



Oodi, Helsinki. Kuva Tuomas Uusheimo

11.9.2024

Hanna Hykkyrä



Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy

TYÖN PALOA YLI 30 VUOTTA

KATTORAKENTEIDEN KENTTÄKOKEET 13.-15.5.2024

Paikka:

Pelastusopiston harjoitusalue, Kuopio

Olosuhteet:

$t = 12/16/20\text{ °C}$

Ei sadetta, heikko tuuli.

Kokeiden perustiedot:

Koekappaleen koko: $1500\text{ mm} \times 2700\text{ mm}$

12 erilaista koekappaletta

Alkupalo: puuritolat, $500\text{ mm} \times 500\text{ mm} \times 250\text{ mm}$

Ilmavirtaus: puhallin 6 m/s

Kokeen kesto: $\approx 20\text{ min}$

Sammutus:

- puurimojen siirto pois koekappaleen päältä
- sammutus CO_2 -käsisammuttimella
(kokeissa 1-3 vedellä)



TYÖNJAKO

Recticel Oy:

- kokeiden suunnittelu
- koekappaleiden toimittaminen
- valokuvat
- videointi

Pelastusopisto:

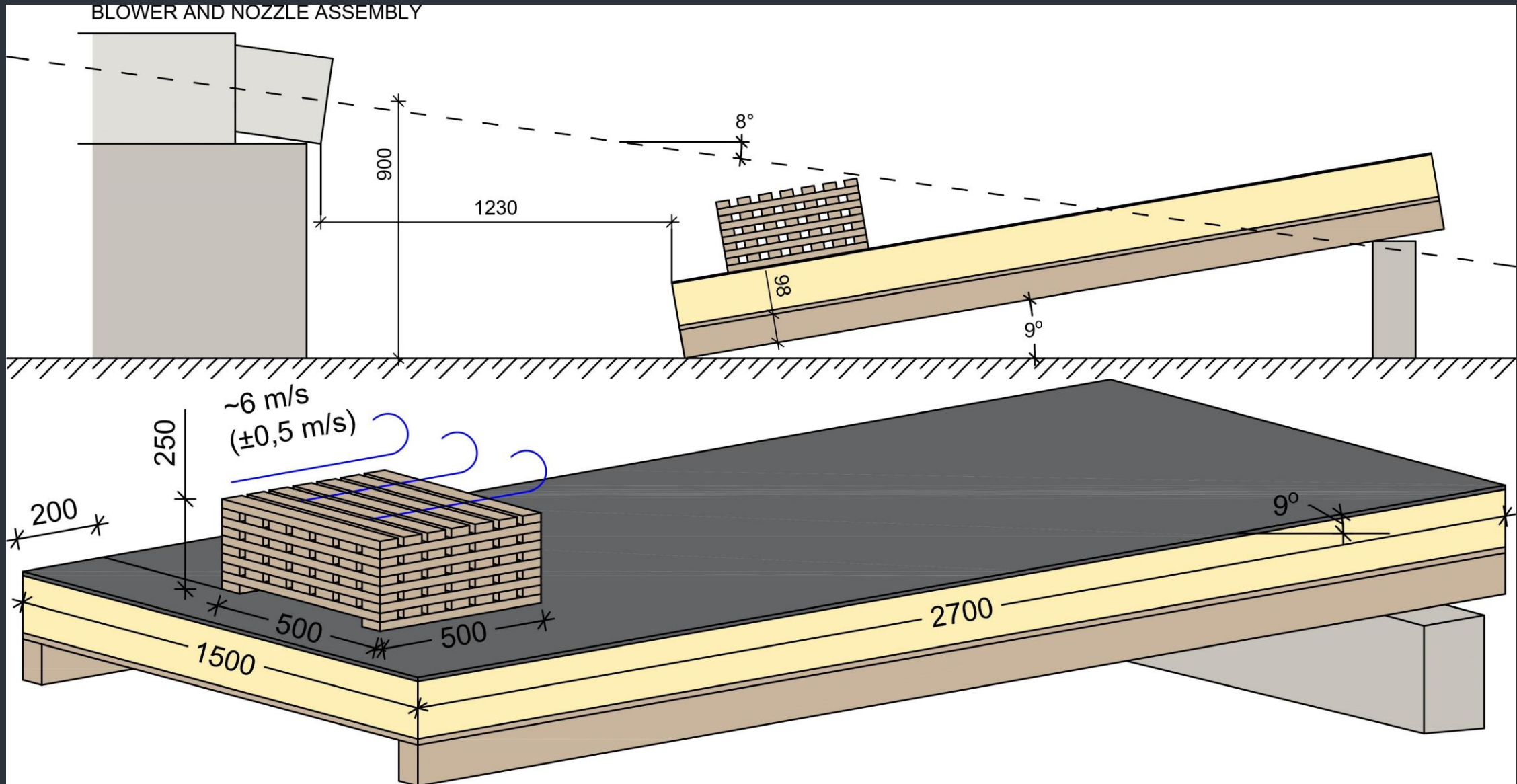
- instrumentointi
- kokeiden suorittaminen
- datankeruu

Palotekninen Insinööritoimisto Markku Kauriala Oy:

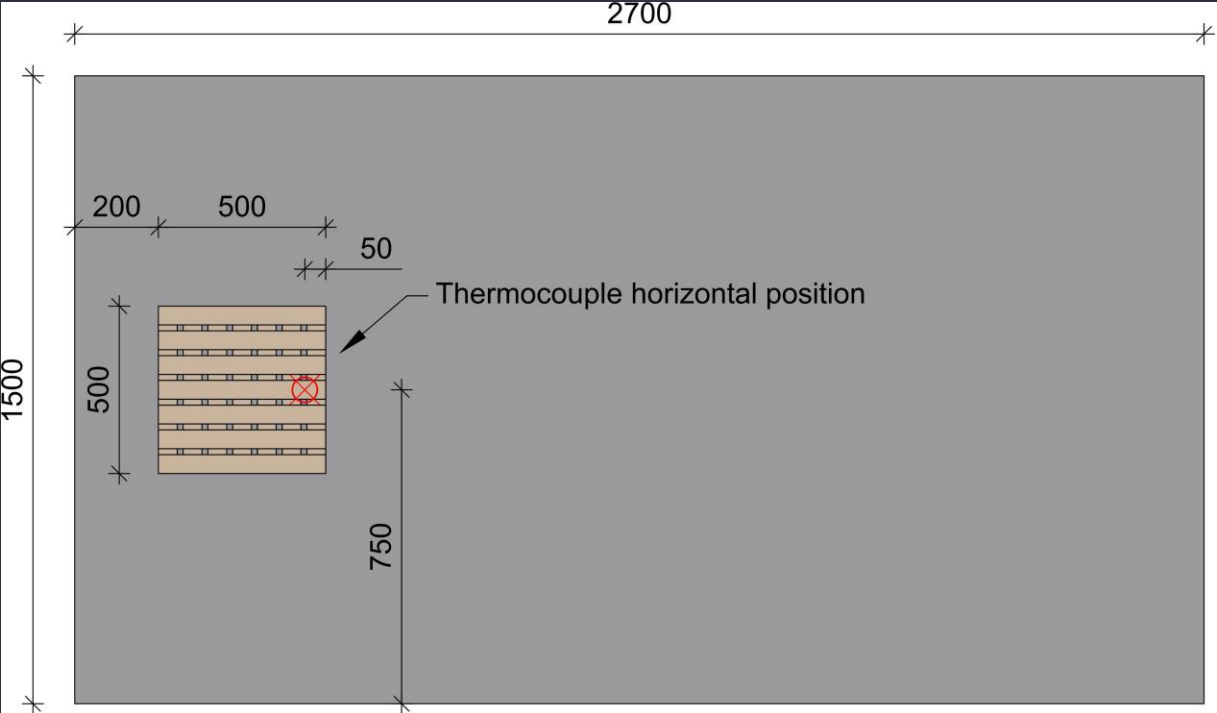
- kokeiden seuranta paikan päällä
- valokuvat
- tulosten raportointi



