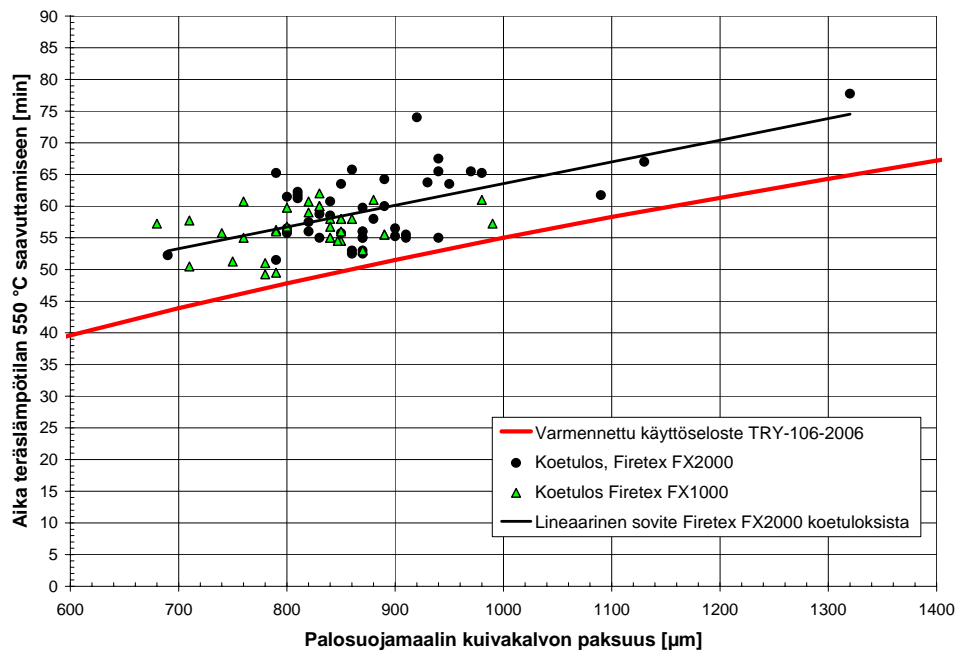




LAUSUNTO N:o 404/2007/462
13.12.2007

LAUSUNTO FIRETEX FX2000 JA FIRETEX FX1000 –PALOSUOJAMAALIEN SAMANKALTAISUUDESTA





Lausunto N:o 404/2007/462

9 sivua

Tilaaaja Leighs Paints
High Performance Coatings
Tower Works
Kestor Street
Bolton BLA 2 2AL
UK

Viite Tilaus 12.12.2007 / Leighs Paints

Tehtävä Lausunto Firetex FX2000 ja Firetex FX1000 –palosuojamaalien samankaltaisuudesta

Tutkija Pertti Iso-Mustajärvi
Laboratorioinsinööri

Tampereen teknillinen yliopisto
Palolaboratorio
PL 600
33101 Tampere

Puhelin 03-3115 4808
Faksi 03-3115 2811

Lausunnon jakelu

Leighs Paints
Teräsrakenneyhdistys ry
TTY/Palolaboratorio

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan



LAUSUNTO FIRETEX FX2000 JA FIRETEX FX1000 – PALOSUOJAMAALIEN SAMANKALTAISUUDESTA

1. TAUSTAA

Leighs Paints on maalipinnoitteita valmistava yritys, jonka päätoimipaikka sijaitsee Englannissa Boltonin kaupungissa. Leighs Paints tuotevalikoimaan kuuluvat mm. korroosionestomaalit ja palosuojamaalit. Tehtaassa valmistetaan useita erilaisia ja –tyyppisiä palosuojamaaleja teräsrakenteiden palosuojaukseen eri käyttökohteisiin ja palonkestoajoille.

Leighs Paints tuotannossa on valmistajan ilmoituksen mukaan kaksi samankaltaista maalia tuotenimiltään Firetex FX1000 ja Firetex 2000. Nämä maalit eroavat toisistaan palosuojamaaleissa käytettyjen liuottimien osalta. Eri liuotintyypeillä saavutetaan asennuspaikka- ja konepajamaalaukseen parhaiten soveltuvat palosuojamaalit. Firetex FX1000 –palosuojamaali on tarkoitettu normaalisti kuivuvana maalina työmaalla tapahtuvaan maalaukseen ja Firetex FX2000 –palosuojamaali nopeasti kuivuvana maalina konepajoilla suoritettavaan maalaukseen. Suomessa toimivan valtuutetun asennusliike Pyromaster Oy:n toimitusjohtaja Matti Huitilan mukaan erilaisesta kuivumisnopeudesta johtuen Firetex FX1000 –palosuojamaalilla saavutetaan usein hieman parempi pinnan tasaisuus, joten sen käyttö on joissakin tapauksissa suositeltavaa myös konepajamaalauksessa normaalista kuivumisnopeudesta huolimatta. Valmistajan ilmoituksen mukaan näiden palosuojamaalien suojauskyky palossa on identtinen liuottimen erilaisuudesta huolimatta.

