

---

---

## Kahden laboratorion mittaustulosten vertailu

### Sisältö

Sisältö.....	1
1 Johdanto .....	2
2 Tulokset.....	2
2.1 Lämpökynttilät.....	2
2.1.1 Tuote A .....	2
2.1.2 Tuote B.....	4
2.1.3 Päätelmiä.....	5
2.2 Ulkotulet.....	6
2.3 Hautalyhdyt, joiden kuori on palavaa materiaalia .....	7
3 Yhteenveto .....	8
Lähdeviittaukset.....	8

## 1 Johdanto

Tässä liitteessä verrataan VTT:llä ja Tullilaboratoriossa liitteessä 3 esitettyjä menetelmiä käyttäen saatuja tuloksia. Näin saadaan tietoa menetelmien uusittavuudesta, kun niitä sovelletaan eri laboratorioissa [1]. Kummassakin laboratorioissa tehtiin useita rinnakkaiskokeita, joiden perusteella voidaan tarkastella menetelmien toistettavuutta eli sitä, miten suuri on tietyssä laboratorioissa tehtyjen mittausten tulosten hajonta [1].

Vertailu koskee vain seuraavia menetelmiä:

- lämpökynttilöiden testaus,
- ulkotulien testaus,
- palava-aineisen kuoren omaavien tuotteiden syttyvyyden testaus.