KOEJÄRJESTELY



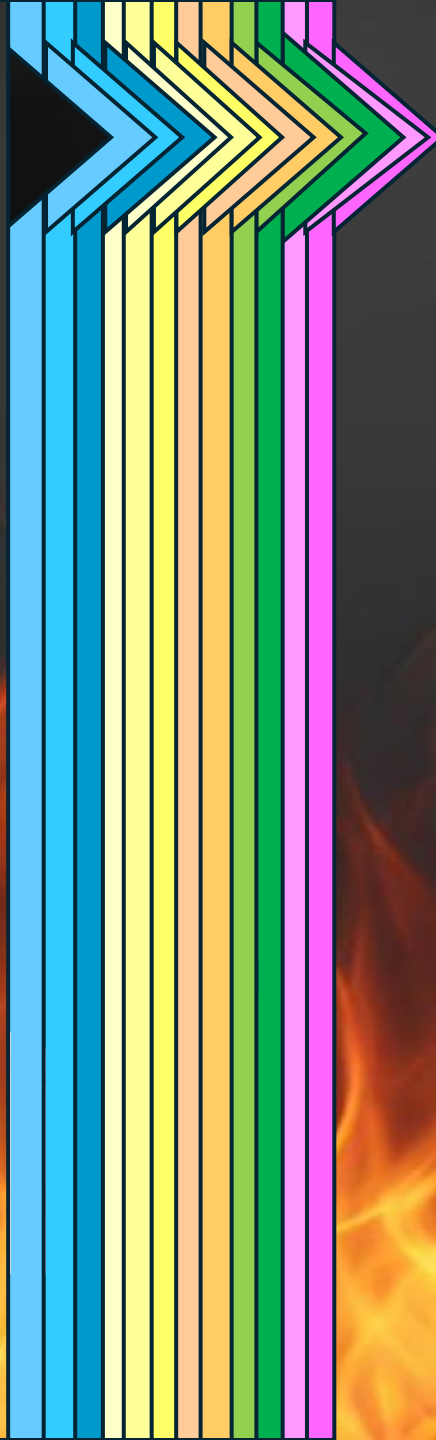
TERMOELEMENTTIEN SIJAINTI



	Alin ↓	Keski ↓	Ylin ↓
	Thermo- Couple CH1 depth	Thermo- Couple CH2 depth	Thermo- Couple CH3 depth
Sample 1	230 mm	115 mm	30 mm
Sample 2	200 mm	100 mm	30 mm
Sample 3	200 mm	100 mm	30 mm
Sample 4	150 mm	75 mm	30 mm
Sample 5	150 mm	75 mm	30 mm
Sample 6	150 mm	75 mm	30 mm
Sample 7	260 mm	130 mm	30 mm
Sample 8	260 mm	130 mm	60 mm
Sample 9	260 mm	130 mm	30 mm
Sample 10	260 mm	130 mm	30 mm
Sample 11	160 mm	95 mm	30 mm
Sample 12	180 mm	125 mm	50 mm

PALO- KOEET

- 1-3 Muovieriste
- 4-6 PIR (Recticel)
- 7-8 Lasivilla
- 9-10 Kivivilla
- 11 Kivi- ja lasivilla
- 12 PIR ja lasivilla

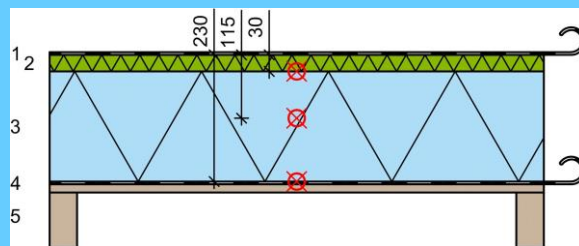


PALO- KOEET

- 1-3 Muovieriste
- 4-6 PIR (Recticel)
- 7-8 Lasivilla
- 9-10 Kivivilla
- 11 Kivi- ja lasivilla
- 12 PIR ja lasivilla

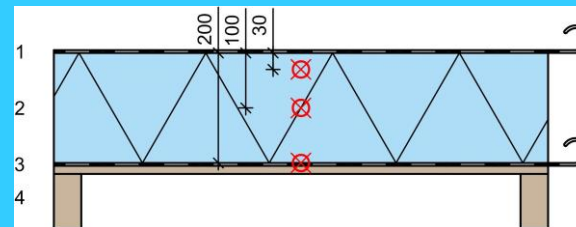
Koe 1

1. Bitumikate
2. 30 mm kivivilla
- (tuuletusuritettu)
3. 200 mm muovieriste
4. Höyrynsulku (PE)
5. Vaneri



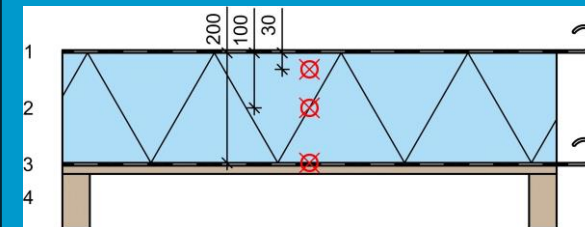
Koe 2

1. PVC-kate
2. 200 mm muovieriste
3. Höyrynsulku (PE)
4. Vaneri



Koe 3

1. Bitumikate
2. 200 mm muovieriste
3. Höyrynsulku (PE)
4. Vaneri

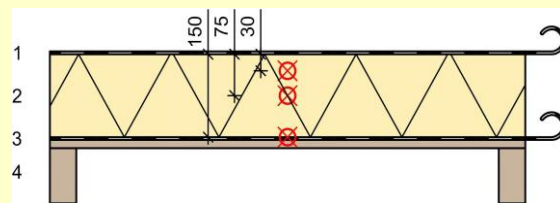


PALO- KOEET

- 1-3 Muovieriste
- 4-6 PIR (Recticel)
- 7-8 Lasivilla
- 9-10 Kivivilla
- 11 Kivi- ja lasivilla
- 12 PIR ja lasivilla

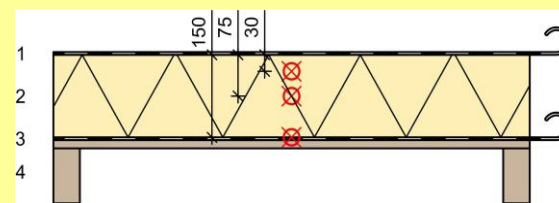
Koe 4

1. Bitumikate
2. 150 mm PIR
(Recticel Eurothane
Silver E FR)
3. Höyrynsulku (PE)
4. Vaneri



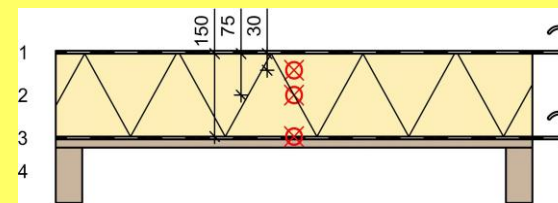
Koe 5

1. PVC-kate
2. 150 mm PIR
(Recticel Eurothane
Silver E FR)
3. Höyrynsulku (PE)
4. Vaneri



Koe 6

1. Bitumikate
2. 150 mm PIR
(Recticel Eurothane
Silver E FR)
3. Höyrynsulku (PE)
4. Vaneri

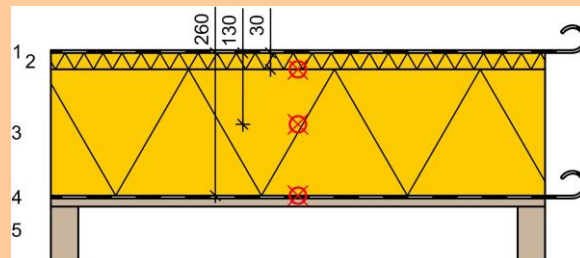


PALO- KOEET

- 1-3 Muovieriste
- 4-6 PIR (Recticel)
- 7-8 Lasivilla
- 9-10 Kivivilla
- 11 Kivi- ja lasivilla
- 12 PIR ja lasivilla