Leighs Paints:n valmistamalla Firetex FX2000 –palosuojamaalilla on Suomessa voimassa oleva Teräsrakenneyhdistys ry:n varmentama käyttöseloste TRY-106-2006, jossa on esitetty mitoituskäyrästöt ja laskentakaavat teräslämpötilan laskennalle, kun suojattavana teräsprofiilina on putki- tai I-profiili. Käyttöseloste on myönnetty 19.10.2006 ja on voimassa 1.6.2011 asti. Suomessa on käytetty joissakin kohteissa Firetex FX1000 –palosuojamaalia varmennetussa käyttöselosteessa mainitun Firetex FX2000 –palosuojamaalin sijaan valmistajan suositusten perusteella.

Leighs Paints on pyytänyt Tampereen teknillisen korkeakoulun Palolaboratoriota antamaan lausunnon koskien Firetex FX1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaalien samankaltaisuutta. Lausunto perustuu Tampereen teknillisen yliopiston Rakennetekniikan laitoksen laboratorioinsinööri Pertti Iso-Mustajärven 28.11.2007 tekemään tarkastuskäyntiin Leighs Paints:n tuotantolaitoksessa Boltonissa ja käynnin aikana kerättyyn taustamateriaaliin.

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan



2. PALOSUOJAMAALIEN VALMISTUS JA RESEPTIEN TARKASTELU

Palosuojamaalit valmistetaan Leights Paints:n tuotantolaitoksessa Boltonissa. Valmistajalla on EN-ISO 9001:2000 mukainen laatu järjestelmä, jonka sertifiointista vastaa BSI (n:o FM 00828). Tarkastuksen yhteydessä ei havaittu puutteita maalien valmistukseen liittyen.

Tarkastuskäynnin aikana tarkasteltiin Firetex FX1000 ja Firetex FX 2000 – palosuojamaalien reseptejä. Reseptit ovat valmistajien hyvin tarkasti salassa pidettäviä dokumentteja. Tässä lausunnossa voidaan esittää resepteistä ainoastaan niiden olennaiset erot. Reseptit oli identifioitu seuraavasti:

- Firetex FX1000 intumescent coating white, Version 5, Standardisation E, Last dated 28/09/2006 by MKIRKHAM
- ja
- Firetex FX2000 intumescent coating white, Version 4, Standardisation D, Last dated 28/09/2006 by MKIRKHAM

Reseptit sisälsivät 14 eri raaka-ainetta, joista kummassakin maalissa kaksi raaka-ainetta oli liuottimia. Liuottimien yhteenlaskettu osuus maaleista oli sama n. 14 %. Muilta osilta reseptit olivat identtiset sekä raaka-aineiden että niiden määrien suhteen. Maaleissa käytettävien liuottimien koodi, tuotenimi ja pääasiallinen toimittaja on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Firetex FX1000 –palosuojamaalissa käytettävien liuottimien tehdaskoodi, liuottimen kaupallinen nimi ja toimittaja.

| Liuottimen tehdaskoodi | Liuotin | Toimittaja 1) |
|------------------------|----------------------|------------------|
| RS326 | Aromatic Hydrocarbon | Univar Limited |
| RS707 | Xylene | Cepsa UK Limited |

1) Pääasiallinen toimittaja.

Taulukko 2. Firetex FX2000 –palosuojamaalissa käytettävien liuottimien tehdaskoodi, liuottimen kaupallinen nimi ja toimittaja.

| Liuottimen tehdaskoodi | Liuotin | Toimittaja 1) |
|------------------------|---------------------|-----------------------|
| RS769 | Methyl Ethyl Ketone | Ketone Univar Limited |
| RS776 | Toluene | Cepsa UK Limited |

1) Pääasiallinen toimittaja.

