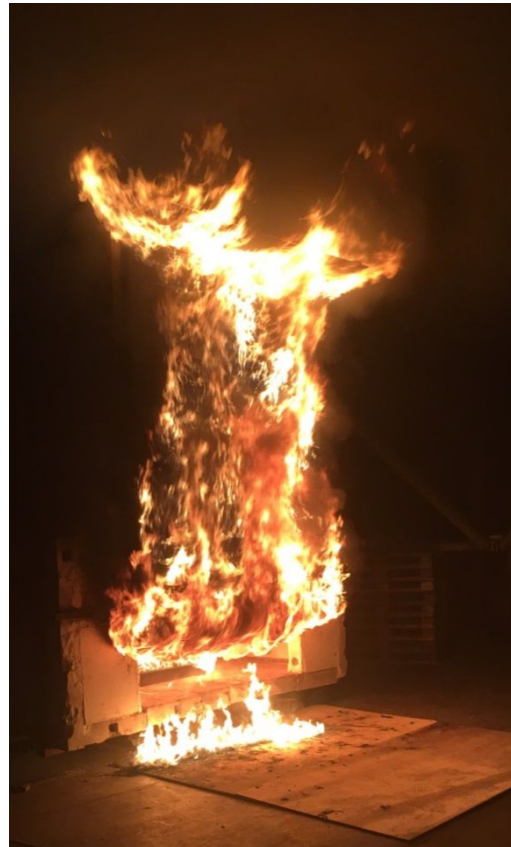


InnoBYG spireprojekt:

# Brandpåvirkning af biobaserede facadesystemer – Resultater fra facadebrandprøvninger

---



**Dato**  
**Forfatter**

: Januar 2017  
: Anders Dragsted, DBI



# Indhold

<b>1</b>	<b>INTRODUKTION</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>BAGGRUND</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>FORMÅL</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>SPONSORER</b>	<b>5</b>
<b>1.4</b>	<b>KONKLUSION</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>TESTPROCEDURE</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>TESTOPSTILLING</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>BRANDLAST</b>	<b>8</b>
<b>2.3</b>	<b>MÅLEINSTRUMENTER</b>	<b>8</b>
<b>2.4</b>	<b>OVERSIGT TESTEDE FACADESYSTEMER</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>TEST 1.1</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>TEST 1.2</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET</b>	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>TEST 1.3</b>	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET</b>	<b>24</b>
<b>5.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>TEST 2.1</b>	<b>31</b>
<b>6.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET</b>	<b>31</b>
<b>6.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>TEST 2.2</b>	<b>37</b>
<b>7.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET</b>	<b>37</b>
<b>7.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>TEST 2.3</b>	<b>44</b>



<b>8.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET .....</b>	<b>44</b>
<b>8.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER .....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>TEST 3.1 .....</b>	<b>51</b>
<b>9.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET .....</b>	<b>51</b>
<b>9.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER .....</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>TEST 3.2 .....</b>	<b>57</b>
<b>10.1</b>	<b>BESKRIVELSE AF FACADESYSTEMET .....</b>	<b>57</b>
<b>10.2</b>	<b>OBSERVATIONER OG MÅLINGER .....</b>	<b>59</b>
<b>BILAG 1:</b>	<b>SP FIRE 105 TESTRIG .....</b>	<b>63</b>



# 1 Introduktion

Nærværende rapport er udarbejdet ifm. InnoBYG spireprojektet "Brandpåvirkning af bio-baserede facadesystemer".

Rapporten indeholder observationer fra en række gennemførte facadebrandtests, der blev udført på DBI i efteråret 2016.

Det skal bemærkes, at testene ikke blev udført som klassifikationstests. Dvs. resultaterne kan ikke anvendes som dokumentation for opfyldelse af specifikke klassifikationskrav fra fx "Eksempelsamling om brandsikring af byggeri".

## 1.1 Baggrund

---

I byggeriet er der en stigende efterspørgsel efter byggevarer med en positiv "bæredygtighedsprofil". I denne sammenhæng bliver fokus i stigende grad rettet mod produkter baseret på biologisk nedbrydelige materialer. Denne tendens gælder også bygningers facader, men anvendelsen er ofte begrænset af, at brandsikkerheden ikke er tilstrækkeligt dokumenteret.

Ved byggeri i Danmark anvendes ofte anvisningerne i "Eksempelsamling om brandsikring af byggeri" som udgangspunkt for design af de brandtekniske løsninger. Anvisningerne anses af myndighederne at give et tilstrækkeligt brandsikkerhedsniveau. Andre løsninger er fuldt lovlige, men her står bygherre – eller dennes rådgivere – med en større dokumentationsbyrde.

Udfordringen for bio-baserede facadesystemer er, at de ofte ikke vil kunne leve op til anvisningerne i Eksempelsamlingen og de anvendte klassifikationstests. Dette skyldes bl.a. at Eksempelsamlingen primært forholder sig til enkeltkomponenter fremfor systemer og ofte vurderer lagdelte konstruktioner ud fra det brandmæssigt ringeste lag. Desuden anvendes samme klassifikationsmetode til både indvendige og udvendige overflader. Og det til trods for, at brandbelastningen fra en virkelig brand på en facade vil være væsentlig forskellig fra brandbelastningen på indvendige overflader i en bygning.

I mange lande anvendes særlige facadebrandtests, men i Danmark er dokumentation på baggrund af facadetests (SP FIRE 105) først blevet indarbejdet i Eksempelsamlingen i 2012. Først begrænset til énfamiliehuse, rækkehuse m.m. og senest i 2016 udvidet til visse industri- og lagerbygninger i én etage.

## 1.2 Formål

---

De gennemførte facadetests havde følgende formål:

- At illustrere hvordan udvalgte facadesystemer reagerer på en brandbelastning der er mere virkelighedsnær end de brandtests der normalt anvendes til dokumentation i Danmark.
- At aktører i den danske byggebranche opnår erfaring med facadebrandtests og bevidstgøres om mulighederne for at anvende facadetests som dokumentationsgrundlag.
- At producenter og designere af byggevarer inspireres til produktudvikling.



Formålet er søgt opfyldt ved at gennemføre i alt 8 facadebrandtests. Udvalgte byggevarereleverandører har ønsket at bidrage med materialer til testene for at opnå mere viden om deres egne produkter. Derudover blev testene gennemført på tre arrangementer, hvor det var muligt for interesserede at tilmelde sig for at overvære testene. Efter hver test blev det testede facadesystem skåret op for at de tilstedeværende havde mulighed for at se, hvordan materialerne inde i facadesystemet var påvirket.

Formålet var ikke at foretage en direkte sammenligning mellem de testede facadesystemer.

### 1.3 Sponsorer

---

Projektet er gennemført som spireprojekt i InnoBYG – Innovationsnetværket for bæredygtigt byggeri.

Følgende virksomheder har støttet projektet med materialer og praktisk hjælp til montage:

- CBI Danmark
- Frøslev Træ
- Superwood
- KKS Woodfiber
- Moelven
- Nature Impact
- BS False

### 1.4 Konklusion

---

Generelt kan det konkluderes, at det er svært at foretage visuelle observationer af facadesystemernes formåen under selve facadebrandtesten. Dette skyldes karakteren af testen hvor plumen fra brandkammeret er så voldsom at den dækker en stor del af facaden. Det gør det svært at differentiere facadesystemets bidrag af flammer og røg fra heptanbålets bidrag. Energibidraget fra facadesystemet måles dog indirekte vha. temperaturmålingerne i toppen af prøveemnet, men kun som en relativ størrelse der kan sammenlignes med temperaturmålinger fra tilsvarende facadeprøvninger fx med et ubrændbart facadesystem.

I prøvningerne med træbaseret yderbeklædning var der kraftig forbrænding og hel eller delvis bortbrænding af beklædningen. Dette var dog ikke tilfældet for den brandimprægnerede beklædning, hvor der kun var let forkulning af overfladen.

I alle prøvninger var der kun begrænset eller ingen beskadigelse af isoleringen bag vindspærren. En vindspærre der er monteret i tæt forbindelse med den bagvedliggende isolering kan – afhængigt af materialet, tykkelsen og fastgørelsen – både forsinke varmpåvirkningen af isoleringen og reducere tilførslen af ilt.

I alle prøvninger med ventileret hulrum bag yderbeklædningen kunne der konstateres brand i hulrummet. Brand i de ventilerede hulrum har generelt haft gode betingelser, da alle overflader (yderbeklædning, klemlister og vindspærre) var brændbare og da flammer og varme røggasser havde let adgang til hulrummet via ventilationsspalten i bunden mod brandkammeret.



I prøvningerne med grønne vægge kunne der ikke konstateres flammespredning langs overfladen. Planterne brændte væk i midten af facaden, hvor de blev direkte eksponeret for flammer og varm røg, men i kanterne og i den øverste del af facaden var der hele planter tilbage efter prøvningerne. Der kunne ikke konstateres væsentlig forskel på den "friske" og den "udtørrede" plantevæg. Dertil var udtørringstiden på en måned formentlig for kort.

