

ECOSAFE

Palotekniset tutkimukset

Loppuseminaari 2.6.2023

Mika Alanen & Mikko Malaska
Metalli- ja kevytrakenteiden tutkimusryhmä
Rakennetun ympäristön tiedekunta



Esityksen sisältö

- Puurunkoisen rakennuksen lämmöneristettä ja pintaluokkia koskevat palomääräykset
- Savetetun kutterinlastun palonkestoluokka
- Savirapatun ja savetetulla kutterinlastulla eristetyin puurunkoisen seinärakenteen osastoivuus
- Savirappaus seinärakenteen suojaverhouksena
- Yhteenveto

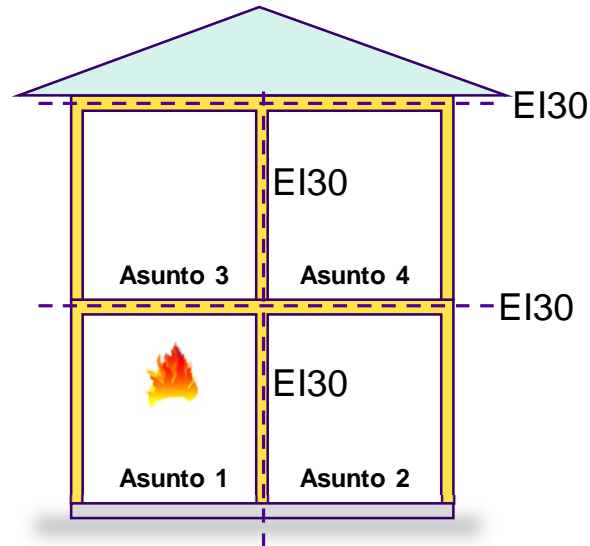
Seinien osastoivuusvaatimukset

Taulukko 6, YMA 927/2020

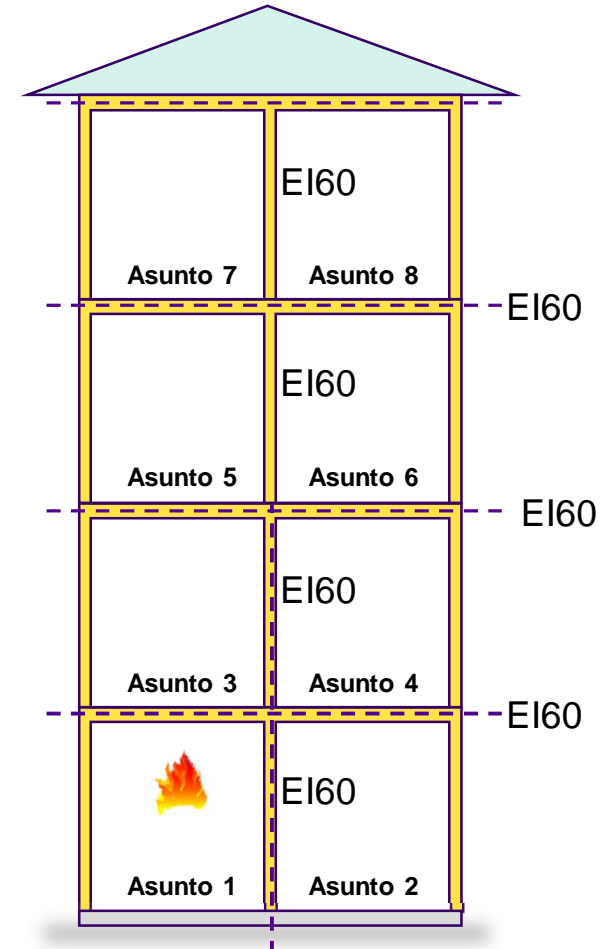
P2 paloluokan rakennukset

- Mm. asuinrakennukset

Osastoivuus kuvaa miten pitkän ajan seinä- tai välipohjarakenne täyttää osastoivan rakenteen tiiveydelle ja eristävyydelle lainsäädännössä asetetut vaatimukset.