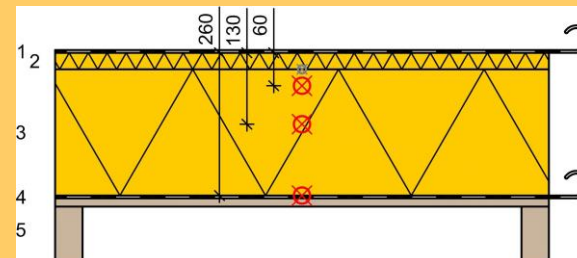
Koe 7

- 1. PVC-kate
- 2. 30 mm lasivilla
- 3. 230 mm lasivilla
- 4. Höyrynsulku (PE)
- 5. Vaneri



Koe 8

- 1. Bitumikate
- 2. 30 mm lasivilla
- 3. 230 mm lasivilla
- 4. Höyrynsulku (PE)
- 5. Vaneri

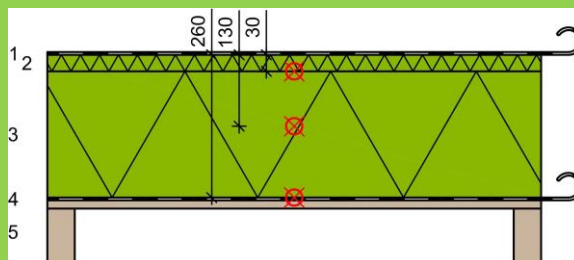


PALO- KOEET

- 1-3 Muovieriste
- 4-6 PIR (Recticel)
- 7-8 Lasivilla
- 9-10 Kivivilla
- 11 Kivi- ja lasivilla
- 12 PIR ja lasivilla

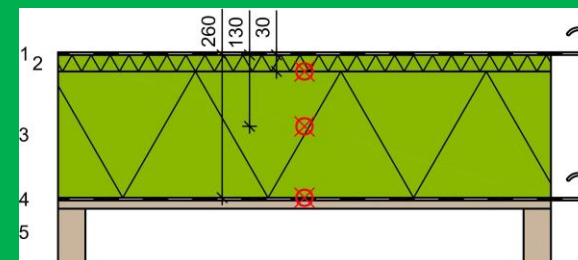
Koe 9

- 1. PVC-kate
- 2. 30 mm kivivilla (tuuletusuritettu)
- 3. 230 mm kivivilla
- 4. Höyrynsulku (PE)
- 5. Vaneri



Koe 10

- 1. Bitumikate
- 2. 30 mm kivivilla (tuuletusuritettu)
- 3. 230 mm kivivilla
- 4. Höyrynsulku (PE)
- 5. Vaneri

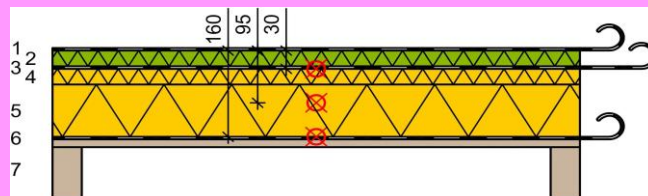


PALO- KOEET

- 1-3 Muovieriste
- 4-6 PIR (Recticel)
- 7-8 Lasivilla
- 9-10 Kivivilla
- 11 Kivi- ja lasivilla
- 12 PIR ja lasivilla

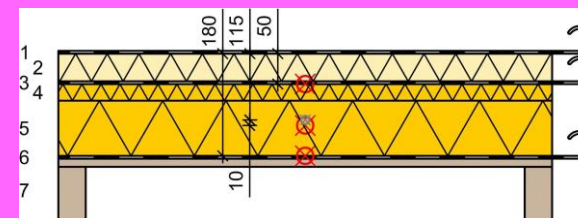
Koe 11

- 1. PVC-kate
- 2. 30 mm kivivilla (tuuletusuritettu)
- 3. Bitumikate
- 4. 30 mm lasivilla
- 5. 100 mm lasivilla (tuuletusuritettu)
- 6. Höyrynsulku (PE)
- 7. Vaneri



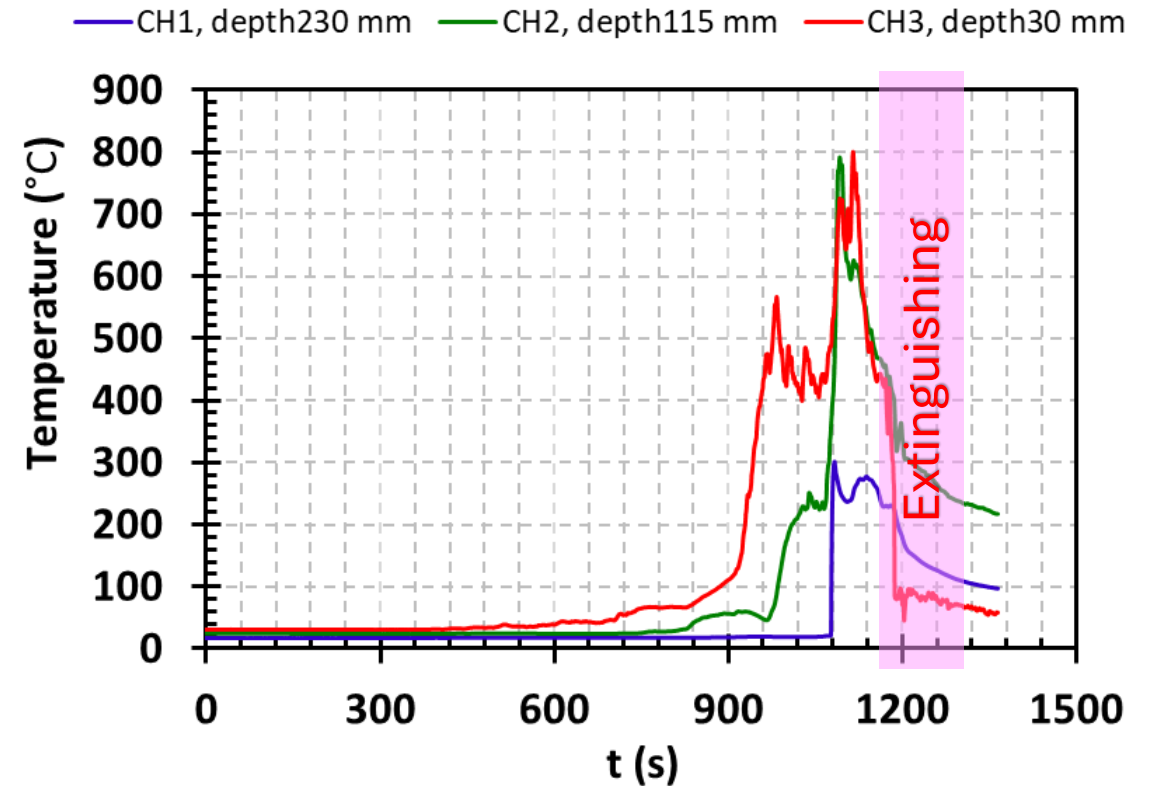
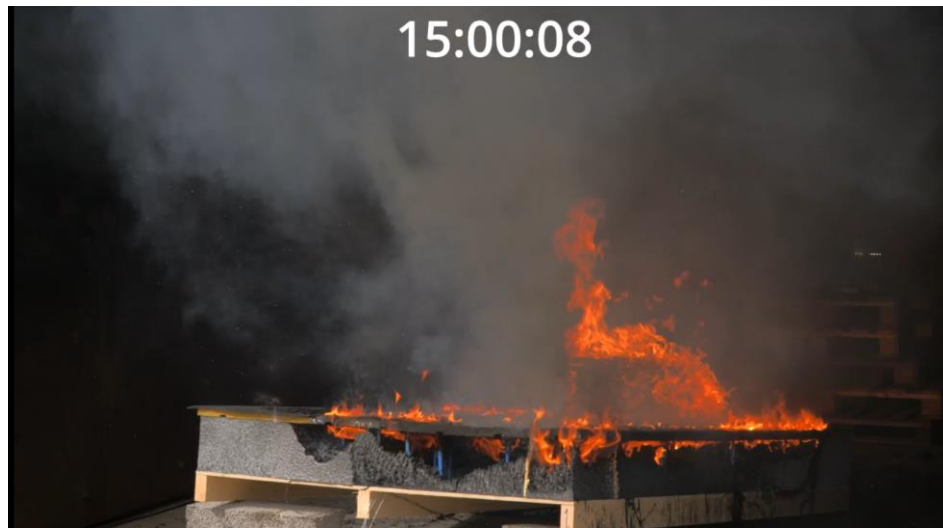
Koe 12