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan



3. FIRETEX FX 1000 JA FIRETEX FX2000 -PALOSUOJAMAALIEN TOIMINNALLINEN VERTAILU

Firetex FX2000 –palosuojamaalia koskeva varmennettu käyttöseloste TRY-107-2006 perustuu Firetex FX2000 –palosuojamaalilla tehtyihin polttokokeisiin. Valmistaja suorittaa oman laaduntarkkailun yhteydessä polttokokeita omassa palolaboratoriossaan ennen kuin tuotetta toimitetaan asiakkaille. Valmistajan palolaboratoriossa on kaksi maakaasulla toimivaa polttouunia. Toinen uuneista on perinteinen kuutiouuni, jonka sisämitat ovat noin 1,1 m. Toinen uuni on hieman suurempi ja sallii lyhyiden palkkien ja neljän n. 1000 mm pitkän pilarin yhtäaikaisen testaamisen.

Palosuojamaalin laaduntarkkailuun liittyen jokaisesta valmistuserästä tehdään levymäiset näytekappaleet pidempiaikaista säilytystä varten. Lisäksi joka kolmannesta tuotantoerästä tehdään koekappale, joka testataan kuivumisajan jälkeen tehtaan omassa polttouunissa pilareina. Koekappaleina käytetään I-profiileja, joiden pituus on 500 mm ja tyyppi on 203 · 203 · 52 kg/m. Testattavien koekappaleiden nimellinen poikkileikkaustekijä on $180 \frac{1}{m}$. Testattava palosuojamaalin kuivakalvon paksuus vaihtelee tavallisesti 650 ja 1300 μm välillä.

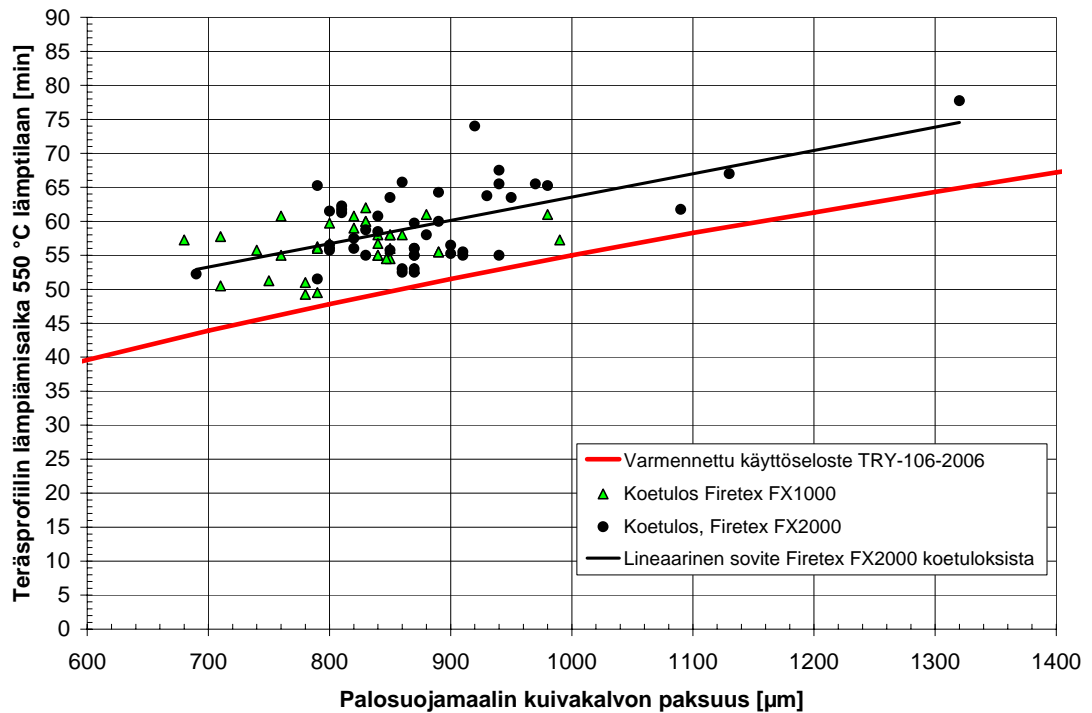
Koekappaleiden teräslämpötilat mitataan kokeen aikana K-tyyppin vaippasuojatuilla termoelementeillä ja tallennetaan tietokoneelle. Laaduntarkkailun kriteerinä on Englannissa pilareille käytössä oleva 550 °C:n kriittinen lämpötila ja sen saavuttamiseen kulunut aika. Tuotantolaitoksella on omat sallitut vaihteluvälit kullekin kalvopakkuudelle.