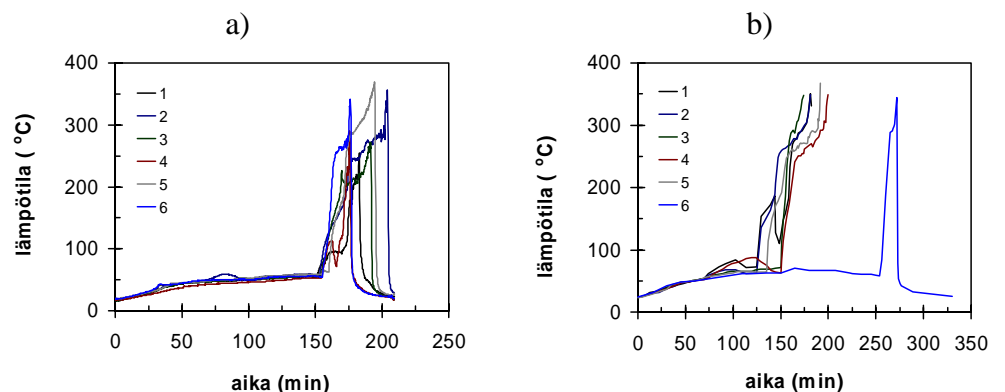
## 2 Tulokset

### 2.1 Lämpökynttilät

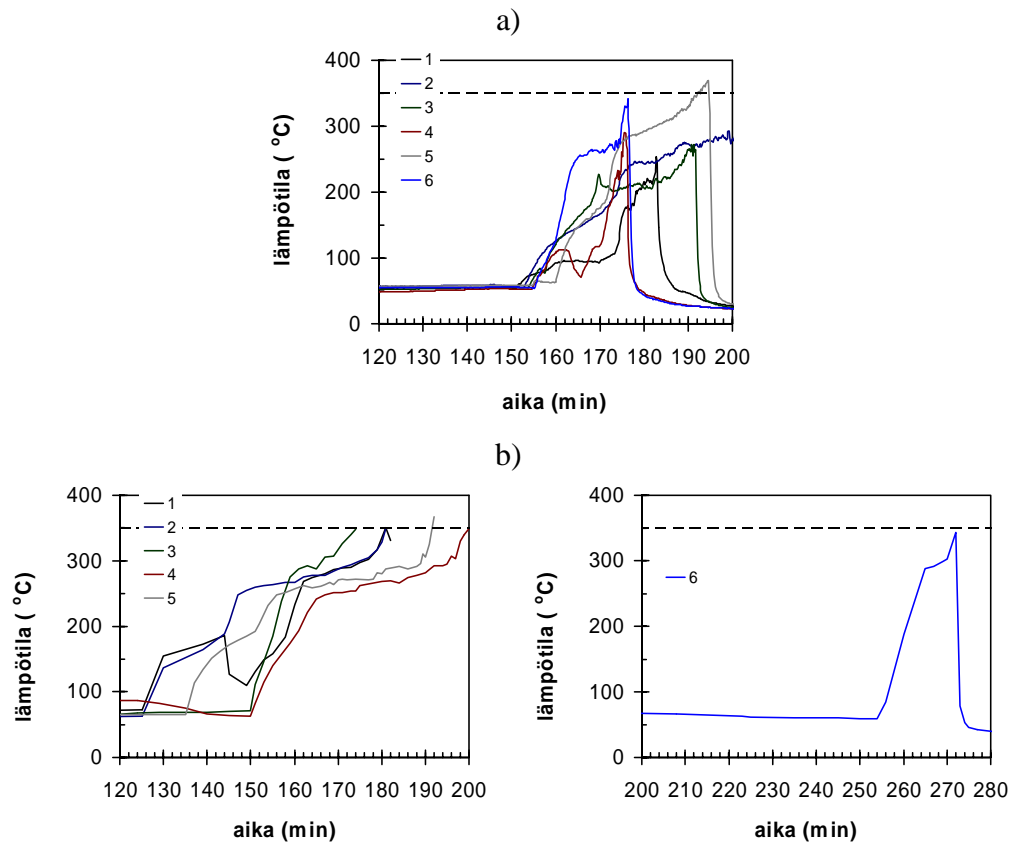
Vertailukokeissa testattiin kahta eri valmistajan lämpökynttilää (tuote A ja B). Kumpikin laboratorio teki 6 rinnakkaiskokeita, joissa tuotteeseen aiheutettiin allaspalo liitteessä 3 esitetyllä tavalla. VTT:llä käytettiin automaattista tiedonkeruujärjestelmää (aika-askel 20 s) ja Tullilaboratoriossa mittaukset tehtiin manuaalisesti digitaalisella lämpömittarilla. Molemmat laboratoriot käyttivät samanlaista K-tyypin termoelementtilankaa.

#### 2.1.1 Tuote A

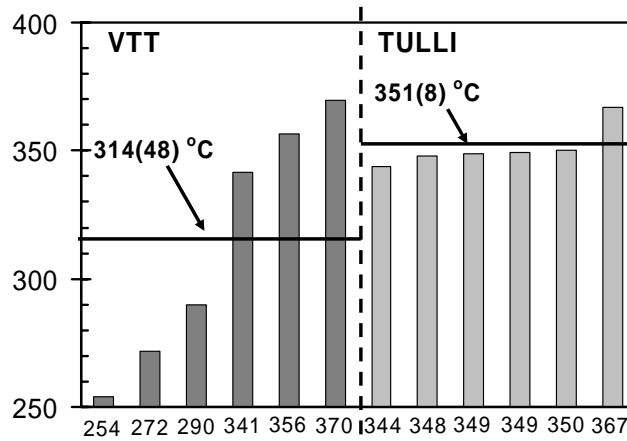
Tuotteen pohjan lämpötilojen mittaustulokset esitetään aikasarjoina alla olevissa kuvissa (kuvat 1 ja 2). Maksimilämpötilat esitetään kuvassa 3.



Kuva 1. Tuotteen A pohjan lämpötilat: a) VTT:n ja b) Tullilaboratorion tulokset. Huomaa erilaiset aika-akselit.