I ingen af prøvningerne kunne der konstateres nedfald af større dele fra facadesystemerne. Kun stumper af yderbeklædningerne faldt ned efterhånden som beklædningen brændte. Ingen af prøvningerne forårsagede svigt i det primære ophængningssystem. Dette var dog ikke overraskende, da de testede konstruktioner var relativt lette og da eksponeringstiden var relativt kort (maks. 15 min).

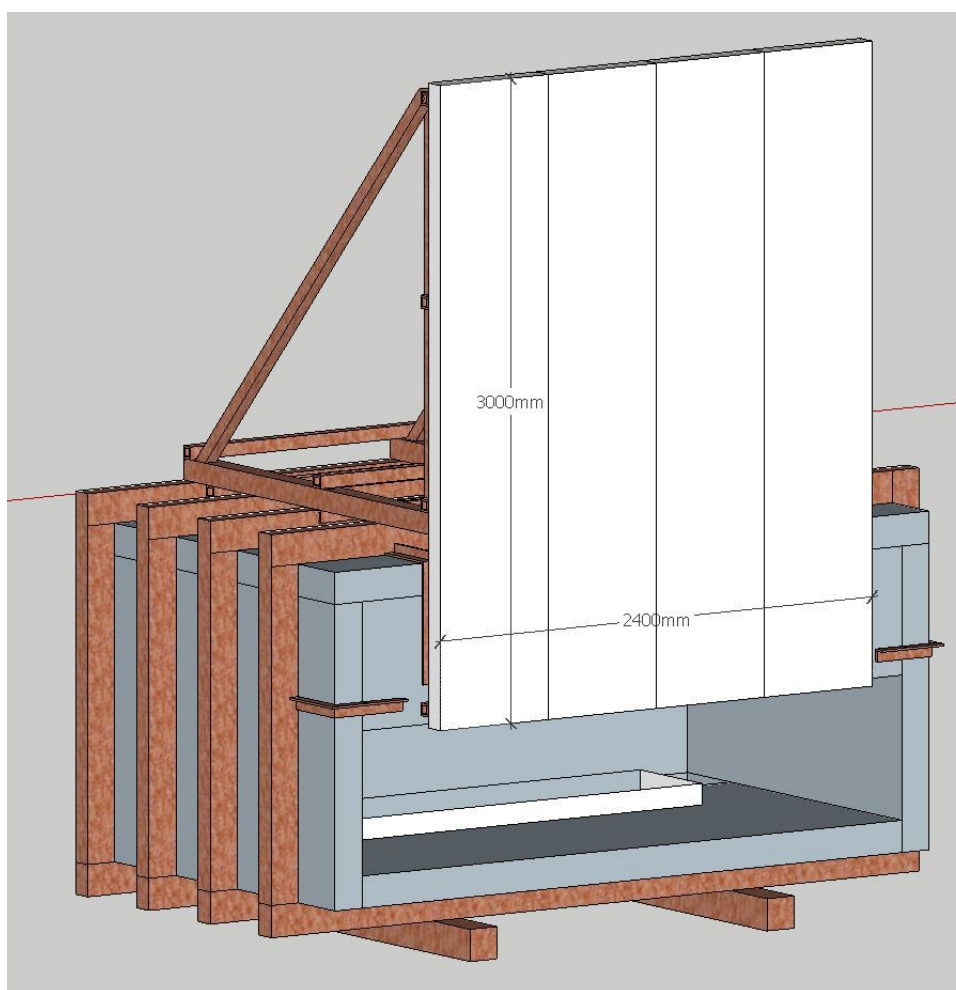
## 2 Testprocedure

Facadetesten tog udgangspunkt i den svenske facadetestmetode SP FIRE 105 "EXTERNAL WALL ASSEMBLIES AND FACADE CLADDINGS - REACTION TO FIRE". Der blev dog foretaget væsentlige modifikationer for at gøre det muligt at udføre testene i DBI's faciliteter samt for at kunne udføre op til tre tests på én dag.

### 2.1 Testopstilling

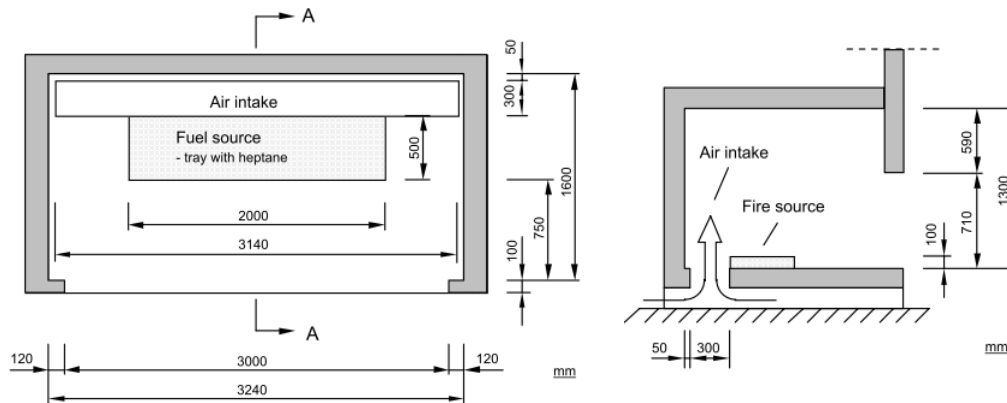
Den anvendte testrig er illustreret i Figur 1. Riggen er modificeret ift. SP FIRE 105 (se bilag). Der er således ikke indbygget fiktive vinduesåbninger og selve facadeelementet er nedskaleret til en bredde på 2,4 m (mod 4,0 m) og en højde på 3,0 m (mod 6,0 m).

Facaden blev monteret på et demonterbart stålstativ, der gjorde det muligt at montere/demontere på relativt kort tid. Derved var det muligt at gennemføre op til tre tests på én dag.



Figur 1: Testrig

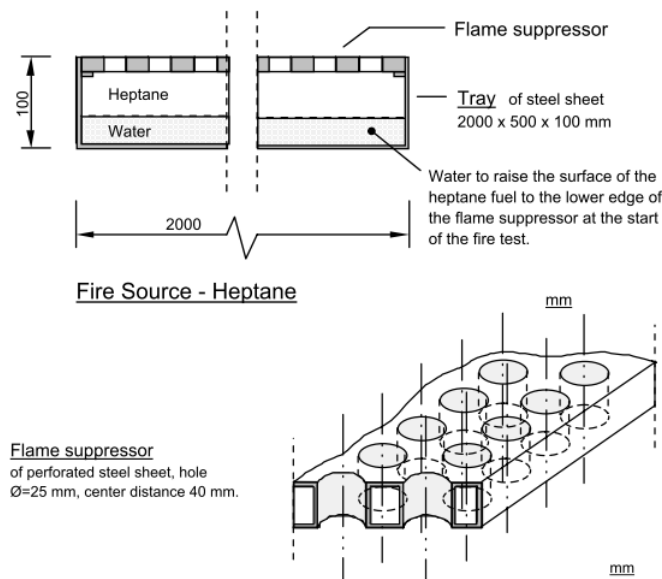
Brandrummet havde dimensioner som angivet i SP FIRE 105. Åbningen var dog reduceret til ca. 540 mm x 1950 mm, så brandeksponeringen blev koncentreret på testobjektet.



Figur 2: Udformning af brandkammer. Åbningen var dog reduceret til ca. 540 mm x 1950 mm

## 2.2 Brandlast

I SP FIRE 105 anvendes et stålkar med 60 liter heptan som illustreret i Figur 3.



Figur 3: Kar med heptan

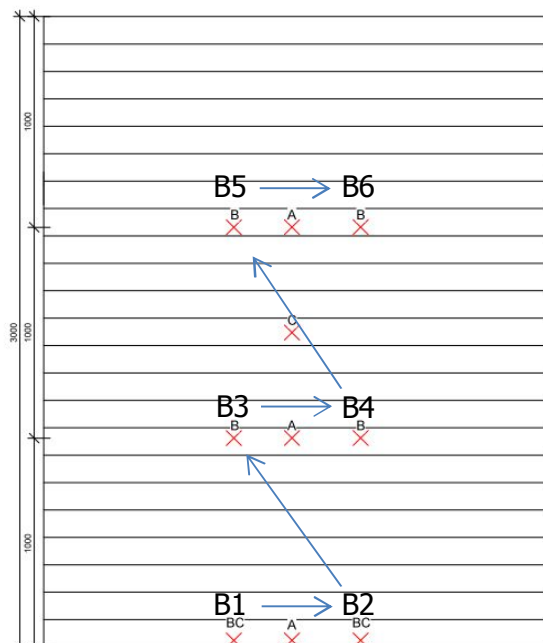
I nærværende tests blev anvendt et kar med det halve overfladeareal og med 20 liter heptan.

