten syttyvyystestiksi ehdotetaan kokonaisen muovikuoren altistamista ISO 6941 –polttimen liekille. Liekin korkeus pystyasennossa on 20 mm ja polttimen pään etäisyys näytteen pintaan 2 mm. Liekki kohdistetaan vaakasuoran alustan reunalla seisovan kuoren pintaan 45°:n kulmassa 25 sekunnin ajan.

Hyväksymiskriteereiksi viiden rinnakkaiskokeen testisarjalle ehdotetaan seuraavaa:

- näytteiden keskimääräinen jälkipalamisaika liekkialtistuksen päätyttyä saa olla enintään 10 sekuntia;
- yhdenkään näytteen jälkipalamisaika ei saa ylittää 20 sekuntia.

Tehtyjen kokeiden perusteella palosuojaamattomat muovikuoret eivät läpäise näitä kriteerejä. Palosuojaatuista muovikuorista osa täyttää vaatimukset, mutta osa ei. Näin ollen palosuojaamalla on mahdollista valmistaa hyväksyttävä tuote, mutta heikkolaatuisimmat palonsuojakäsittelyt karsiutuvat testissä.