1-2 kerroksiset rakennukset



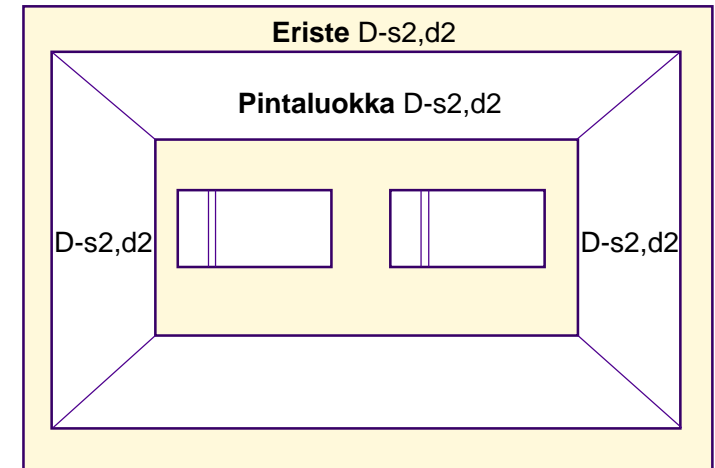
Yli 2 kerroksiset rakennukset

Lämmöneristeiden ja sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset

Taulukko 7 ja 24 §, YMA 927/2020

P2 paloluokan asuinrakennukset

Luokka	Palokäyttötymisen kuvaus
A2	Osallistuminen paloon erittäin rajoitettu (kipsilevy)
D	Osallistuminen paloon hyväksyttävissä (puu)



1-2 krs

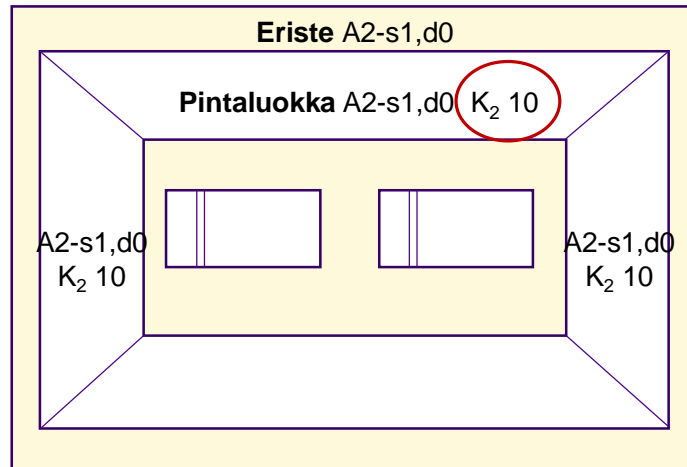
Lämmöneristeiden ja sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset

Taulukko 7 ja 24 §, YMA 927/2020

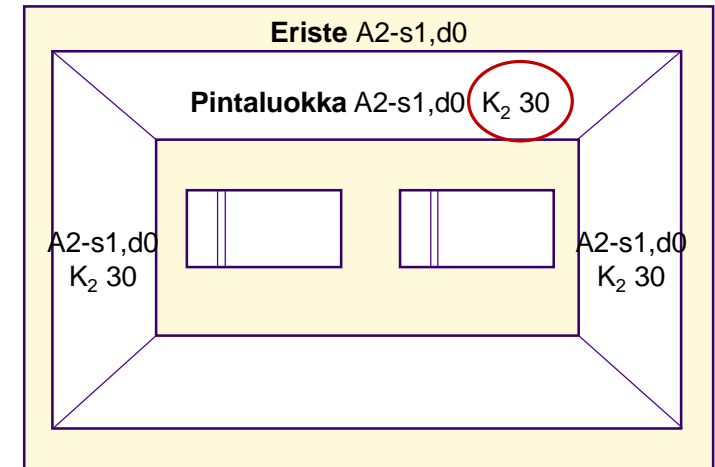
P2 paloluokan asuinrakennukset

Suojaverhouluokka K_2

Suojaverhouksella tarkoitetaan rakennekerrosta, joka määrätyn ajan suojaa sen takana olevaa rakennetta syttymiseltä, hiiltymiseltä tai muulta vaurioitumiselta. Esimerkiksi puulevytystä ja –runkoa suojaava savirappaus.