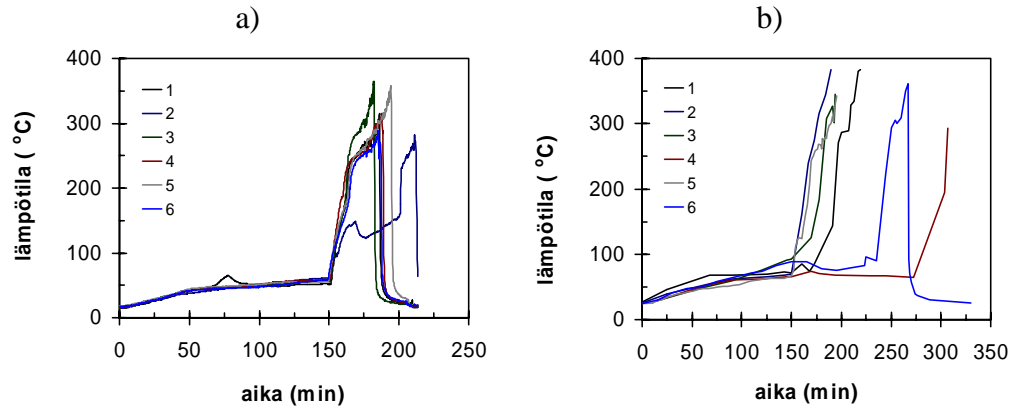
Kuva 2. Tuotteen A pohjan lämpötilat allaspalon aikana: a) VTT:n ja b) Tullilaboratorion tulokset.



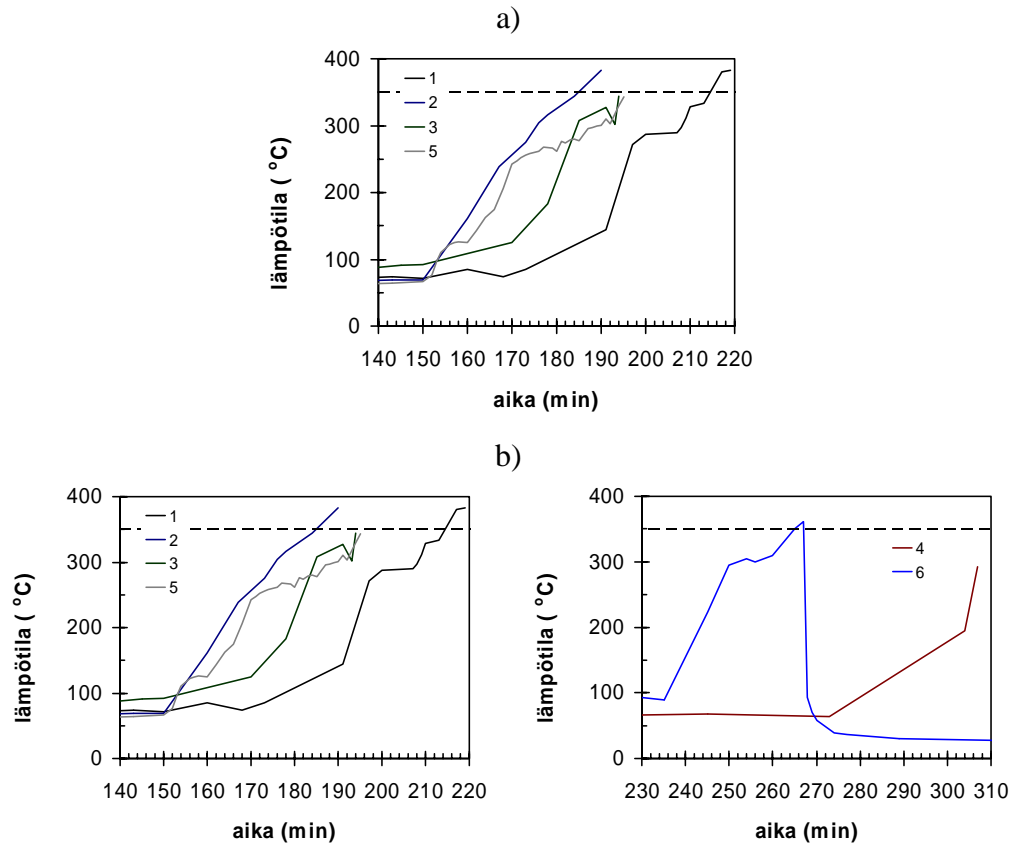
Kuva 3. Tuotteen A pohjasta mitatut maksimilämpötilat. Lämpötilalukemat (°C) esitetään pylväiden alla. Vaakasuorat viivat osoittavat tulosten keskiarvon (suluissa annettu luku on keskihajonta).