## 2.3 Måleinstrumenter

Til at måle temperaturudviklingen under facadebrandprøvningerne blev der monteret thermocouples (temperaturmålere) type K følgende steder:

- I brandkammeret (2 stk.)
- Under udhænget i toppen af testobjekterne (2 stk. placeret centrert henholdsvis 100 mm og 300 mm fra facaden)
- På og i testobjekterne (varierende antal afhængigt af testobjektets opbygning). Målepunkterne er navngivet med bogstaverne A, B, C og et tal. Bogstavet angiver den horisontale placering som angivet på opstalterne for det enkelte testobjekt. Tallene er nummerering der starter nederst fra venstre mod højre jf. nedenstående skitse.





Figur 4: Princip for nummerering af målepunkter. Eksempliceret ved målepunkt B

Derudover blev varmestrålingen målt med 2 stk. strålingsmålere placeret 3 m (vandret afstand) fra testobjektet. Den nederste i en højde svarende til overkant af brandkammer og den anden i en højde svarende midten af testobjektet.

## 2.4 Oversigt testede facadesystemer

Nr.	Beskrivelse	Dato for gennemførelse af test	Kapitel
1.1	Let facade med papirisolering og beklædning af plastkompositbrædder	22. september 2016	3
1.2	Let facade med papirisolering og beklædning af brandimprægnerede trælister	22. september 2016	4
1.3	Let facade med papirisolering og beklædning af "Shou Sugi Ban"-behandlede trælister	22. september 2016	5
2.1	Let facade med træfiberisolering og pudssystem	12. oktober 2016	6
2.2	Let facade med træfiberisolering og regnskærm af glasfiberkomposit-plader	12. oktober 2016	7
2.3	Let facade med træfiberisolering, beklædning af pudssystem og regnskærm af cedertræspån	12. oktober 2016	8
3.1	Plantevæg med "udtørrede" planter	2. november 2016	9
3.2	Plantevæg med "friske" planter	2. november 2016	10

### 3 Test 1.1

#### 3.1 Beskrivelse af facadesystemet

Figur 5 og Figur 6 illustrerer opbygningen af testobjekt 1.1.

Facadeopbygning:

1. 15 mm klinkbeklædning af plast/træ-komposit
2. 5 mm aluminium-klips til fastgørelse af beklædning
3. 25 mm klemliste (træ)
4. 20 mm Pavatex træfiberplade, 200 kg/m<sup>3</sup>
5. 95 mm papirgranulat, 55 kg/m<sup>3</sup>
6. 10 mm spånplade

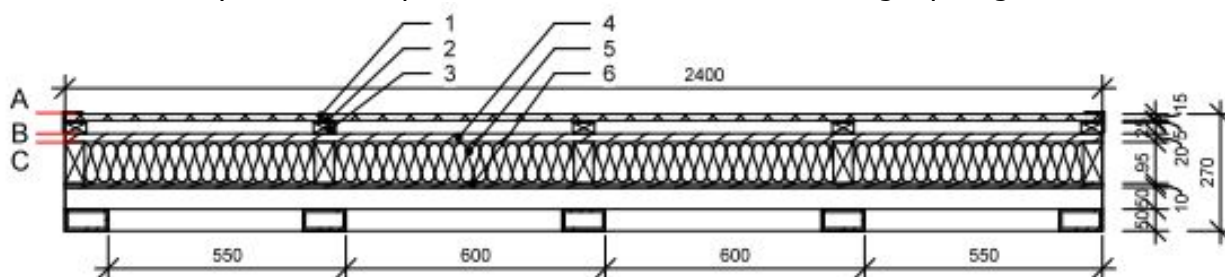
Ramme:

7. 45 mm x 95 mm rigler

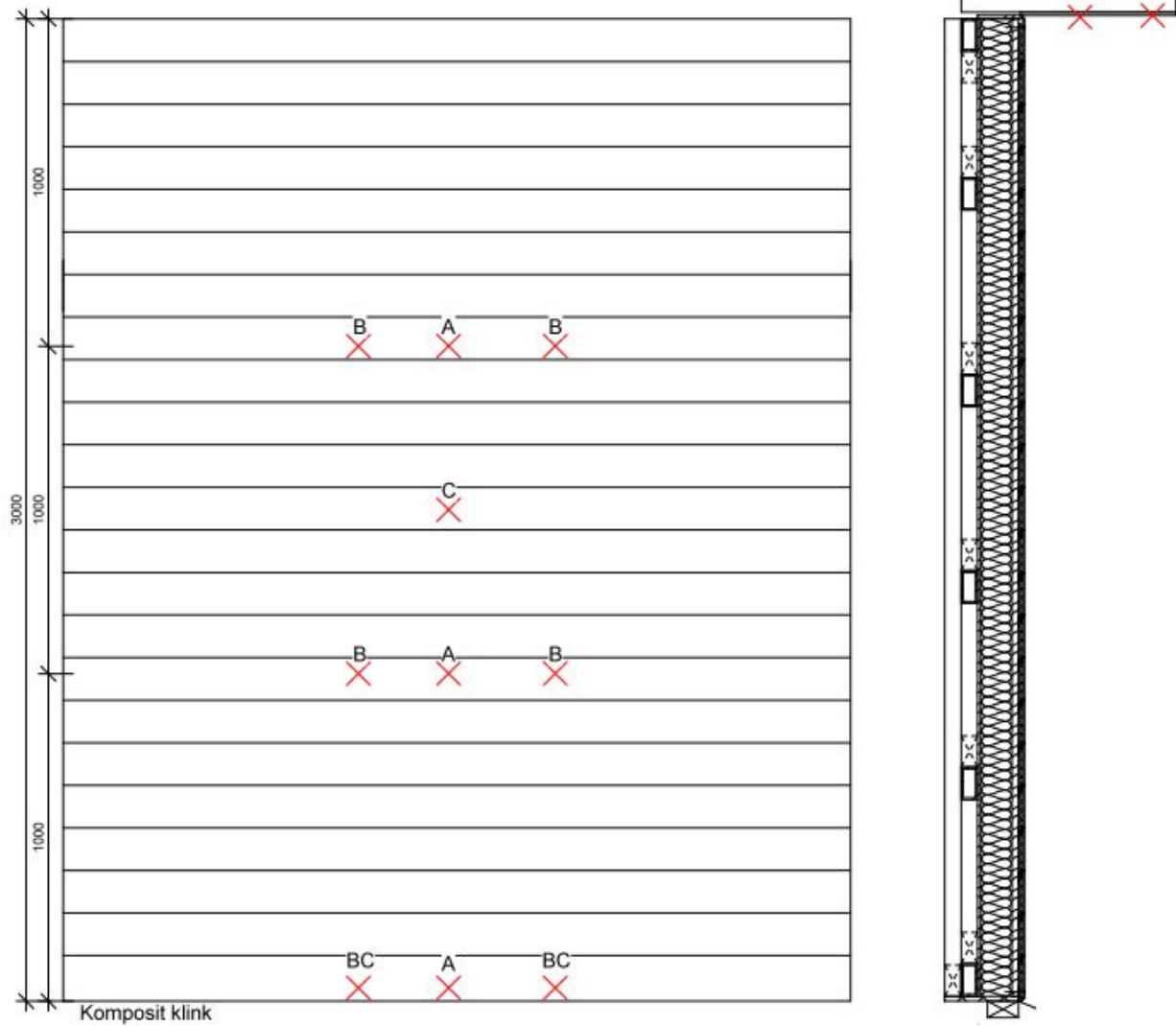
Bundfals:

8. 12 mm lysningsplade fra BS False
9. 45 mm x 95 mm rigle
10. Aluminium-drypnæse

Røde krydser på Figur 6 indikerer placering af temperaturmålere (thermocouples) på/i konstruktionen. Dybden af målepunkterne er indikeret med røde streger på Figur 5.