- 1. PVC-kate
- 2. 50 mm PIR (Recticel Eurothane Silver E FR)
- 3. Bitumikate
- 4. 30 mm lasivilla
- 5. 100 mm lasivilla (tuuletusuritettu)
- 6. Höyrynsulku (PE)
- 7. Vaneri



KOE 1

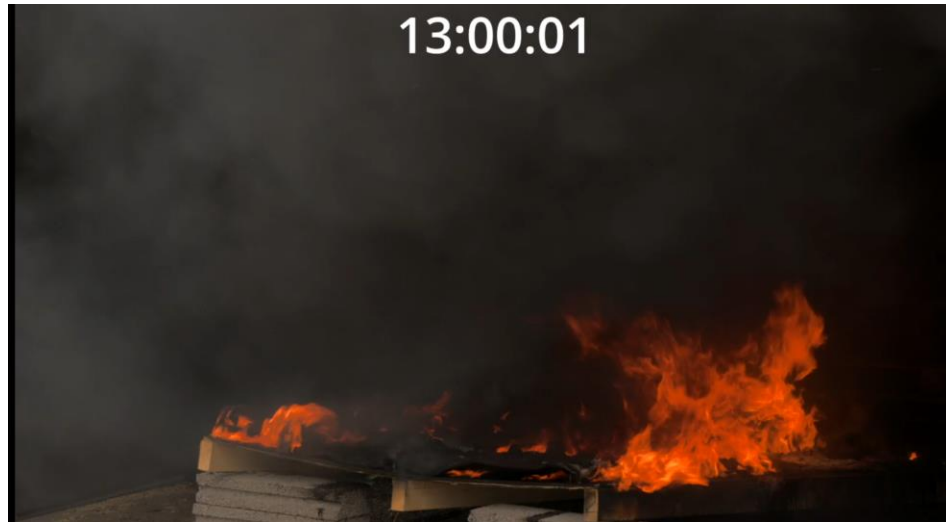
bitumikate + kivivilla & muovieriste



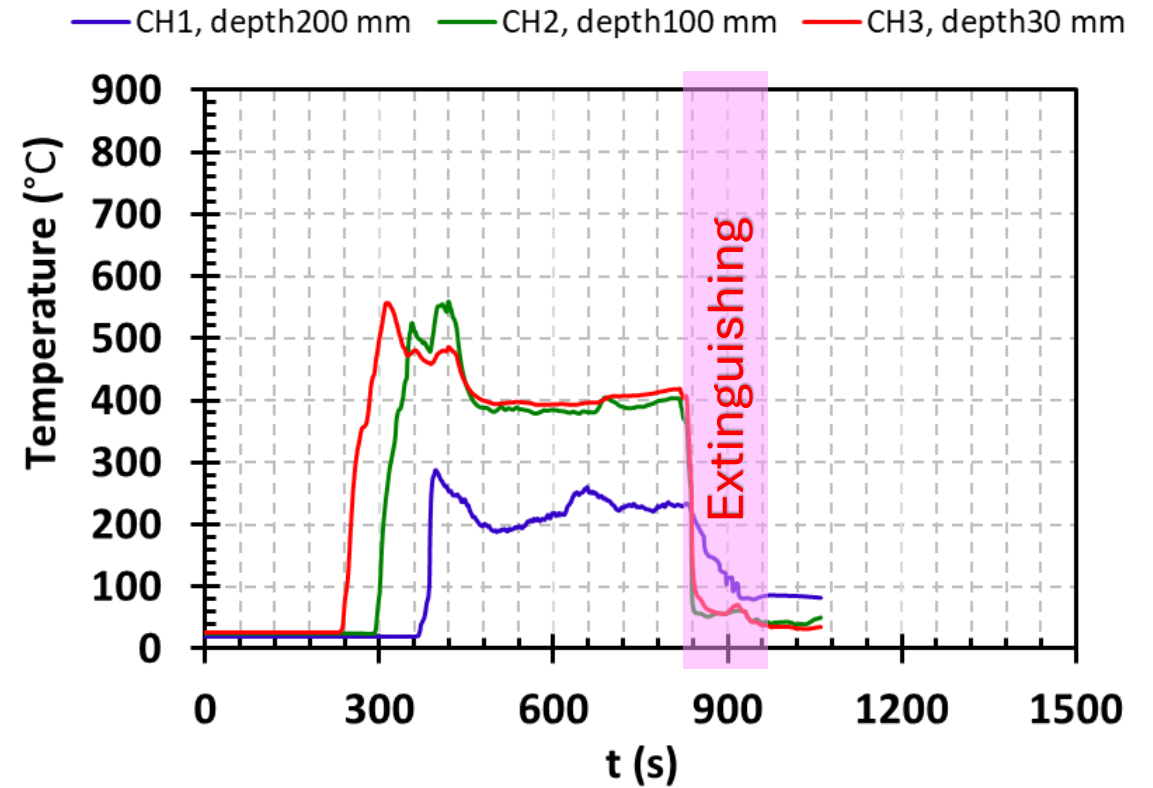
Bitumi ja muovieriste sulivat palon vaikutuksesta.
Kivivilla suojasi alempia materiaalikerroksia.
Koekappale paloi loppuun.

KOE 2

PVC-kate + muovieriste



Eriste suli palon vaikutuksesta.
Koekappale paloi loppuun.