Tarkastuskäynnin aikana tarkasteltiin viimeisintä laadunvalvontakokeisiin liittyvää testauslistaa, jonka valmistaja toimitti myös taulukkomuodossa TTY:n Palolaboratorioon analysoitavaksi. Lisäksi valmistajalta pyydettiin kolmen Firetex FX1000 ja kolmen Firetex FX2000 –palosuojamaalilla tehdyn polttokokeetuloksen lämpötilamittaustulokset. Koekappaleet valittiin siten, että niiden kuivakalvon paksuudet olivat mahdollisimman lähellä tosiaan.

Kuvassa 1 on esitetty yhteensä 35:n Firetex FX1000 ja 45:n Firetex FX2000 palosuojamaalin testitulokset. Kuvassa 1 vihreä kolmio kuvaa Firetex FX1000 ja musta pallo Firetex FX2000 –palosuojamaalin osalta sitä aikaa mikä on kulunut yksittäisessä polttokokeessa teräsprofiiliin 550 °C:n lämpötilan saavuttamiseen. Kuvassa mustalla viivalla on kuvattu Firetex FX2000 tulosten perusteella määritetty regressiosuora. Punaisella on kuvattu laskennallinen aika eri palosuojamaalin kuivakalvon paksuuksilla, joka kuluu Teräsrakenneyhdistys ry:n varmennetun käyttöselosteen TRY-107-2006 mukaan teräslämpötilan 550 °C saavuttamiseen, kun teräsprofiilina on I-profiili ja sen poikkileikkaustekijä on $180 \frac{1}{m}$.

Kuvasta 1 havaitaan, että kaikki testatut tulokset ovat varmalla puolella varmennetussa käyttöselosteessa TRY-107-2006 esitettyyn laskentamenetelmään verrattuna. Tarkasteltaessa Firetex FX1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaaleilla tehtyjä kokeita voidaan havaitaan, ettei maalien suojaustasossa ei ole käytännössä eroja ottaen huomioon, että yksittäisten kokeiden välillä esiintyy tyypillisesti aina hajontaa.

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan



Kuva 1. Firetex FX1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaaleilla palosuojattujen teräsprofiilien lämpötilan nousu 550 °C:seen eri kuivakalvon paksuuksilla. Kuvassa on esitetty punaisella aika eri palosuojamaalin kuivakalvon paksuuksilla, joka kuluu Teräsrakenneyhdistys ry:n varmennetun käyttöselosteen TRY-107-2006 mukaan laskettuna teräslämpötilan 550 °C saavuttamiseen.

Kuvassa 2 on esitetty kuuden yksittäisen polttokokeen lämpötilamittauksien tulokset. Polttokokeet on lopetettu teräslämpötilan saavutettua 550 °C:n lämpötilan. Testattujen koekappaleiden tiedot on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Kuvassa 2 on esitetty myös Teräsrakenneyhdistys ry:n myöntämän varmennetun käyttöselosteen TRY-107-2006 mukaan määritetty lämpötilan nousu vastaavalle teräsprofiilille, kun palosuojamaalin kuivakalvon paksuus on 850 µm.

Em. polttokokeen lämpötilamittauksien perusteella määritettiin kullekin yksittäiselle koekappaleelle lämmönjohtavuusarvot Teräsrakenneyhdistys ry:n Teräsnormikortin 4/2007 mukaisesti 350 °C:n ja 750 °C:n lämpötilavälille 25 °C:n välein. Laskennan tulokset on esitetty taulukossa 5. Mikäli polttokokeissa on ilmennyt eroja palosuojamaalien suojaustasossa, se voidaan havaita selvästi lämmönjohtavuusarvoissa. Lähtöaineistona olevat polttokokeet on lopetettu noin 60 minuutin kuluttua polttokokeen aloittamisesta, kun teräslämpötila on saavuttanut 550 °C:n lämpötilan. Tästä syystä lämmönjohtavuuden arvot voitiin määrittää vain 725 – 750 °C:n lämpötilaan asti.