Figur 5: Vandret snit i testobjekt 1.1



Figur 6: Opstalt og lodret snit i testobjekt 1.1



## 3.2 Observationer og målinger

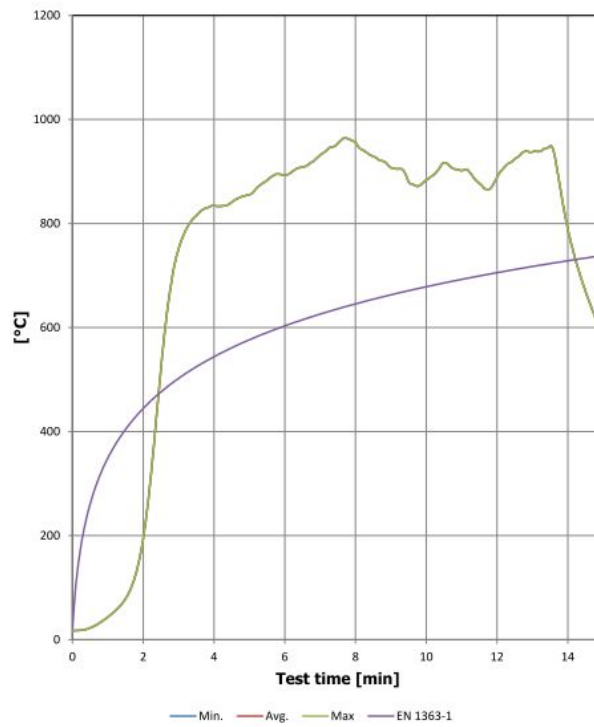
### 3.2.1 Observationer

Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
3	Brand i facaden
7	Brændende dråber fra facaden
8	Tiltagende flammer og nedfald af facadeelementer
9	Flammer er for kraftige. Facaden oversprøjtes med vand for at kontrollere branden
10.5	Branden blusser op igen
13	Facaden oversprøjtes med vand igen
13	Heptanen er brændt ud
13.5	Testen stoppet



### 3.2.2 Temperaturmålinger

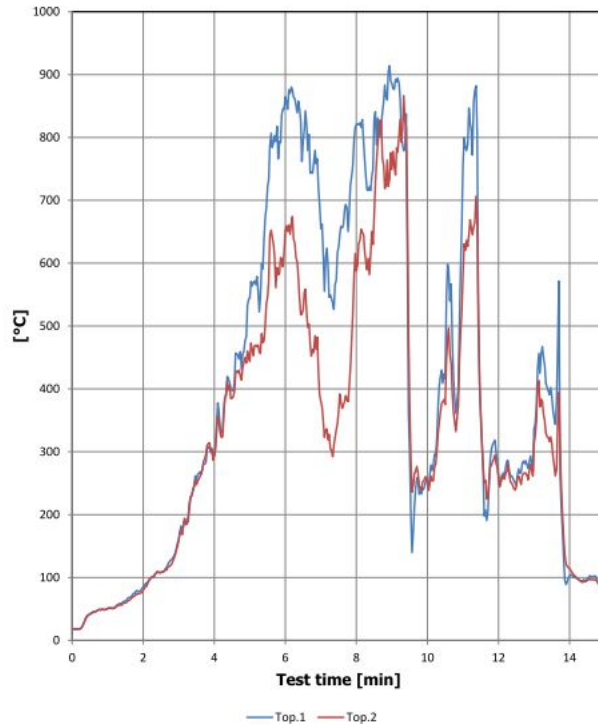
Test 1.1 - Furnace temperature





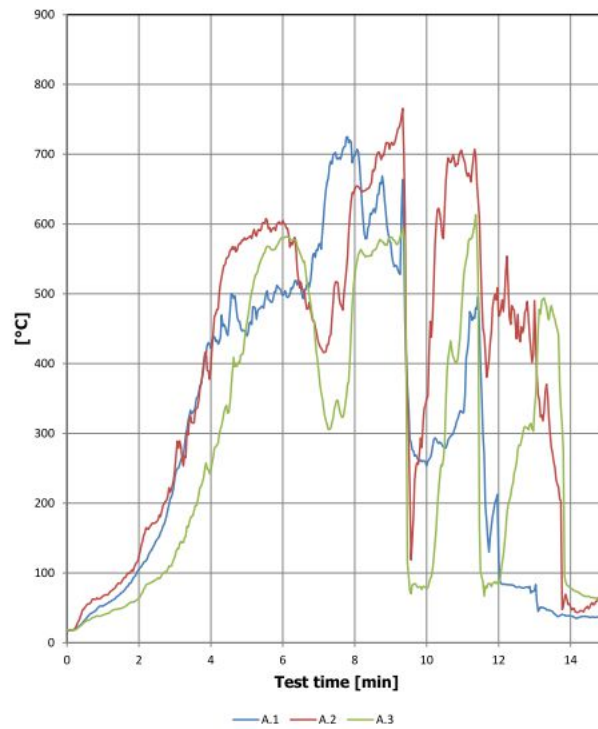
### Test 1.1 - Temperatures at the top

*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*



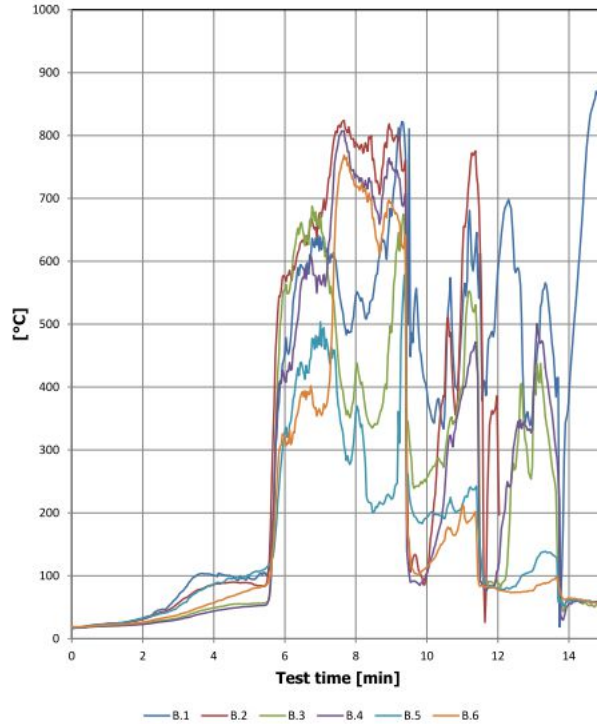
### Test 1.1 - Temperatures for group A

*Temperatures measured on the surface of the test specimen*



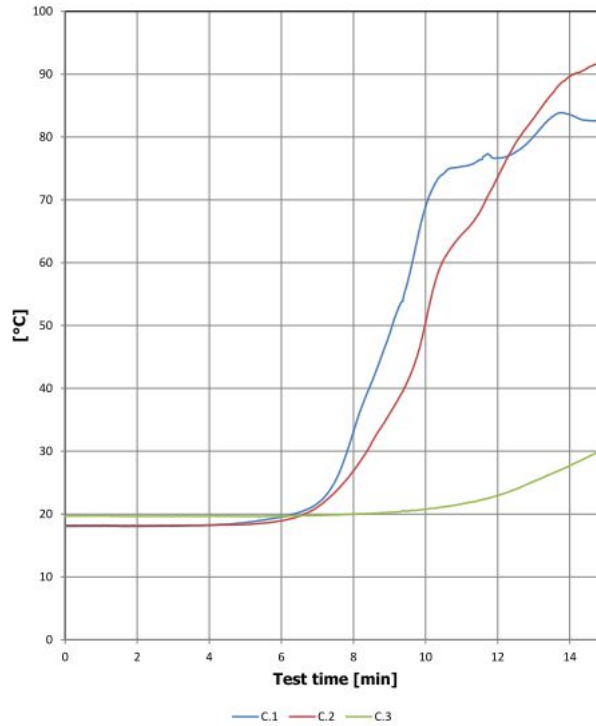
**Test 1.1 - Temperatures for group B**

*Temperatures measured inside the construction*



**Test 1.1 - Temperatures for group C**

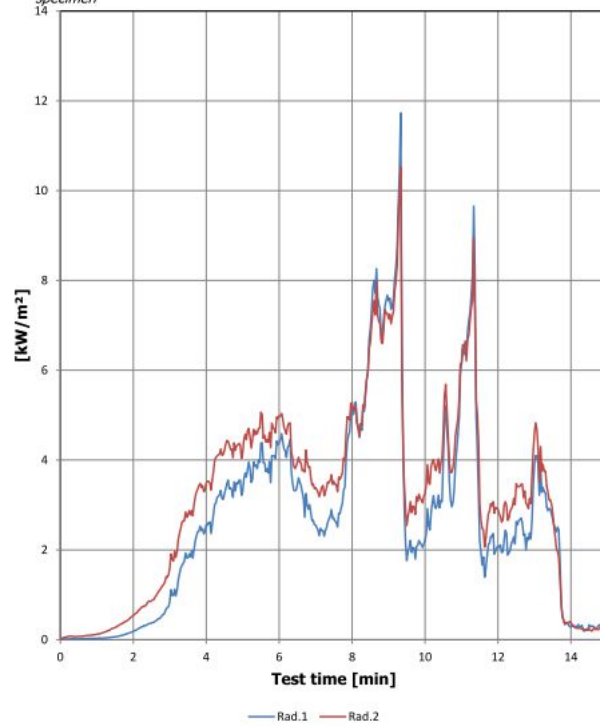
*Temperatures measured behind the test specimen*



### 3.2.3 Strålingsmålinger

#### Test 1.1 - Radiation

Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen





## 4 Test 1.2

### 4.1 Beskrivelse af facadesystemet

Figur 7 og Figur 8 illustrerer opbygningen af testobjekt 1.2.