3-4 krs



5-8 krs

Savetetun kutterinlastun paloluokka

Savetetun kutterinlastun paloluokka

Kartiokalorimetrikoe

- Kartiokalorimetrin avulla tutkittiin materiaalin palo-ominaisuuksia, palon levittämisominaisuuksia ja savunmuodostusta.
- Virallinen luokitus tehdään SBI-kokeella, mutta kartiokalorimetrillä voidaan tehdä alustavia arvioita saavutettavasta paloluokasta.
- Useimmilla näytteillä saavutettiin D-luokka.
 - Saven määrän lisääminen paransi palo-ominaisuuksia, mutta ei riittävästi luokan parantamiseen.



Savetetun kutterinlastun paloluokka

SBI- ja pienen liekin koe

- Kokeet tehtiin savi-lastu suhteella 1:2 (33 % savea)
- Kokeiden perusteella savetetun kutterinlastun standardin mukaiseksi paloluokaksi saatiin D-s2, d0 luokka



Pienen liekin kokeet:

<https://www.youtube.com/watch?v=zfh7EiZJtk8>

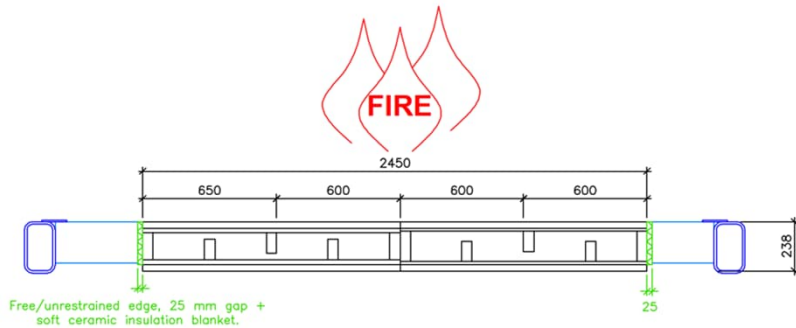
Esimerkki SBI-kokeesta

<https://www.youtube.com/watch?v=HpHyFSFR4jl>

Seinäarakenteen osastoivuus

Seinän polttokokeet

18.5.2022



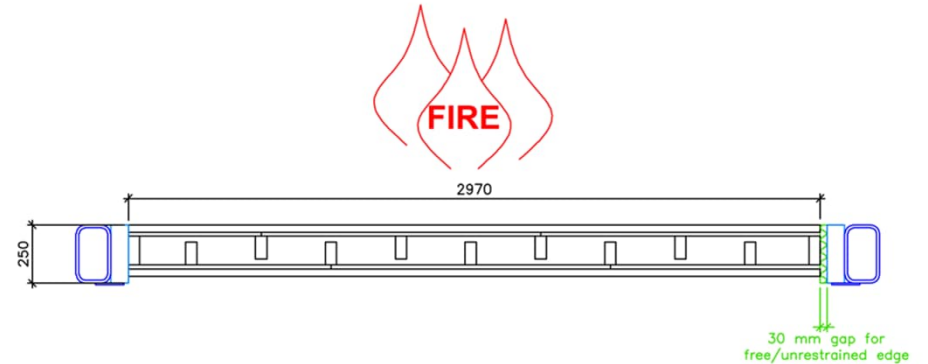
STRUCTURAL LAYERS

- Clay plaster 30 mm thick, steel wire mesh
- Diagonal lumber sheathing, 22 mm x 95 mm tongue-and-groove boards
- Timber frame + sawdust filling 132 mm, staggered studs 48 x 98, nails 3,1 x 90 mm, studs at vertical edge 48 x 132 mm
- Diagonal lumber sheathing, 22 mm x 95 mm tongue-and-groove boards
- Clay plaster 30 mm thick, steel wire mesh

STRUCTURAL LAYERS

- Clay plaster 30 mm thick, steel wire mesh
- Plywood board 15 mm, screws 4,2x45 mm k200/k300, 22 mm x 100 mm lumber section behind the horizontal joint
- Timber frame + sawdust filling 148 mm, staggered studs 48 x 98, nails 3,1 x 90 mm, studs at vertical edge 48 x 148 mm
- Plywood board 15 mm
- Clay plaster 30 mm thick, steel wire mesh