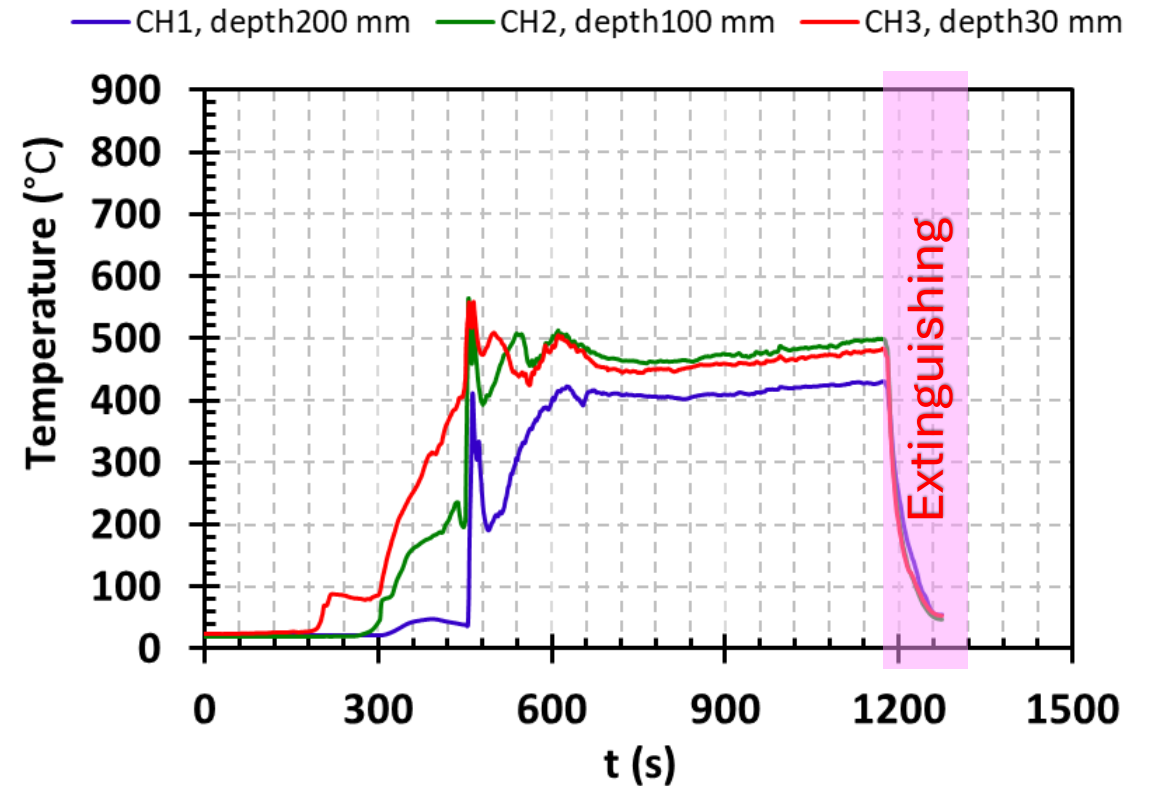


KOE 3

bitumikate + muovieriste

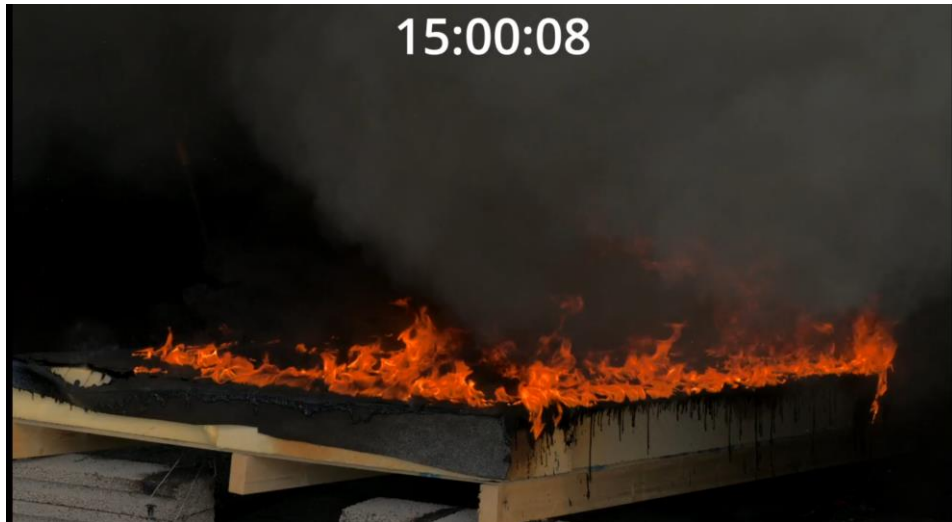


Bitumi ja eriste sulivat palon vaikutuksesta.
Koekappale paloi loppuun.



KOE 4

bitumikate + PIR

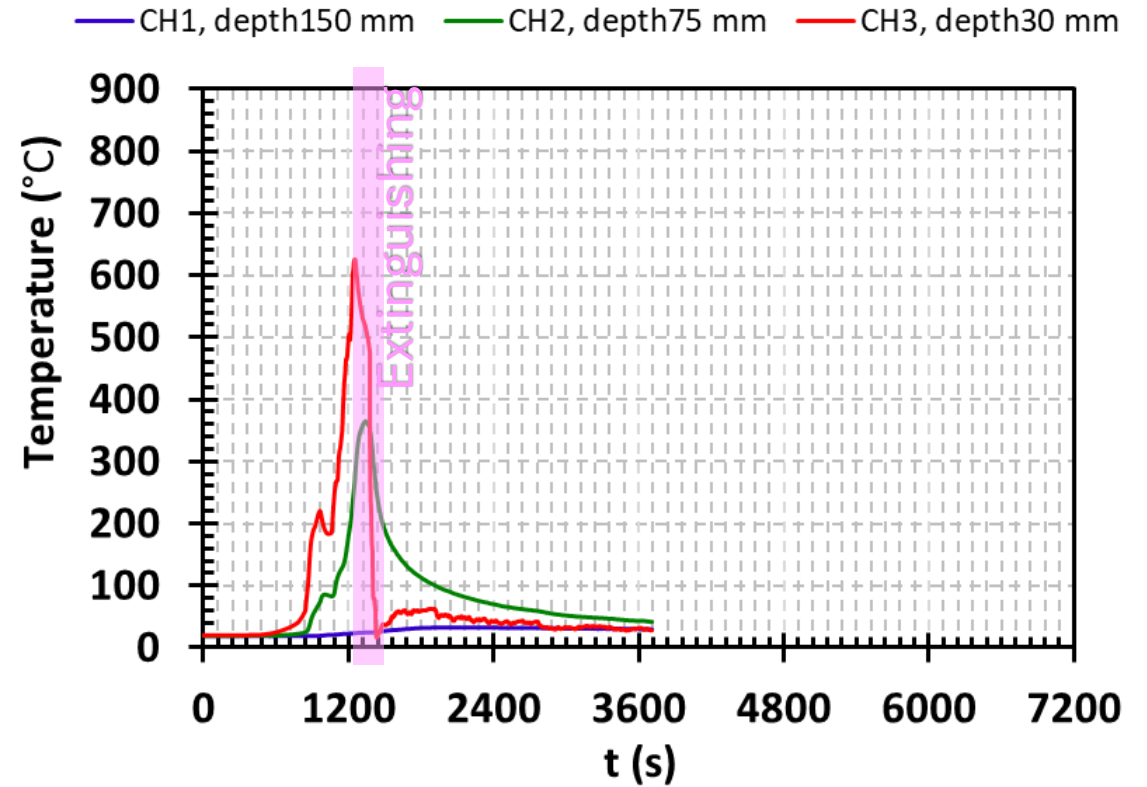


**lämpötiladata ei tallentunut*

Bitumi suli ja PIR hiiltyi.
Eriste vaurioitui alkupalon kohdalta.
Höyrynsulku vaurioitumaton.