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan

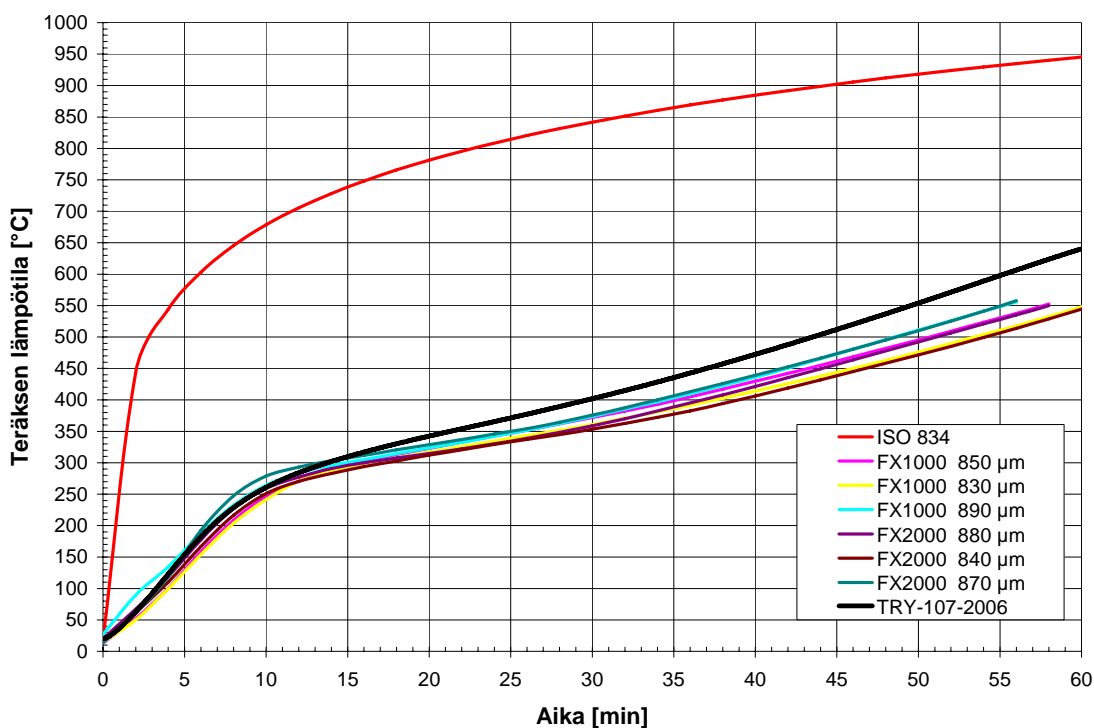


Taulukko 3. Firetex FX1000 –palosuojamaalilla testattujen koekappaleiden poikkileikkaustekijä, palosuojamaalin kuivakalvon paksuus ja aika teräslämpötilan 550 °C saavuttamiseen kokeen alusta.

| Poikkileikkaustekijä [$1/m$] | Palosuojamaalin kuivakalvon paksuus [μm] | Mitattu aika teräslämpötilan 550 °C:n saavuttamiseen [min] |
|-----------------------------------|--|--|
| 180 | 850 | 57 |
| 180 | 830 | 60,5 |
| 180 | 890 | 56 |

Taulukko 4. Firetex FX2000 –palosuojamaalilla testattujen koekappaleiden poikkileikkaustekijä, palosuojamaalin kuivakalvon paksuus ja aika teräslämpötilan 550 °C saavuttamiseen kokeen alusta.

| Poikkileikkaustekijä [$1/m$] | Palosuojamaalin kuivakalvon paksuus [μm] | Mitattu aika teräslämpötilan 550 °C:n saavuttamiseen [min] |
|-----------------------------------|--|--|
| 180 | 880 | 58 |
| 180 | 840 | 61,5 |
| 180 | 870 | 55 |