22.11.2022



STRUCTURAL LAYERS

- Clay plaster 30 mm thick, steel wire mesh
- Plywood board 18 mm (1200 mm x 2400 mm), screws 4,2x45 mm k200/k300, 22 mm x 100 mm lumber section behind horizontal joints
- Timber frame + sawdust filling 123 mm, staggered studs 48 x 98, nails 3,1 x 90 mm, studs at vertical edge 48 x 123 mm
- Plywood board 18 mm (1200 mm x 2400 mm), screws 4,2x45 mm k200/k300, 22 mm x 100 mm lumber section behind horizontal joints
- Clay plaster 30 mm thick, steel wire mesh

Polttokoeappale

22.11.2022

30 mm savirappaus

18 mm vaneri

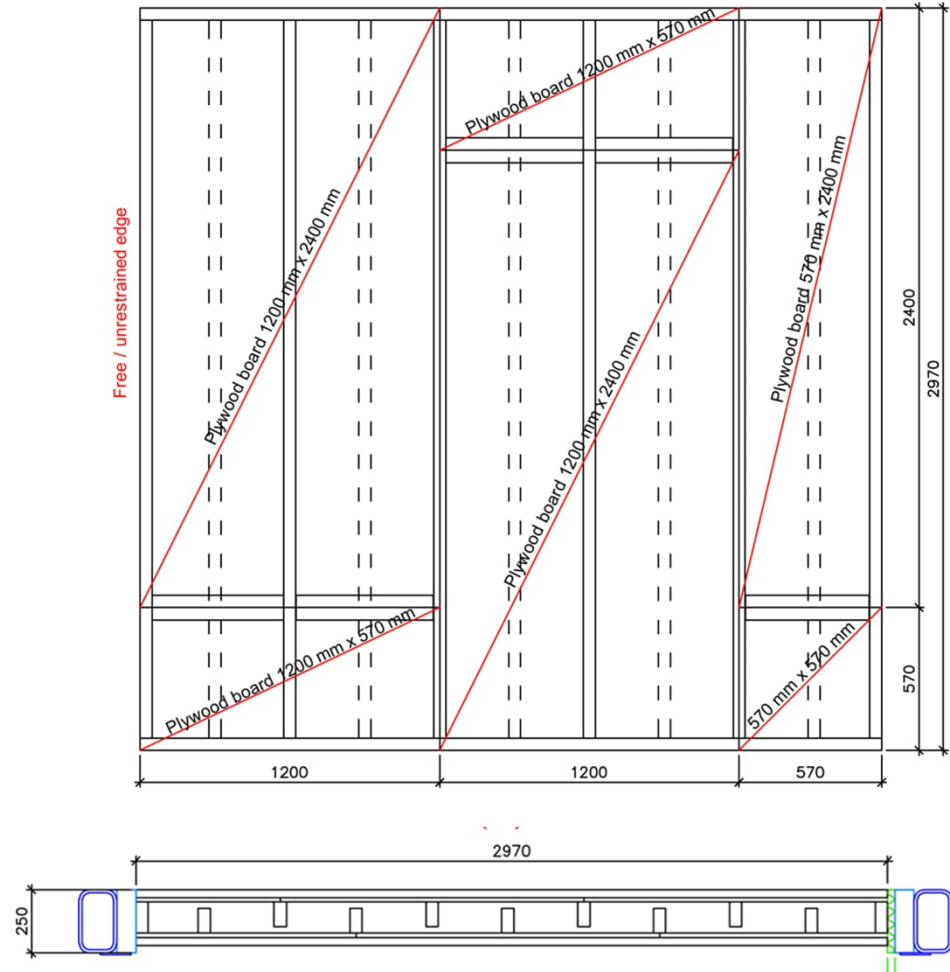
Puurunko/eriste (132 kg/m³)

18 mm vaneri

30 mm savirappaus

Savirappaus kolmessa kerroksessa: 15 mm, verkko, 10 mm ja 5 mm. Verkko kiinnitetään taustaan.