Facadeopbygning:

1. 21 mm x 120 mm profilerede trælister (Frøslev Træ) imprægneret med Dricon brandimprægnering
2. 25 mm klemliste (træ)
3. 20 mm Pavatex træfiberplade, 240 kg/m<sup>3</sup>
4. 95 mm papirgranulat, 55 kg/m<sup>3</sup>
5. 10 mm spånplade

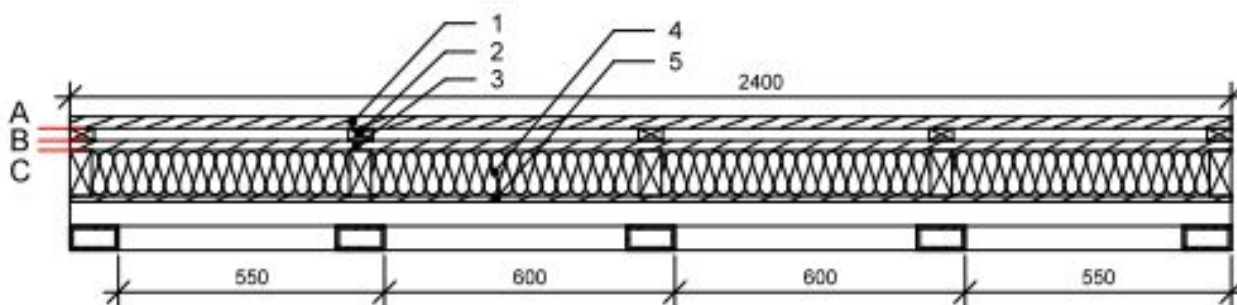
Ramme:

7. 45 mm x 95 mm rigler

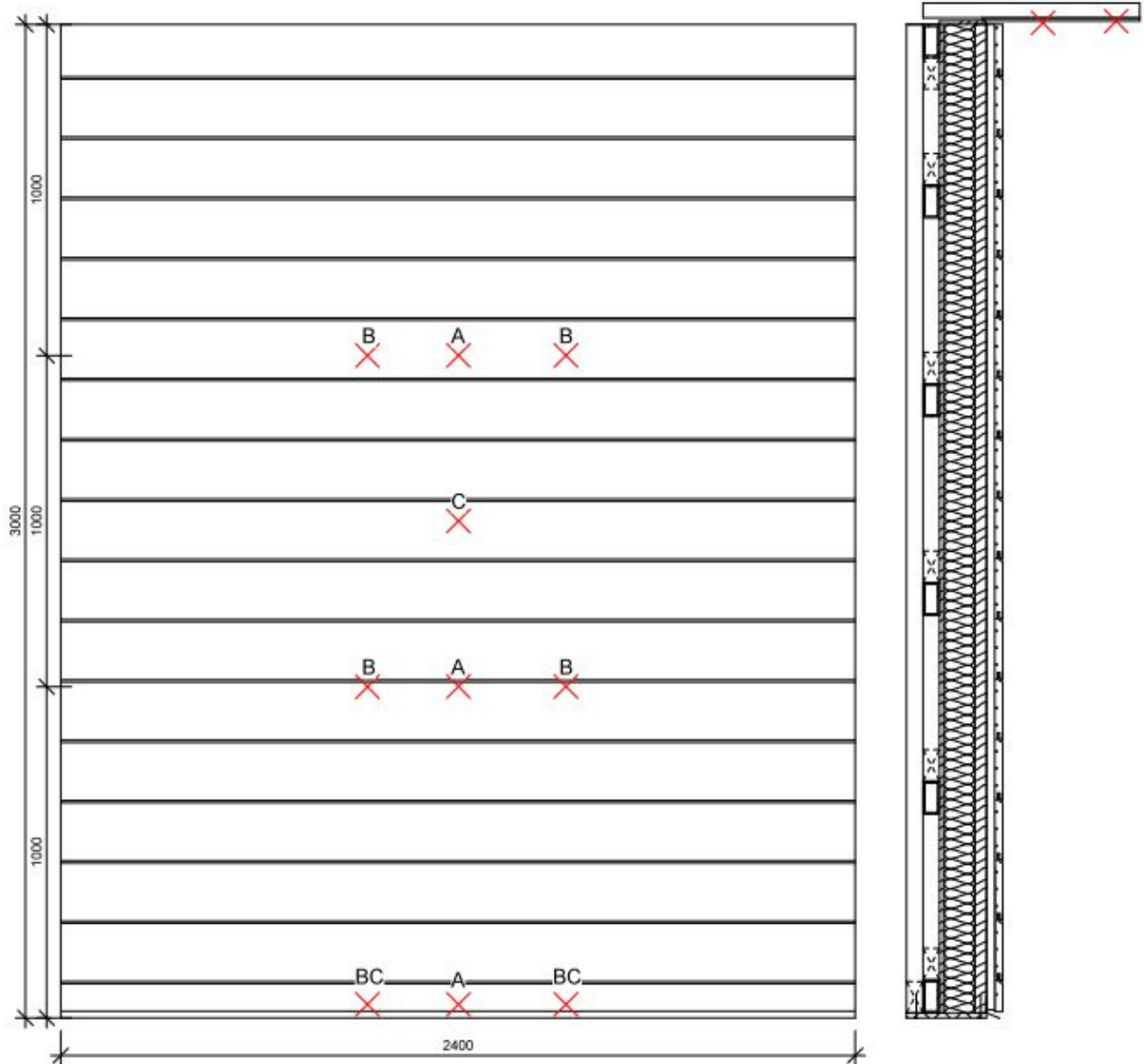
Bundfals:

1. 12 mm lysningsplade fra BS False
2. 45 mm x 95 mm rigle
3. Aluminium-drypnæse

Røde krydser på Figur 8 indikerer placering af temperaturmålere (thermocouples) på/i konstruktionen. Dybden af målepunkterne er indikeret med røde streger på Figur 7.



Figur 7: Vandret snit i testobjekt 1.2



Figur 8: Opstalt og lodret snit i testobjekt 1.2



## 4.2 Observationer og målinger

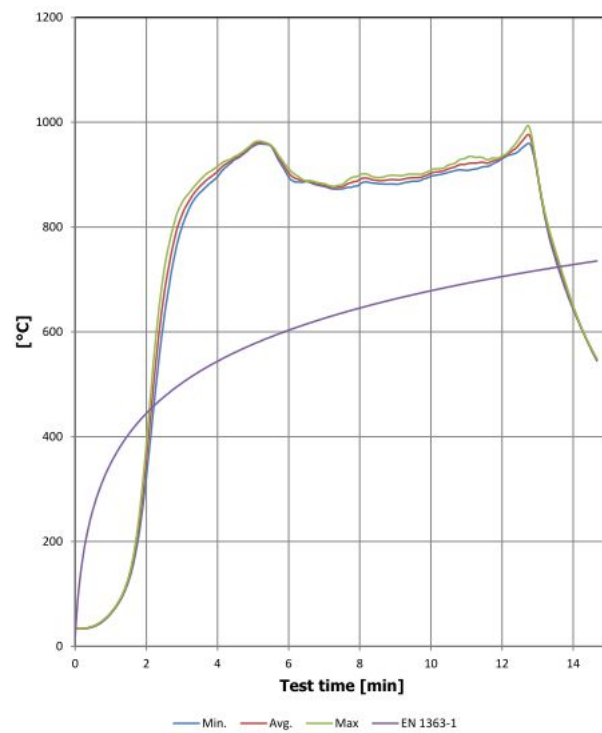
### 4.2.1 Observationer

Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
1	Stigende røgproduktion
2	Brand i bundfalsen
4	Stigende flammeniveau
5:40	Kraftige flammer (overtænding)
9	Stabil brand, kraftig røg
11	Aftagende flammeniveau
12:47	Heptanen er brændt ud
13	Testen stoppet