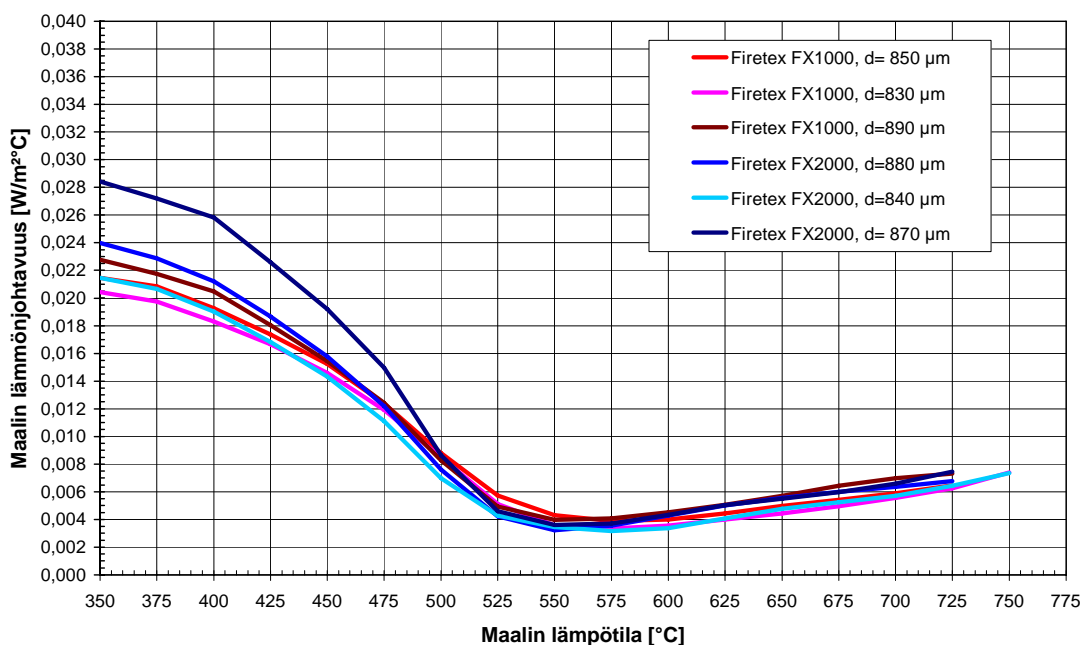
Kuva 2. Firetex FX1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaaleilla suojattujen teräsprofiilien lämpötilan nousu kuivakalvon paksuuksilla 830-890 μm . Kuvassa mustalla on esitetty Teräsrakenneyhdistys ry:n myöntämän varmennetun käyttöselosteen TRY-107-2006 mukaan määritetty lämpötilan nousu vastaavalle teräsprofiilille, kun palosuojamaalin kuivakalvon paksuus on 850 μm .

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan



Taulukko 5. Firetex FX1000 ja FX2000 –palosuojamaalien lämmönjohtavuuden arvot lämpötiloissa 350 °C – 750 °C.

| N:o F/V um | FX1000 | FX1000 | FX1000 | FX2000 | FX2000 | FX2000 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1 180 850 | 2 180 830 | 3 180 890 | 4 180 880 | 5 180 840 | 6 180 870 |
| 350 | 0,02147 | 0,02043 | 0,02277 | 0,02399 | 0,02146 | 0,02843 |
| 375 | 0,02085 | 0,01976 | 0,02175 | 0,02287 | 0,02067 | 0,02721 |
| 400 | 0,01925 | 0,01829 | 0,02047 | 0,02120 | 0,01903 | 0,02583 |
| 425 | 0,01737 | 0,01667 | 0,01805 | 0,01867 | 0,01682 | 0,02259 |
| 450 | 0,01525 | 0,01458 | 0,01545 | 0,01579 | 0,01433 | 0,01921 |
| 475 | 0,01239 | 0,01192 | 0,01243 | 0,01221 | 0,01110 | 0,01497 |
| 500 | 0,00881 | 0,00848 | 0,00827 | 0,00760 | 0,00698 | 0,00865 |
| 525 | 0,00575 | 0,00510 | 0,00492 | 0,00424 | 0,00430 | 0,00459 |
| 550 | 0,00431 | 0,00359 | 0,00398 | 0,00323 | 0,00346 | 0,00361 |
| 575 | 0,00390 | 0,00336 | 0,00408 | 0,00356 | 0,00316 | 0,00371 |
| 600 | 0,00399 | 0,00354 | 0,00452 | 0,00429 | 0,00337 | 0,00433 |
| 625 | 0,00445 | 0,00400 | 0,00505 | 0,00500 | 0,00408 | 0,00504 |
| 650 | 0,00499 | 0,00445 | 0,00570 | 0,00557 | 0,00477 | 0,00551 |
| 675 | 0,00541 | 0,00495 | 0,00644 | 0,00600 | 0,00523 | 0,00597 |
| 700 | 0,00588 | 0,00555 | 0,00697 | 0,00635 | 0,00571 | 0,00660 |
| 725 | 0,00645 | 0,00626 | 0,00733 | 0,00679 | 0,00643 | 0,00746 |
| 750 | | 0,00739 | | | 0,00734 | |



Kuva 3. Firetex FX1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaalien lämmönjohtavuusarvo lämpötilassa 350-750 °C.