Timber frame and plywood boards on the fire exposed side of the specimen







Rappaus (22.11.2022)

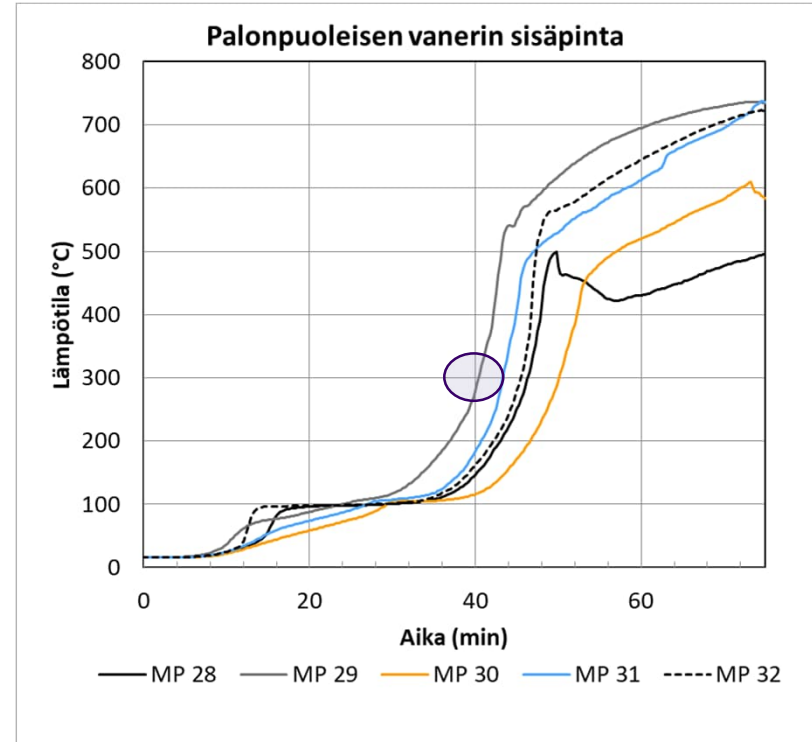
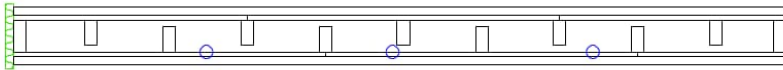
- Tiheys: 1741 kg/m³
- Kosteus: 0,92 paino-%
- The plaster surface was smoothed and compressed using a 2 mm thick plastic plastering trowel (140 mm x 280 mm)



Lämpötila vanerin takana

Polttokoe 22.11.2022

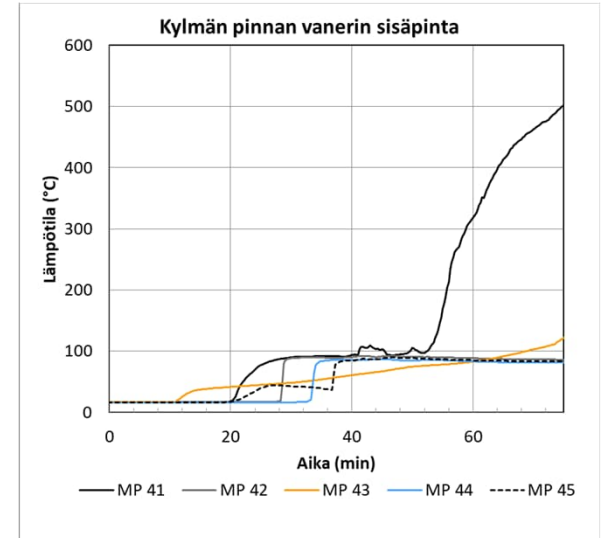
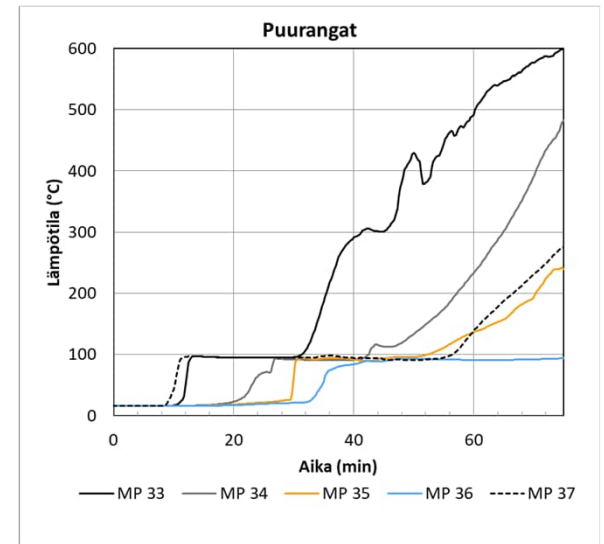
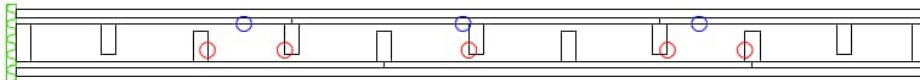
- Vaneri hiiltyy läpi 40 minuutin jälkeen.
 - Rappaus pysyy paikallaan ruuvien ja verkon varassa