KOE 5

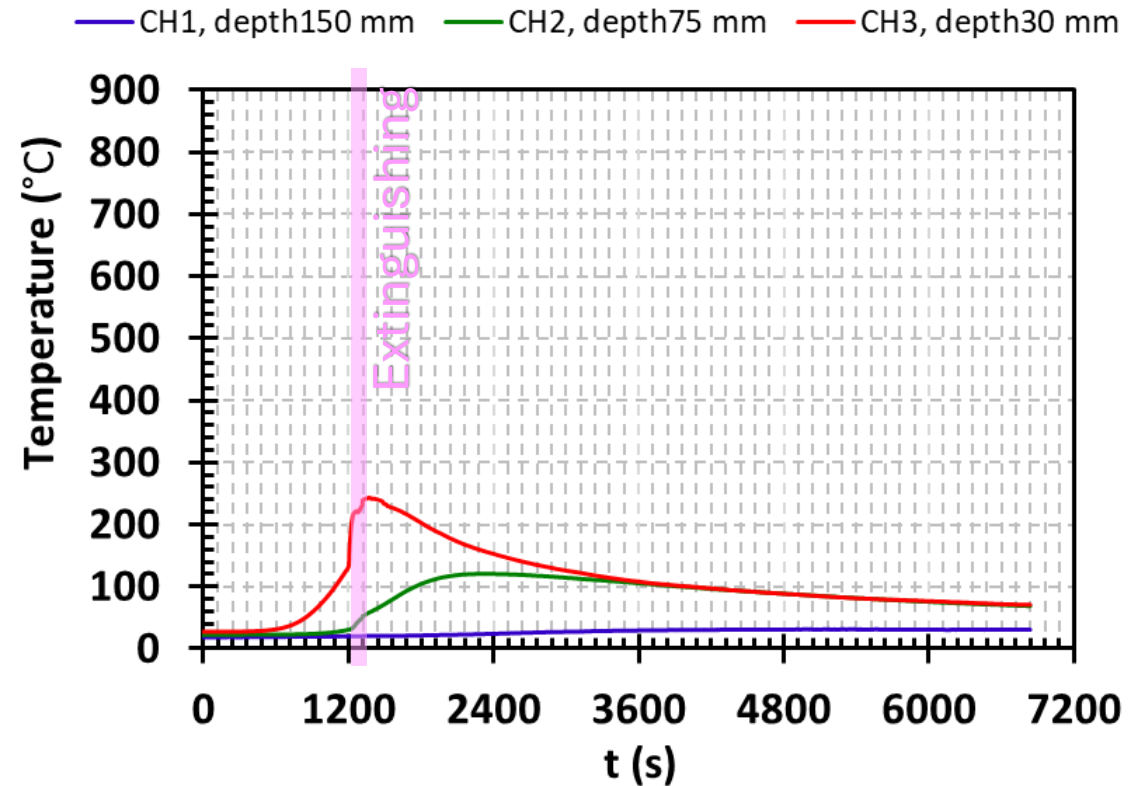
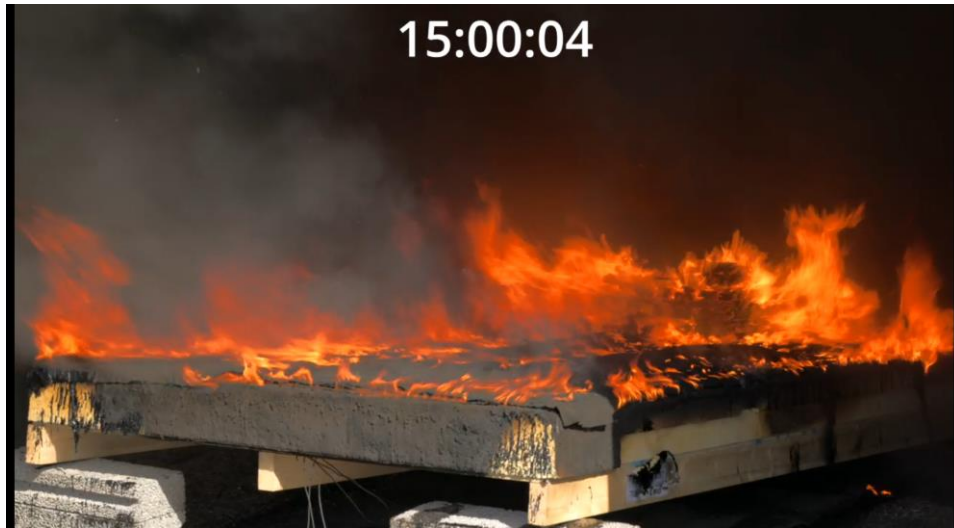
PVC-kate + PIR



PVC ja PIR hiiltivät.
Eriste hiiltyi koko syvyydeltä alkupalon kohdalta.
Höyrynsulku vaurioitui alkupalon kohdalta.

KOE 6

bitumikate + PIR



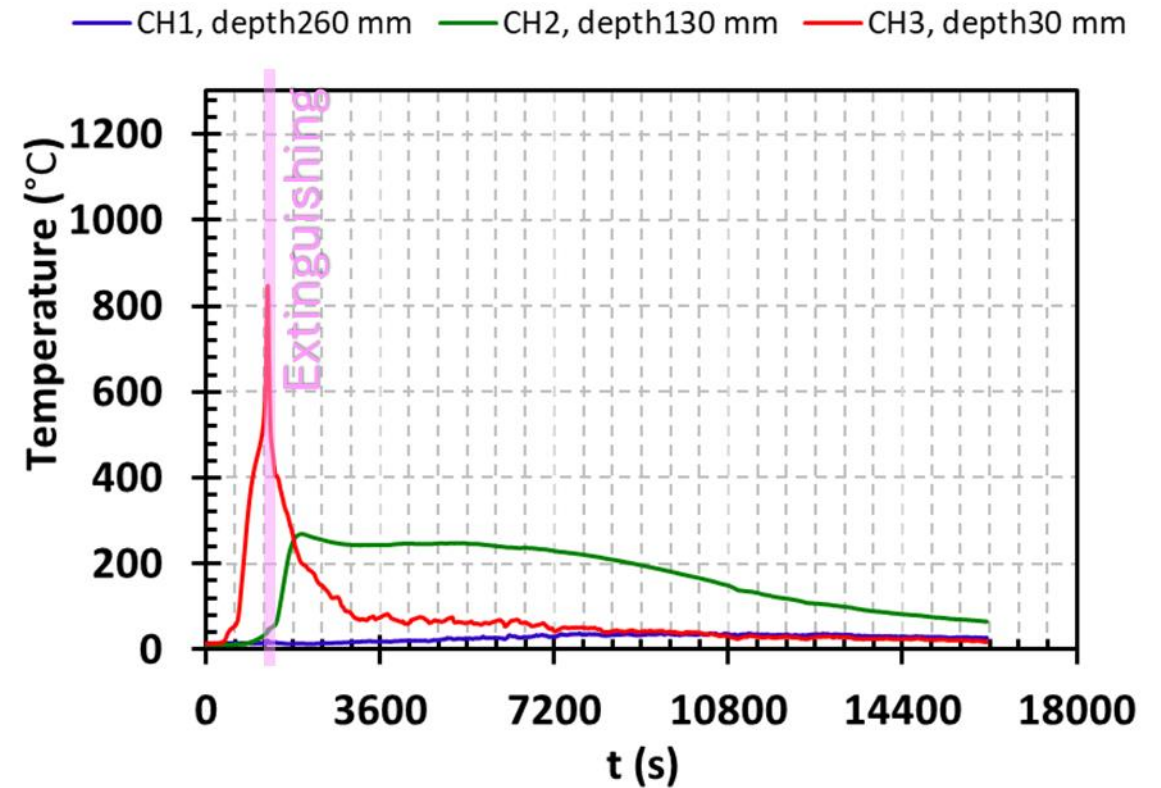
Bitumi sulii ja PIR hiiltii.

Eriste hiiltii syvyysuunnassa noin puoliväliin asti alkupalon kohdalta.

Höyrynsulku vaurioitumaton.

KOE 7

PVC-kate + lasivilla



PVC hiiltäi.

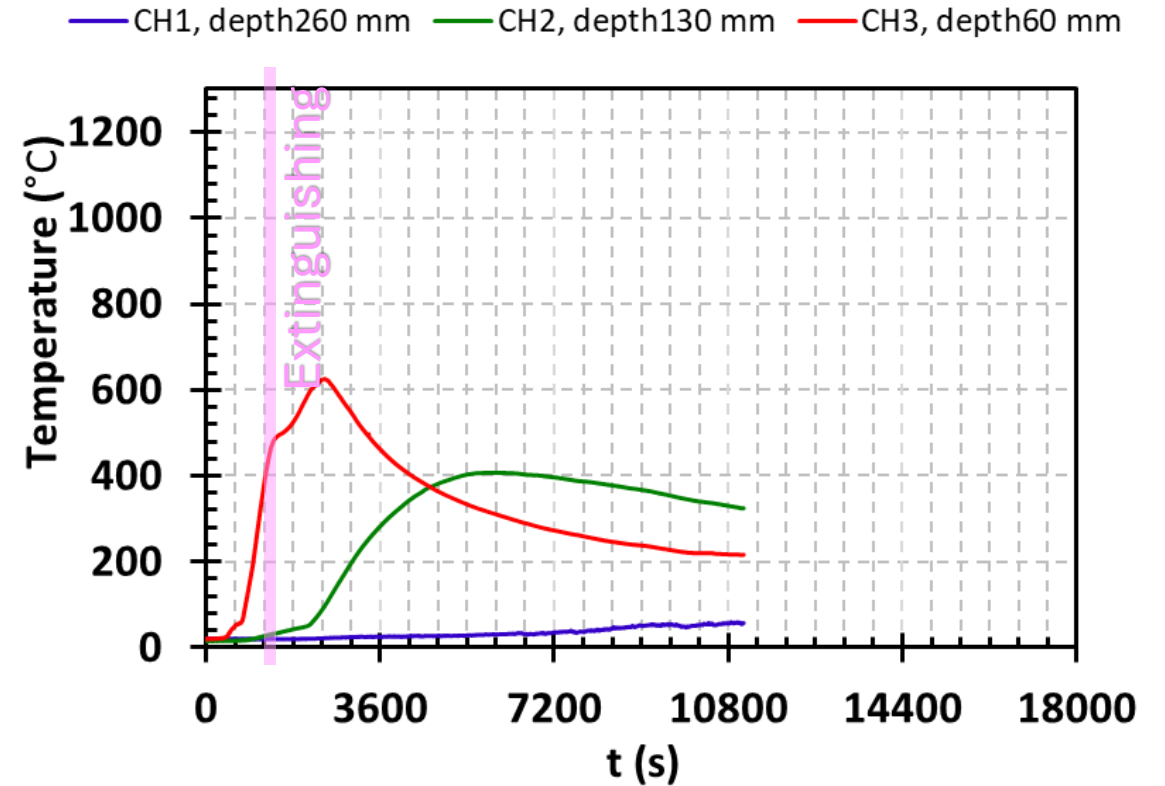
Eriste varasi lämpöä, mikä pidensi jäähtymisvaihetta.