## 2.1.2 Tuote B

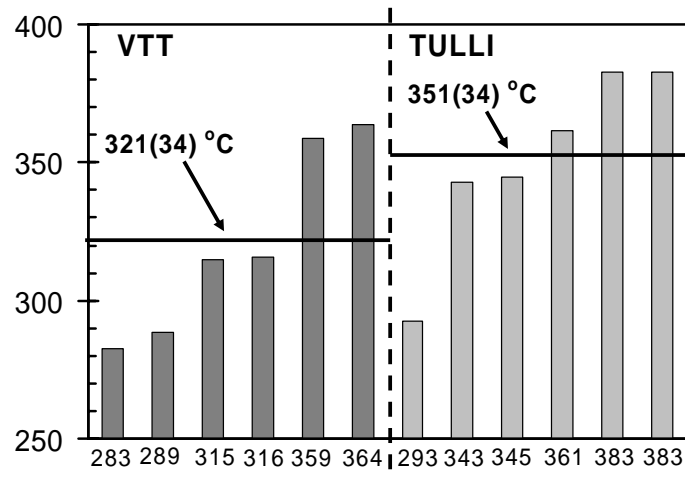
Tuotteen pohjan lämpötilojen mittaustulokset esitetään aikasarjoina alla olevissa kuvissa (kuvat 4 ja 5). Maksimilämpötilat esitetään kuvassa 6.



Kuva 4. Tuotteen B pohjan lämpötilat: a) VTT:n ja b) Tullilaboratorion tulokset. Huomaa erilaiset aika-akselit.



Kuva 5. Tuotteen B pohjan lämpötilat allaspalon aikana: a) VTT:n ja b) Tullilaboratorion tulokset.



Kuva 6. Tuotteen B pohjasta mitatut maksimilämpötilat. Lämpötilalukemat (°C) esitetään pylväiden alla. Vaakasuorat viivat osoittavat tulosten keskiarvon (suluissa annettu luku on keskihajonta).

### 2.1.3 Päätelmiä

Tuotteelle B laboratorioden sisäinen hajonta (34 °C) on sama, mutta tuotteen A kohdalla VTT:n tulosten sisäinen hajonta (48 °C) on selvästi Tullilaboratorion sisäistä hajontaa (8 °C) suurempi. Suhteellisena arvona ilmaistuna hajonnat ovat tuotteelle B noin 10 % ja tuotteelle A 15 % (VTT) tai 2 % (Tullilaboratorio).

Laboratorioiden tulosten keskiarvoja (tuote A: VTT 314 °C ja Tullilaboratorio 351 °C ja tuote B: VTT 321 °C ja Tullilaboratorio 351 °C) voidaan verrata yksisuuntaisella varianssianalyysillä [2, s. 208]. Analyysin tulos on, että 95 % riskitasolla laboratorioiden tuloksien ei voi pitää toisistaan poikkeavina. Tämä johtuu tuotteen A tapauksessa VTT:n tulosten suuresta hajonnasta ja tuotteen B tapauksessa molempien laboratorioiden tulosten hajonnan suuruudesta verrattuna niiden tulosten keskiarvon eroavuuteen.

Tullilaboratorion saamat keskiarvolämpötilat, 351 °C, ylittävät aiemmissa kaavailluissa kriteeriksi asetettavaksi aiotun rajan 350 °C. VTT:lläkin saatujen tulosten keskiarvo on alle yhden keskihajonnan päässä ko. rajasta. Tämä viittaa voimakkaasti siihen, että jos raja-arvoksi asetetaan 350 °C, niin nykyiset tuotteet eivät varsin todennäköisesti tule läpäisemään testiä. Lisäksi edellä esitettyjen tuloksien perusteella molemmat tuotteet läpäisisivät testin VTT:llä, mutta tulisivat hylätyiksi Tullilaboratorion testaamina. Tämä on hyvin epätydyttävä tulos.