Lämpötila eristekerroksessa

Polttokoe 22.11.2022

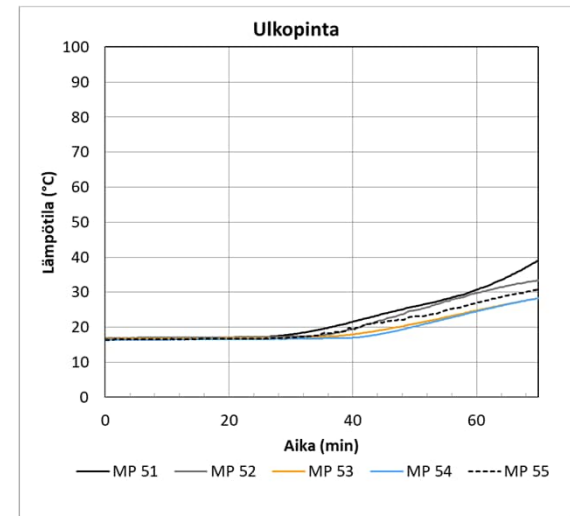
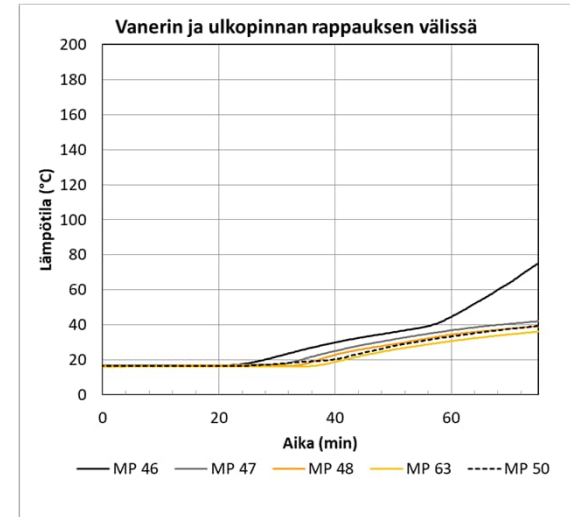
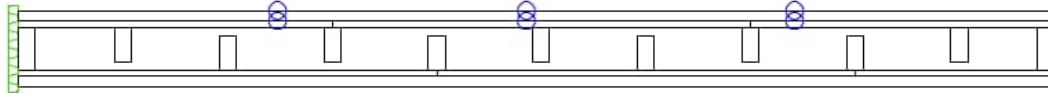
- Lämpötila nousee eristekerroksessa kauttaaltaan 100 °C 20 minuutin jälkeen.



Ulkopinnan lämpötila

Polttokoe 22.11.2022

- Kokeen lopussa ulkopinnan lämpötila on noin 40 °C.
- Vanerin pinnalla rappauksen alla lämpötila pysyy myös alhaisena.



Kokeen 18.5.2022 tulokset

- Rakenne täytti standardin mukaiset tiiveys ja eristävyysominaisuudet 49 minuuttia.

Performances	Criteria	Time	Failure
Integrity	Ignition of a cotton pad	50 min	no
	Sustained flaming	49 min	49 min
	Crack or openings in excess of given dimensions	50 min	no
Insulation	Average temperature, increase of $\Delta 140^{\circ}\text{C}$	50 min	no
	Maximum temperature, increase of $\Delta 180^{\circ}\text{C}$	50 min	no

Kokeen 22.11.2022 tulokset

- Rakenne täytti standardin mukaiset tiiveys ja eristävyysominaisuudet 71 minuuttia.