Eriste vaurioitui lähes koko syvyydeltä alkupalon kohdalta.

Höyrynsulussa paikallinen vaurio.

KOE 8

bitumikate + lasivilla



Bitumi suli.

Lämpötila nousi sammutuksen jälkeen (jälkilämmönsiirto tai kytöpalo).

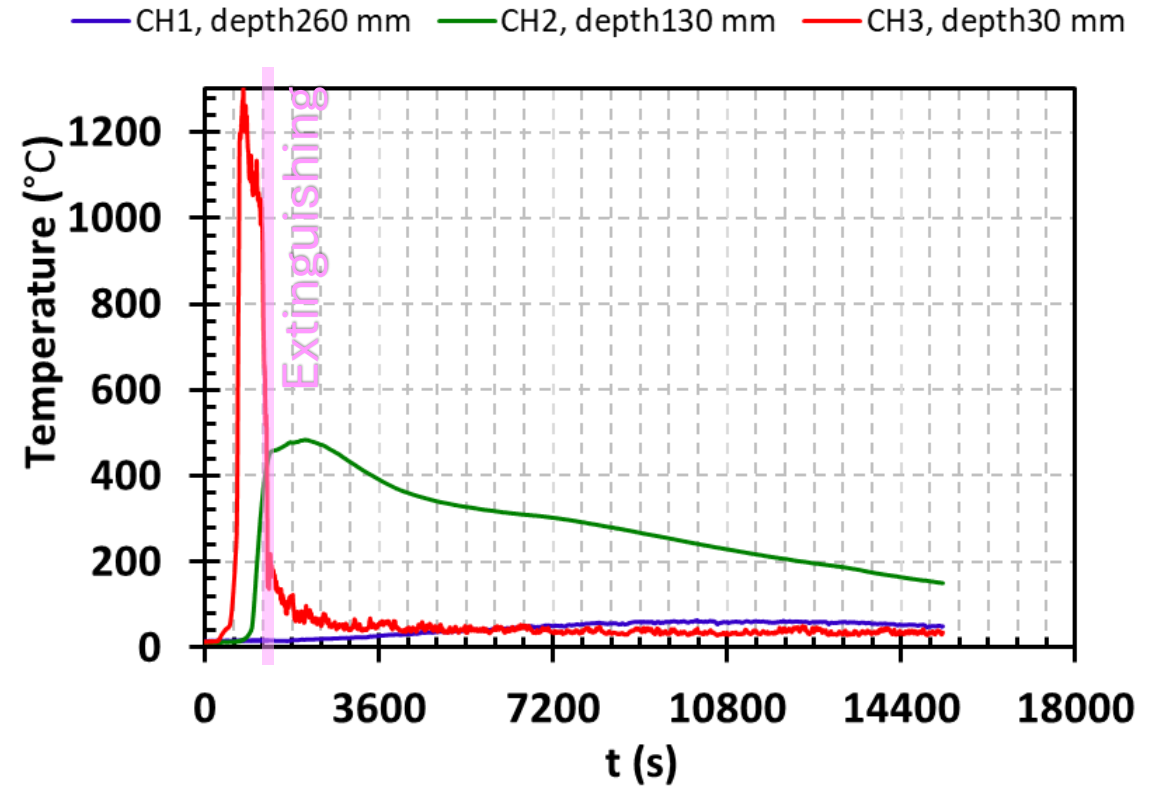
Eriste varasi lämpöä, mikä pidensi jäähtymisvaihetta.

Eriste vaurioitui lähes koko syvyydeltä.

Höyrynsulku vaurioitui koko alueelta.

KOE 9

PVC-kate + kivivilla



PVC hiiltui.

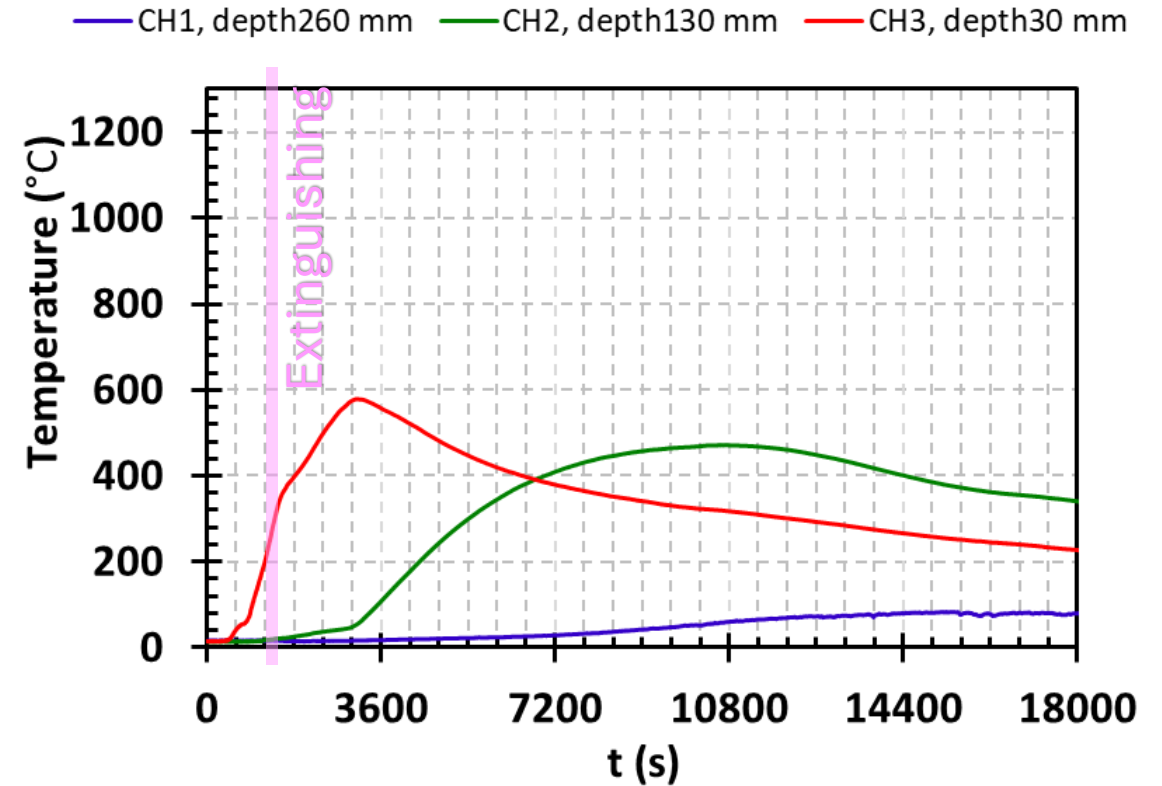
Eriste varasi lämpöä, mikä pidensi jäähtymisvaihetta.

Eriste vaurioitui lähes koko syvyydeltä alkupalon kohdalta.

Höyrynsulku vaurioitui alkupalon kohdalta.