Ulkotulille ehdotetaan kriteeriä, joka muodostuu lämpötilarajasta ja ajasta, jona tämä lämpötila ylittyy. Taulukossa 1 tarkastellaan tutkittujen lämpökynttilöiden toimintaa vastaavan kriteerin suhteen. Havaitaan, että

useimmiten ulkotulille esitetty lämpötilaraja, 350 °C, ei ylity. Niissä VTT:n mittauksissa, joissa kyseinen lämpötilaraja ylittyy, ylitysaika on lyhyt, alle 2 minuuttia molemmille tuotteille. Tullilaboratorion tuloksissa esiintyy tuotteiden kesken selvästi suurempaa hajontaa: tuotteelle A saaduissa tuloksissa lämpötilaraja 350 °C ylittyy vain alle puoli minuuttia, mutta tuotteelle B saaduissa tuloksissa 350 °C:n ylitysaika vaihtelee kahdesta seitsemään minuuttiin. Keskimääräisesti 350 °C ylittyy selvästi alle 5 minuuttia.

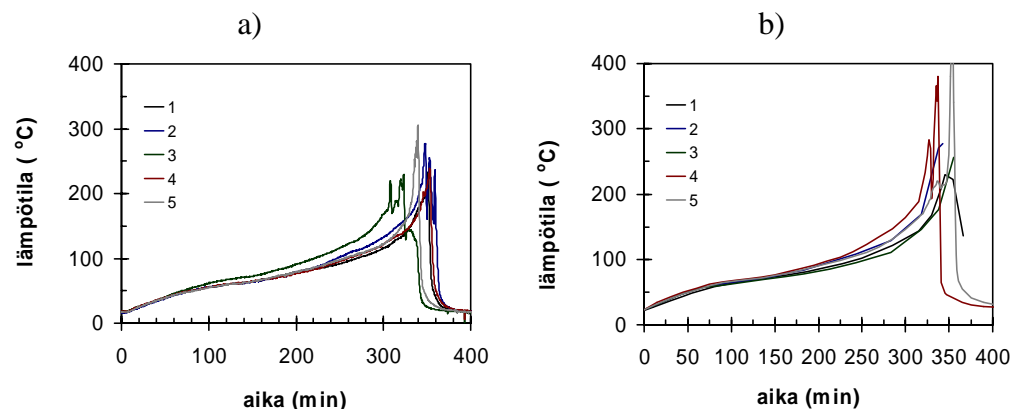
*Taulukko 1. Aika (min), jonka pohjan lämpötila ylittää 350 °C.*

Tuote A		Tuote B	
VTT	Tullilaboratorio	VTT	Tullilaboratorio
0.00	0.00	0.00	4.60
0.17	0.00	0.00	7.00
0.00	0.00	0.67	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00
1.67	0.00	0.17	0.00
0.00	0.40	0.00	2.00

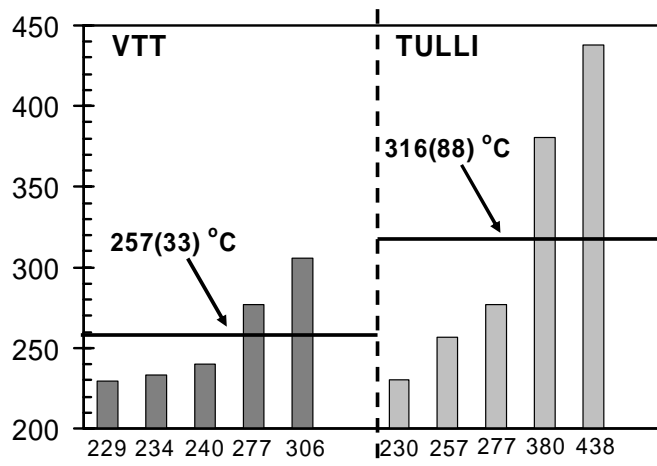
## 2.2 Ulkotulet

Molemmat laboratoriot testasivat 5 samanlaista ulkotulta. Tuotteen pohjan lämpötilojen mittaustulokset esitetään aikasarjoina alla kuvassa 7 ja maksimilämpötilat esitetään kuvassa 8.