Performances	Criteria	Time	Failure
Integrity	Ignition of a cotton pad	71 min	no
	Sustained flaming	71 min	no
	Crack or openings in excess of given dimensions	71 min	no
Insulation	Average temperature, increase of $\Delta 140^{\circ}\text{C}$	71 min	no
	Maximum temperature, increase of $\Delta 180^{\circ}\text{C}$	71 min	no

Kokeen jälkeen

Polttokoe 22.11.2022

- Puurungot ja kutterinlastu olivat hiiltyneet palonpuoleiselta pinnalta.
- Rappaus oli kokeen jälkeen kiinni seinärakenteessa ja se purettiin sammutuksen jälkeen.



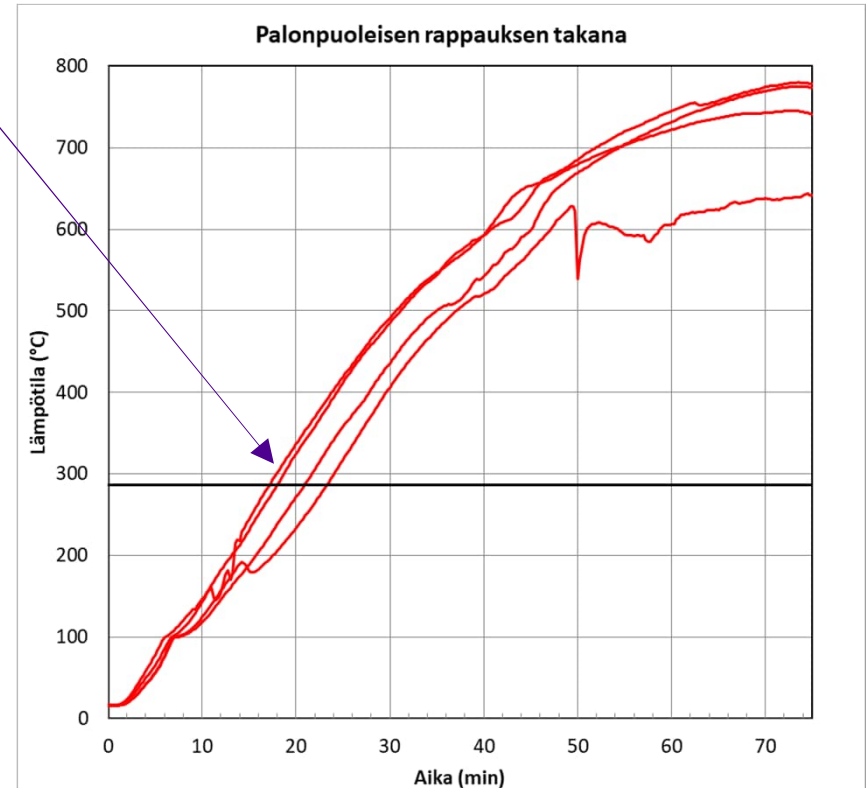
Savirappaus seinärakenteen suojaverhouksena

Lämpötila rappauksen takana

Polttokoe 22.11.2022

- Hiiltymä vanerissa alkaa 18 minuutin jälkeen (300 °C)
- Savirappauksen takana olevan vanerilevyn pinnalta mitattu lämpötilan nousu ylitti arvon 270 °C 17 minuuttia kokeen alkamisen jälkeen
- Uunin sisällä kappaleen pinta alkaa liekehtimään 37 minuutin kohdalla. Hetkellisiä liekkejä 33 minuutin jälkeen.

Virallinen suojaverhouskoe tehdään vaakasuuntaisella koekappaleella uunin katossa. Suojaavan materiaalin takana on 20 mm lastulevy. Lastulevyn kylmäpinta pääsee jäähtymään koehalliin. Lämpötila lastulevyn palonpuoleisella pinnalla saa nousta korkeintaan 270 °C.



Yhteenveto

- Savetettu kutterinlastun paloluokka on D-s2,d0
- Savirapatun ja savetetulla kutterinlastulla eristetyllä seinärakenteella voidaan saavuttaa 60 minuutin osastoivuus.
- Näillä kokeilla ei voida osoittaa virallista suojaverhousluokkaa, mutta luokituksessa käytetty lämpötilannousu ylitettiin 17 minuuttia kokeen alkamisen jälkeen, minkä perusteella savirappauksella voisi olla mahdollista saavuttaa suojaverhousluokka K₂-10.