KOE 10

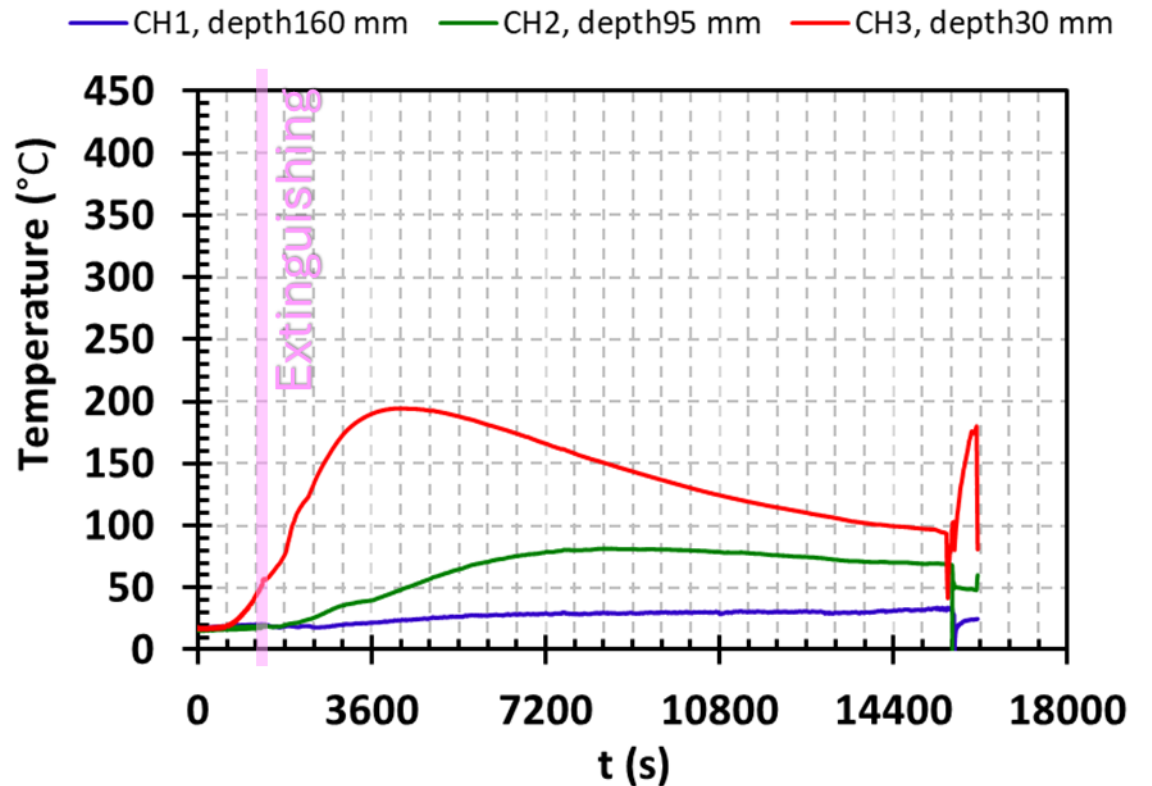
bitumikate + kivivilla



Bitumi suli palon aikana.
Eriste varasi lämpöä, mikä pidensi jäähtymisvaihetta.
Eriste vaurioitui koko syvyydeltä alkupalon kohdalta.
Höyrynsulku vaurioitui koko alueelta.

KOE 11

PVC-kate + kivivilla + bitumi + lasivilla



Kivivillan lämpötila säilyi korkeana jäähtymisvaiheessa, bitumi syttyi uudelleen (CO₂-sammuttimella ei jäähdyttävää vaikutusta).

Alemmassa villakerroksessa tuuletusuritus → O₂

Eriste vaurioitui lähes koko syvyydeltä alkupalon kohdalta.

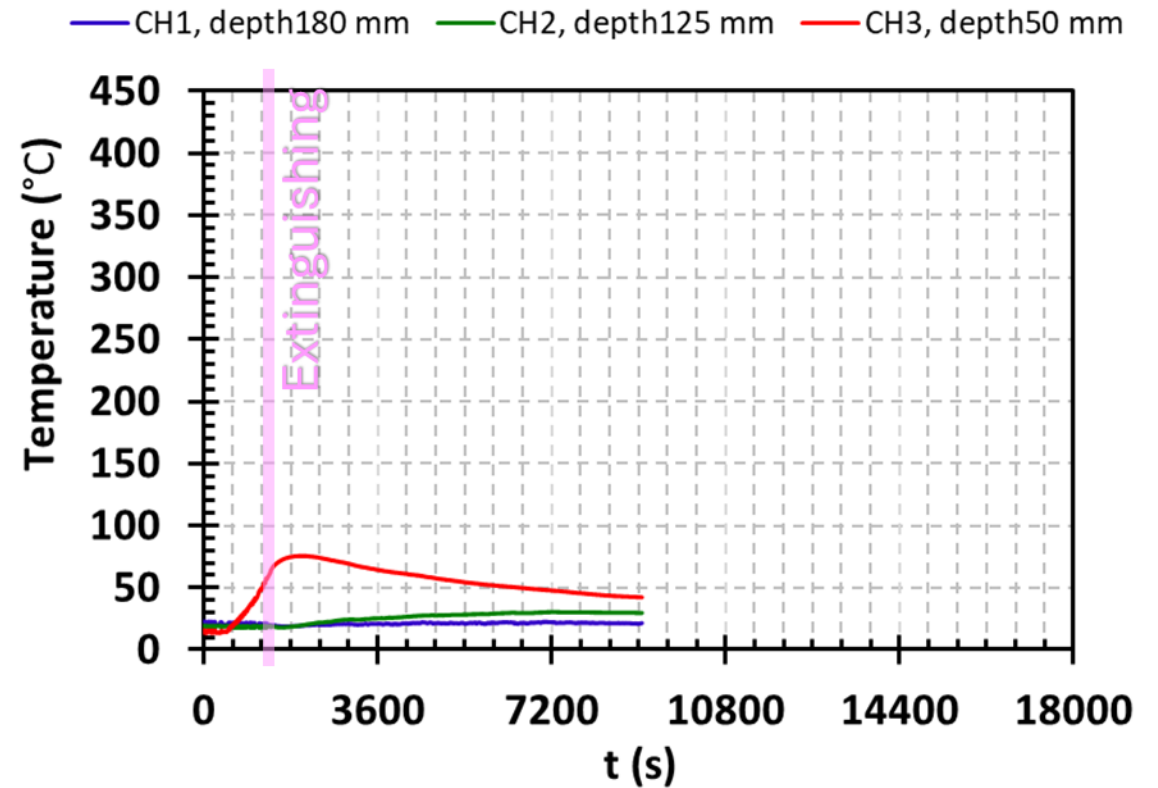
Höyrynsulussa paikallinen vauria aulkupalon kohdalla.

KOE 12

PVC-kate + PIR + bitumi + lasivilla



PIR hiiltäi koko syvyydeltä.
Bitumi suli paikallisesti.
Ylin lasivillakerros vaurioitui hieman.
Alempi lasivillakerros vaurioitumaton.
Höyrynsulku vaurioitumaton.



VALOKUVIA KOKEIDEN JÄLKEEN



Koe 5



Koe 6

VALOKUVIA KOKEIDEN JÄLKEEN, KOE 12



HAVAINTOJA KENTTÄKOKEISTA

- Yksittäisten materiaalikerrosten palokäyttäytyminen vaikutti palon etenemiseen rakenteessa sekä syntyviin vaurioihin.
- Katemateriaalin palokäyttäytyminen vaikutti koekappaleen syttymisnopeuteen, palon leviämiseen koekappaleen pinnalla sekä palavien pisaroiden esiintymiseen
 - Palamaton tai lähes palamaton katteen alapuolinen eristemateriaali vähensi katteen vaurioita, kun katemateriaali oli hiiltyvä.
- Koekappaleet, joissa oli palamaton, lähes palamaton tai hiiltyvä eriste ylimpänä eristekerroksena olivat palonkestoltaan parempia.
 - Palamaton eriste pidensi palavan eristeen syttymisaikaa.
 - Hiiltyvä eriste (PIR) suojasi hyvin alempia materiaalikerroksia.



Kiitos mielenkiinnosta!