VTT:n tulokset ovat aikakehitykseltään ja maksimilämpötiloiltaan selvästi Tullilaboratorion tuloksia yhtenäisempiä: VTT:n tulosten vaihteluväli on noin 80 °C (229-306 °C, keskihajonta 33 °C eli noin 13 % keskiarvosta) ja Tullilaboratorion tulosten vaihteluväli on noin 200 °C (230-438 °C, keskihajonta 88 °C eli noin 28 % keskiarvosta). Jälkimmäinen tulos johtuu kahdesta korkeasta lukemasta, 380 °C ja 438 °C. Aika, jonka lämpötila näissä kokeissa ylittää 350 °C on alle 2 minuuttia.



*Kuva 7. Ulkotulen pohjan lämpötilat: a) VTT:n ja b) Tullilaboratorion tulokset.*



Kuva 8. Ulkotulen pohjasta mitatut maksimilämpötilat. Lämpötilalukemat (°C) esitetään pylväiden alla. Vaakasuorat viivat osoittavat tulosten keskiarvon (suluissa annettu luku on keskihajonta).

### 2.3 Hautalyhdyt, joiden kuori on palavaa materiaalia

Molemmat laboratoriot testasivat yhden hautalyhtytyypin, josta oli tehty kaksi palo-ominaisuuksiltaan erilaista versiota: toisessa kuori oli palosuojattu ja toisessa ei. Tulokset esitetään taulukossa 2. Molemmissa laboratorioissa saadut tulokset ovat varsin samanlaiset. Etenkin hyväksymiskriteerin (sammuminen riittävän nopeasti sytytysliekin poistamisen jälkeen) laboratorioiden tulokset ovat yhtenevät.

Taulukko 2. Hautalyhdyn syttymistestien tulokset.

	Palosuojattu kuori		Palosuojaamaton kuori	
	VTT	Tullilaboratorio	VTT	Tullilaboratorio
Syttyminen	n. 16 s	n. 10 s	n. 8 s	n. 12 s
Sammuminen	heti sytytysliekin poistamisen jälkeen	heti sytytysliekin poistamisen jälkeen	ei sammunut itsestään poistamisen jälkeen	ei sammunut itsestään poistamisen jälkeen

### 3 Yhteenveto

Lämpökynttilöiden pohjan lämpötilamittausten tuloksien laboratorion sisäinen hajonta oli tuotteelle A molemmissa laboratorioissa suunnilleen sama eli noin 10 % keskiarvosta. Tuotteelle B laboratorioiden sisäiset hajonnat sitä vastoin poikkesivat selvästi: VTT:n tulosten sisäinen hajonta oli 15 % keskiarvosta ja Tullilaboratorion tulosten vain 2 % keskiarvosta. Ulkotulien pohjan lämpötilojen laboratorion sisäiset hajonnat olivat 13 % (VTT) ja 28 % (Tullilaboratorio). Laboratorioiden tulosten sisäiset hajonnat ovat siis suhteellisen suuria, mutta ne kuitenkin vastaavat varsin tyypillisiä paloteknisissä mittauksissa esiintyviä suhteellisen hajonnan arvoja (10-20 %).

Mittausepätkkuuden vuoksi laboratorioiden tulosten keskiarvoja ei voi pitää toisistaan eroavina 95 % riskitasolla.

Jos tarkastellaan pelkästään keskiarvoa, niin lämpökynttilöille saatiin tulos, että jos hyväksymisrajana käytettäisiin pelkästään lämpötila-arvoa 350 °C, niin tuotteet läpäisisivät testin toisessa laboratorioissa, mutta tulisivat hylätyksi toisessa. Siksi lämpökynttilöille on päädytty ehdottamaan samaa lämpötilarajaan ja sen ylitysaikaan perustuvaa kriteeriä kuin ulkotulillekin.

Palavakuoristen tuotteiden syttyvyydelle kehitetty testi osoittautui varsin hyvin uusittavaksi.

### Lähdeviittaukset

1. ISO 5725-1. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 1: General principles and definitions. Geneva: International Organization for Standardization. 17 s. 1994.
2. Laininen, P. Todennäköisyyslasku ja tilastomatematiikka.3. painos. Espoo: Otakustantamo. 254 s. 1982.