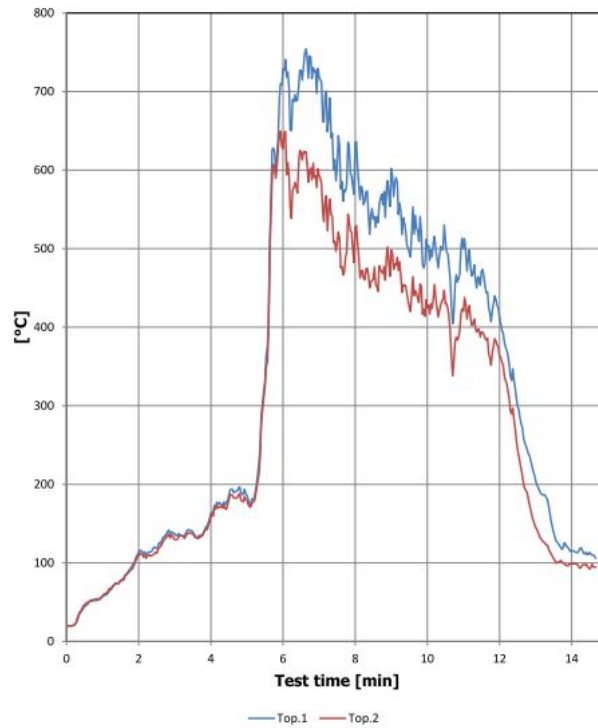
## 4.2.2 Temperaturmålinger

Test 1.2 - Furnace temperature



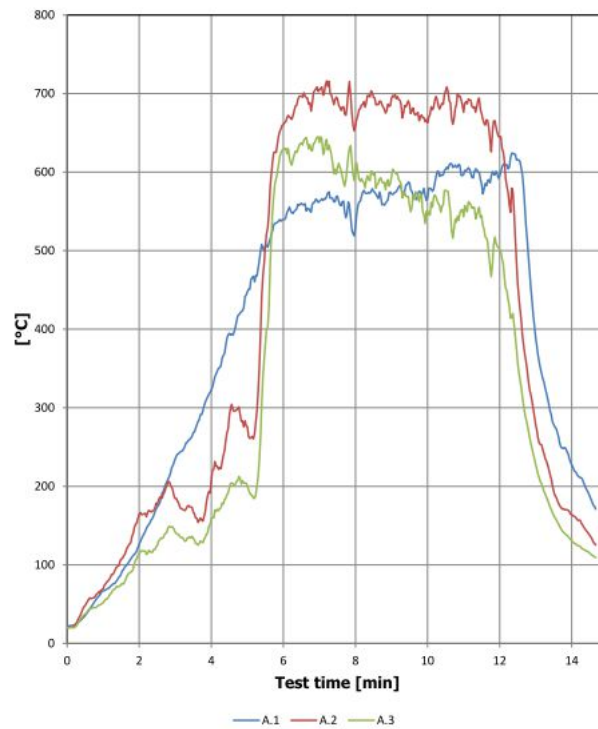
**Test 1.2 - Temperatures at the top**

*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*



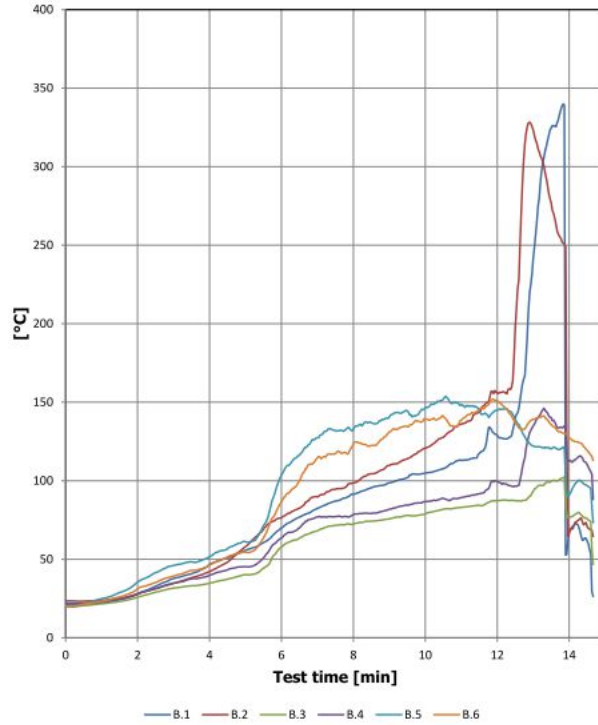
**Test 1.2 - Temperatures for group A**

*Temperatures measured on the surface of the test specimen*



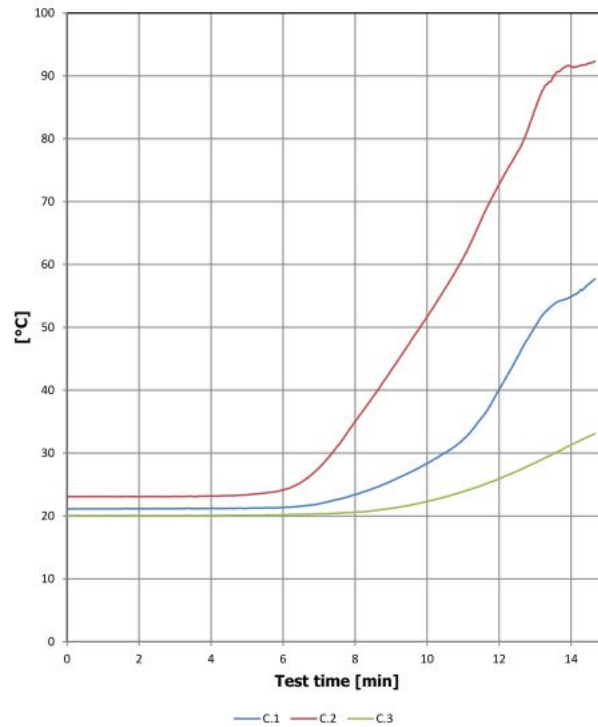
**Test 1.2 - Temperatures for group B**

*Temperatures measured inside the construction*



**Test 1.2 - Temperatures for group C**

*Temperatures measured behind the test specimen*

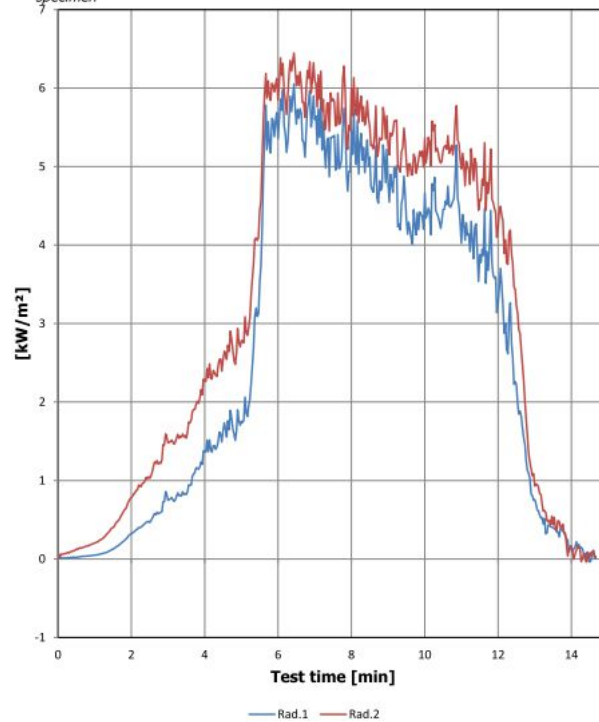




### 4.2.3 Strålingsmålinger

#### Test 1.2 - Radiation

Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen



## 5 Test 1.3

### 5.1 Beskrivelse af facadesystemet

Figur 9 og Figur 10 illustrerer opbygningen af testobjekt 1.3.

Facadeopbygning:

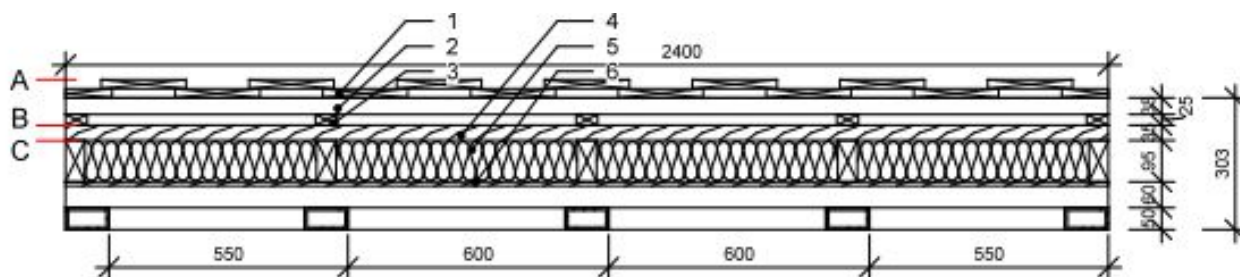
1. 1-på-2-beklædning af 21 mm x 195 mm ruhøvlede brædder (Superwood SW4), behandlet med metoden "Shou Sugi Ban" (forkulning)
2. 38 mm x 73 mm trælægter
3. 25 mm klemliste (træ)
4. 20 mm Pavatex træfiberplade, 200 kg/m<sup>3</sup>
5. 95 mm papirgranulat, 55 kg/m<sup>3</sup>
6. 10 mm spånplade

Ramme:

7. 45 mm x 95 mm rigler

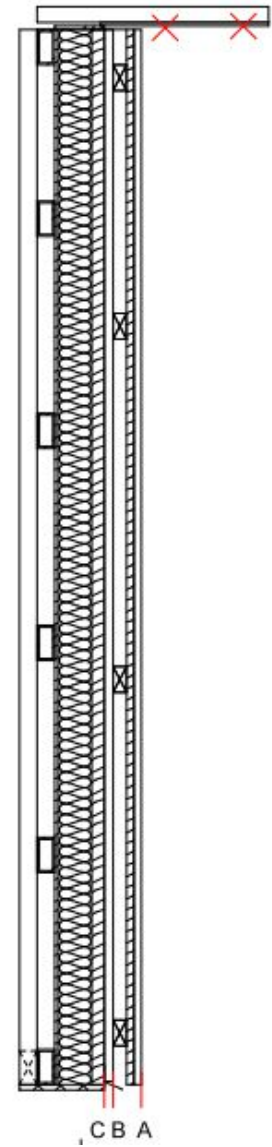
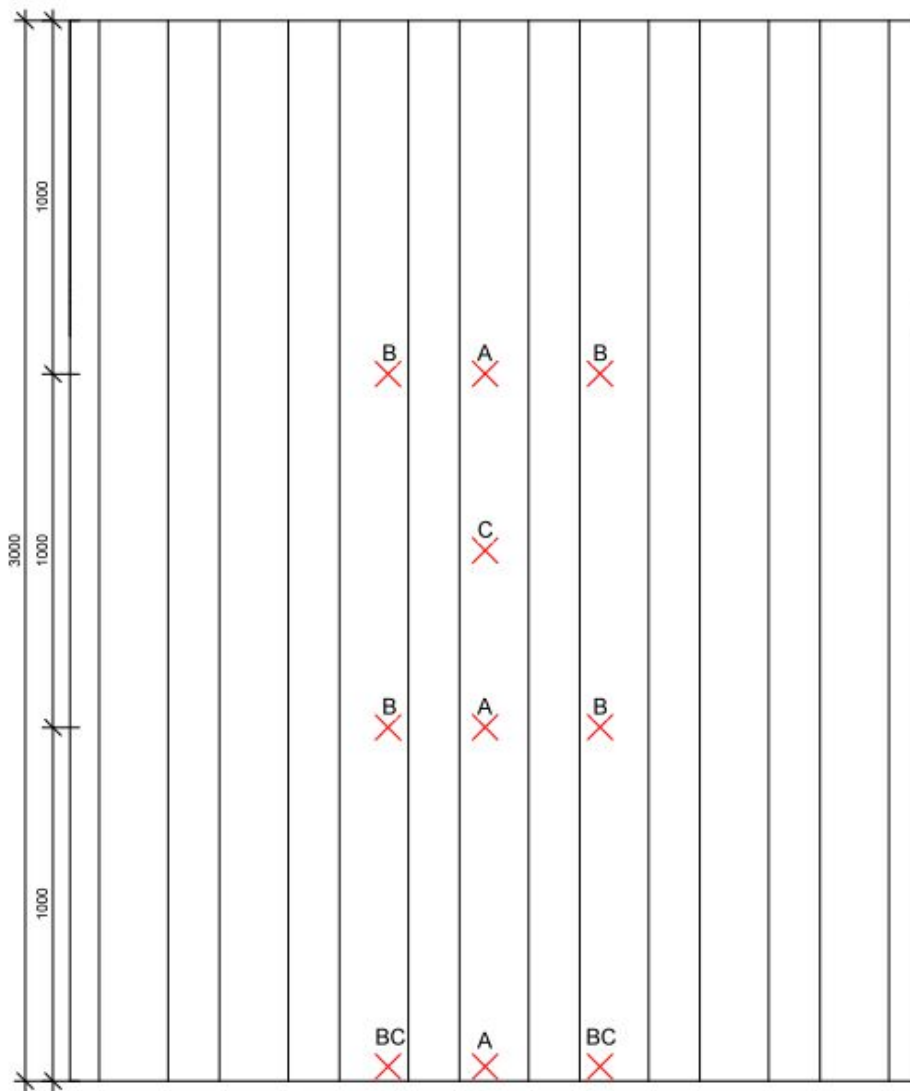
Bundfals:

8. 12 mm lysningsplade fra BS False
9. 45 mm x 95 mm rigle
10. Aluminium-drypnæse



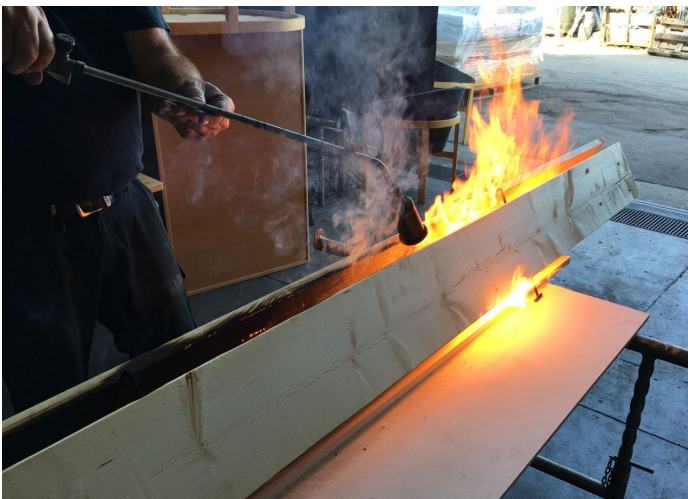
Figur 9: Vandret snit i testobjekt 1.3



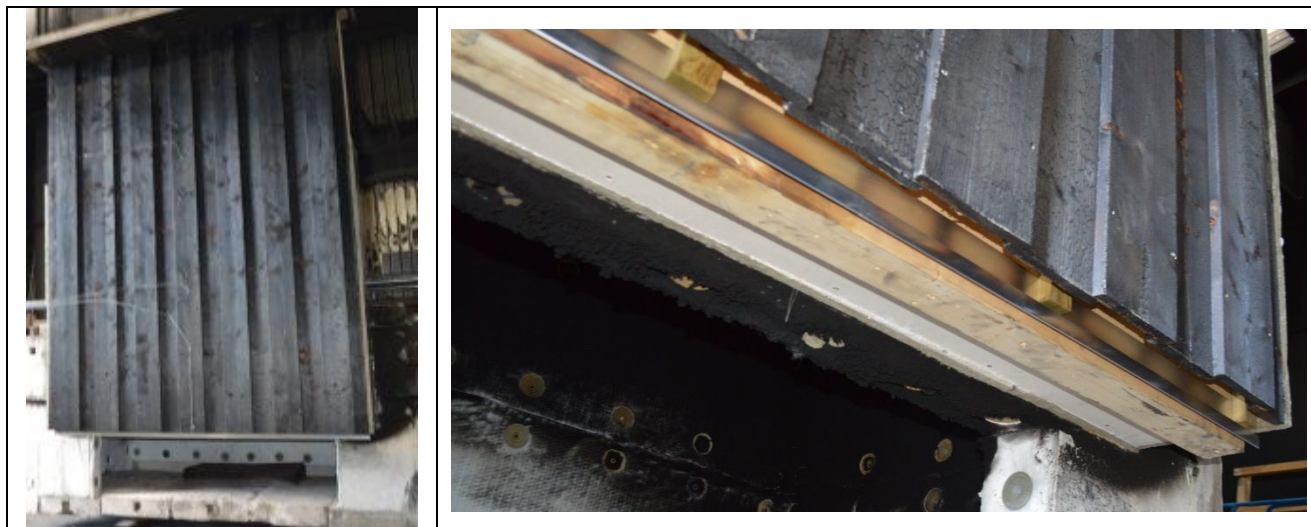


Sou sugi bak

Figur 10: Opstalt og lodret snit af testobjekt 1.3



Figur 11: Brædderne "for-forbrændes" inden montage



## 5.2 Observationer og målinger

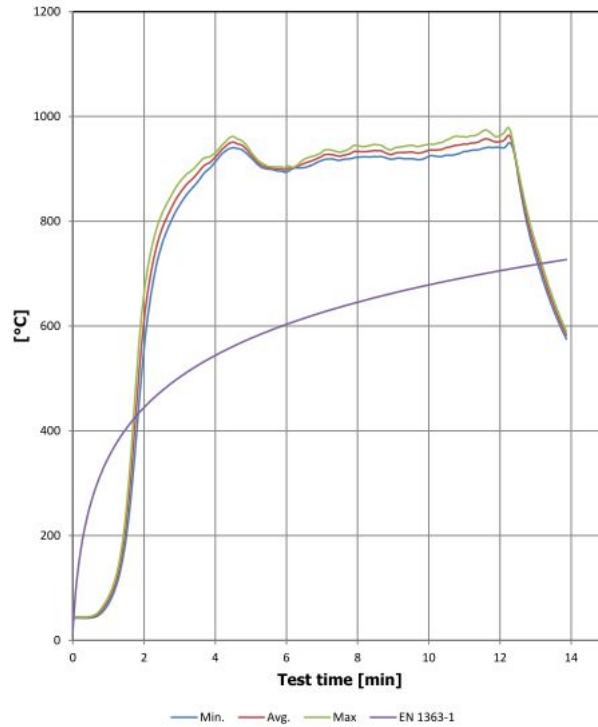
### 5.2.1 Observationer

Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
2	Stigende flammeniveau og røgproduktion
4:45	Stigende flammeniveau (overtænder)
6	Brand inde i facadekonstruktionen, høje lyde
10	Flammer kommer ud i siderne
11	Vand sprøjtes på facaden
12:05	Heptanen er brændt ud Testen stoppet
13	Vand sprøjtes på facaden