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan



Kuvien 2 ja 3 mukaan palosuojamaalien lämpötilan nousu ja lämmönjohtavuusarvot poikkeavat toisistaan vain hyvin vähän. Ero selittyy koetuloksiin aina liittyvällä hajonnalla. Koekappaleen 6 hieman muita korkeammat lämmönjohtavuuden arvot lämpötilavälillä 350 °C – 500 °C selittyy lämpötilamittapisteen kiinnitystekniikkaan liittyvillä seikoilla. Tämä näkyy myös kuvassa 2 koekappaleen muita korkeampana lämpötilana 6-13 minuutin kohdalla polttokokeen aloittamisesta. Lämmönjohtavuusarvojen samankaltainen muoto kertoo palosuojamaalien vaahdottomisreaktion tapahtuvan testatuilla kuivakalvon paksuuksilla samanaikaisesti ja, että maalin suojaustaso ovat samankaltaiset.

4. YHTEENVETO

Lausunnossa on tarkasteltu Leighs Paints:n valmistamien Firetex FX 1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaalien samankaltaisuutta sekä reseptin että palosuojamaalien paloteknisen käyttäytymisen kannalta. Lausunto perustuu 28.11.2007 Leighs Paints:n tuotantolaitokseen tehtyyn tarkastukseen sekä tarkastuksen yhteydessä valmistajan esittämiin dokumentteihin ja valmistajan normaalin laadunvalvontamenettelyn yhteydessä tehtyihin polttokoetuloksiin. Tuotantolaitos sijaitsee Englannissa Boltonin kaupungissa.

Tarkastuskäynnin yhteydessä tarkasteltiin Firetex FX1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaalien reseptejä ja todettiin, että ne ovat kiinteiden aineiden osalta identtiset ja poikkeavat toisistaan ainoastaan maalissa käytettyjen liuottimien osalta. Valmistajan ilmoituksen mukaan eri liuotintyypeillä saavutetaan asennuspaikka- ja konepajamaalaukseen parhaiten soveltuvat palosuojamaalit. Firetex FX1000 –palosuojamaali on tarkoitettu normaalisti kuivuvana maalina asennuspaikalla tapahtuvaan maalaukseen ja Firetex FX2000 –palosuojamaali nopeasti kuivuvana maalina konepajoilla suoritettavaan maalaukseen.

Polttokokeiden perusteella Firetex FX 1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaalien suojaustasossa ei havaittu olevan systemaattista eroa. Koetulokset olivat maaleilla lähes identtisiä. Tämä näkyy hyvin myös palosuojamaalien lämmönjohtavuusarvoissa, joissa oli vain hyvin pieniä eroja. Valmistajan tekemiä polttokoetuloja verrattiin myös Teräsrakenneyhdistys ry:n Firetex FX2000 –palosuojamaalille annetussa varmennetussa käyttöselosteessa TRY-107-2006 esitettyihin mitoituskäyrästäihin ja laskennan avulla saataviin teräslämpötilojen nousuun. Vertailun perusteella todettiin kaikkien testattujen koetulosten olevan varmallalla puolella verrattuna käyttöselosteen mukaan määritettyihin lämpötilojen nousuun.

Valmistajan esittämien dokumenttien ja laaduntarkkailua varten tehtyjen polttokoetulosten ja niiden analysoinnin perusteella katsomme, että Leighs Paints:n valmistamien Firetex FX1000 ja Firetex FX2000 –palosuojamaalien voidaan katsoa olevan palotekniseltä käyttäytymiseltään samanlaisia. Maalien erilaiset liuottimet eivät koetulosten perusteella vaikuta palosuojamaalin palotekniseen käyttäytymiseen. Mielestämme Firetex FX1000 –palosuojamaalille voidaan käyttää Teräsrakenneyhdistyksen varmennetun käyttöselosteen TRY-107-2007 mukaisia mitoituskäyrästäjiä ja laskentamenetelmiä teräsrakenteiden palosuojauksessa tarvittavien eristepaksuuksien määrittämisessä.

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan



Tampereella 13.12.2007

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Palolaboratorio

Pertti Iso-Mustajärvi
Laboratorioinsinööri

Matti Pentti
Professori,
Rakennetekniikan laitoksen johtaja

Lausunnon saa kopioida vain kokonaisuudessaan