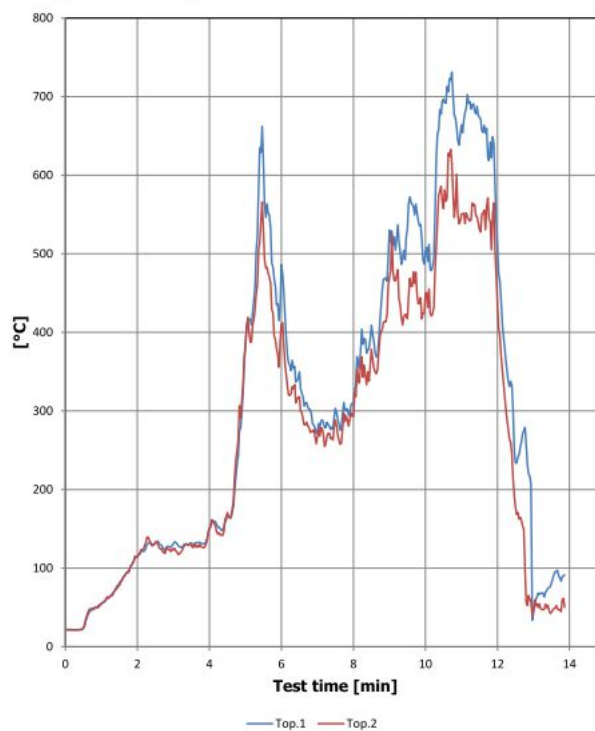
## 5.2.2 Temperaturmålinger

**Test 1.3 - Furnace temperature**



**Test 1.3 - Temperatures at the top**

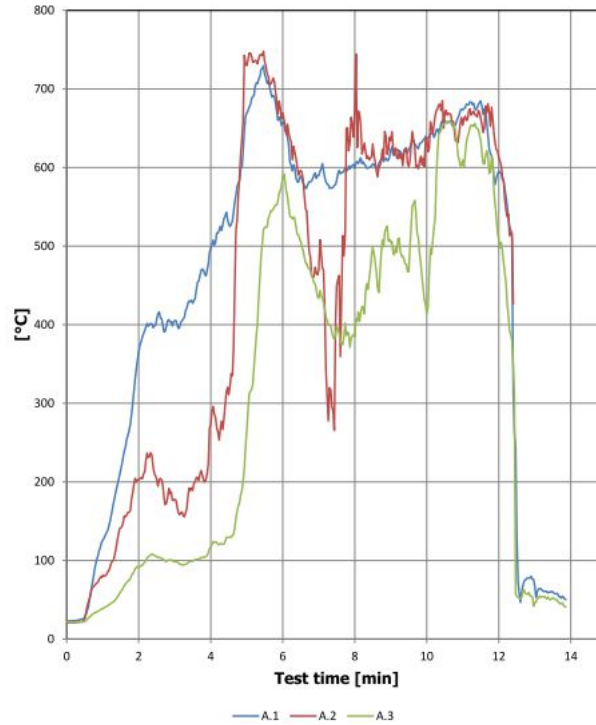
*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*





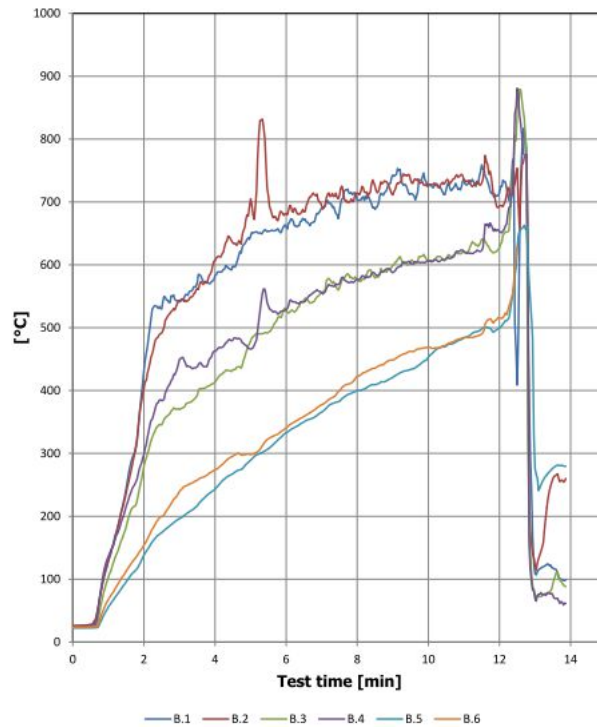
**Test 1.3 - Temperatures for group A**

*Temperatures measured on the surface of the test specimen*



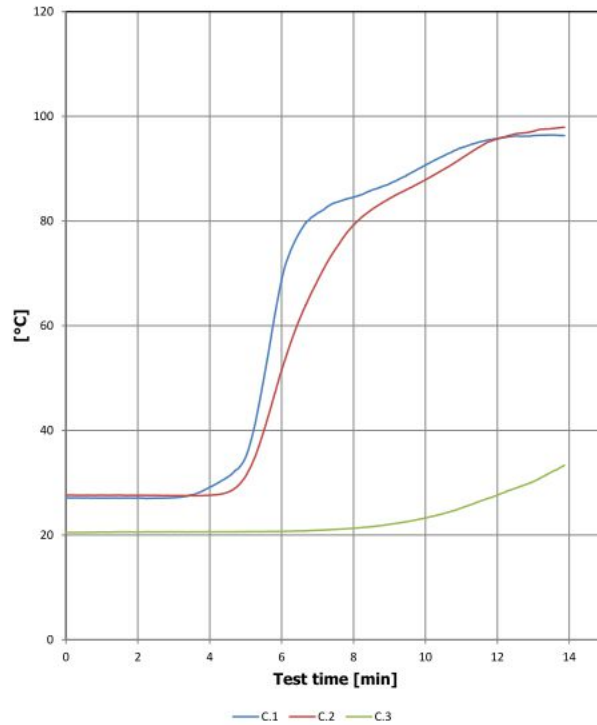
**Test 1.3 - Temperatures for group B**

*Temperatures measured inside the construction*



**Test 1.3 - Temperatures for group C**

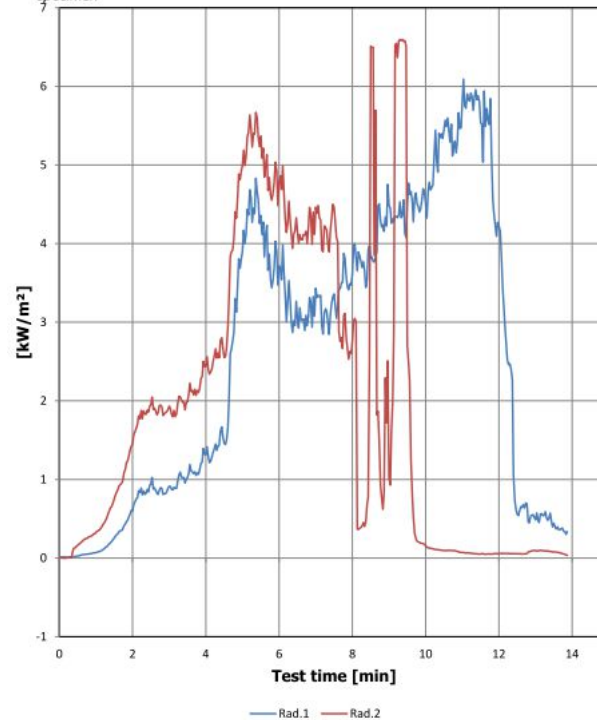
*Temperatures measured behind the test specimen*



**5.2.3 Strålingsmålinger**

**Test 1.3 - Radiation**

*Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen*



## 6 Test 2.1

### 6.1 Beskrivelse af facadesystemet

---

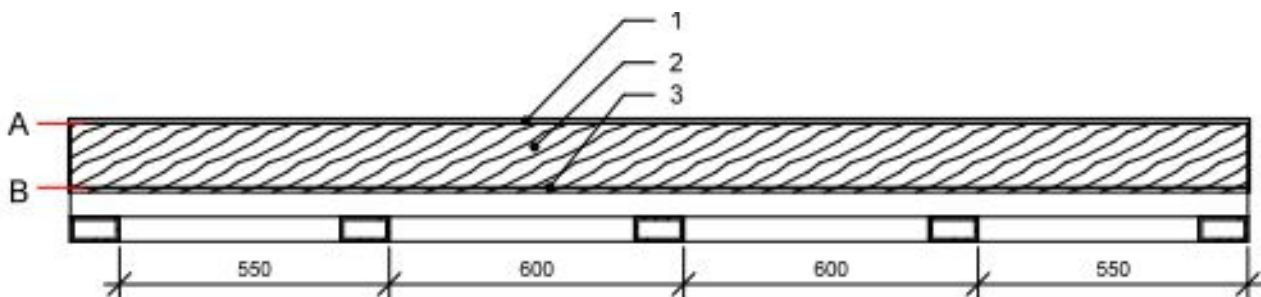
Figur 12 og Figur 13 illustrerer opbygningen af testobjekt 2.1.

Facadeopbygning:

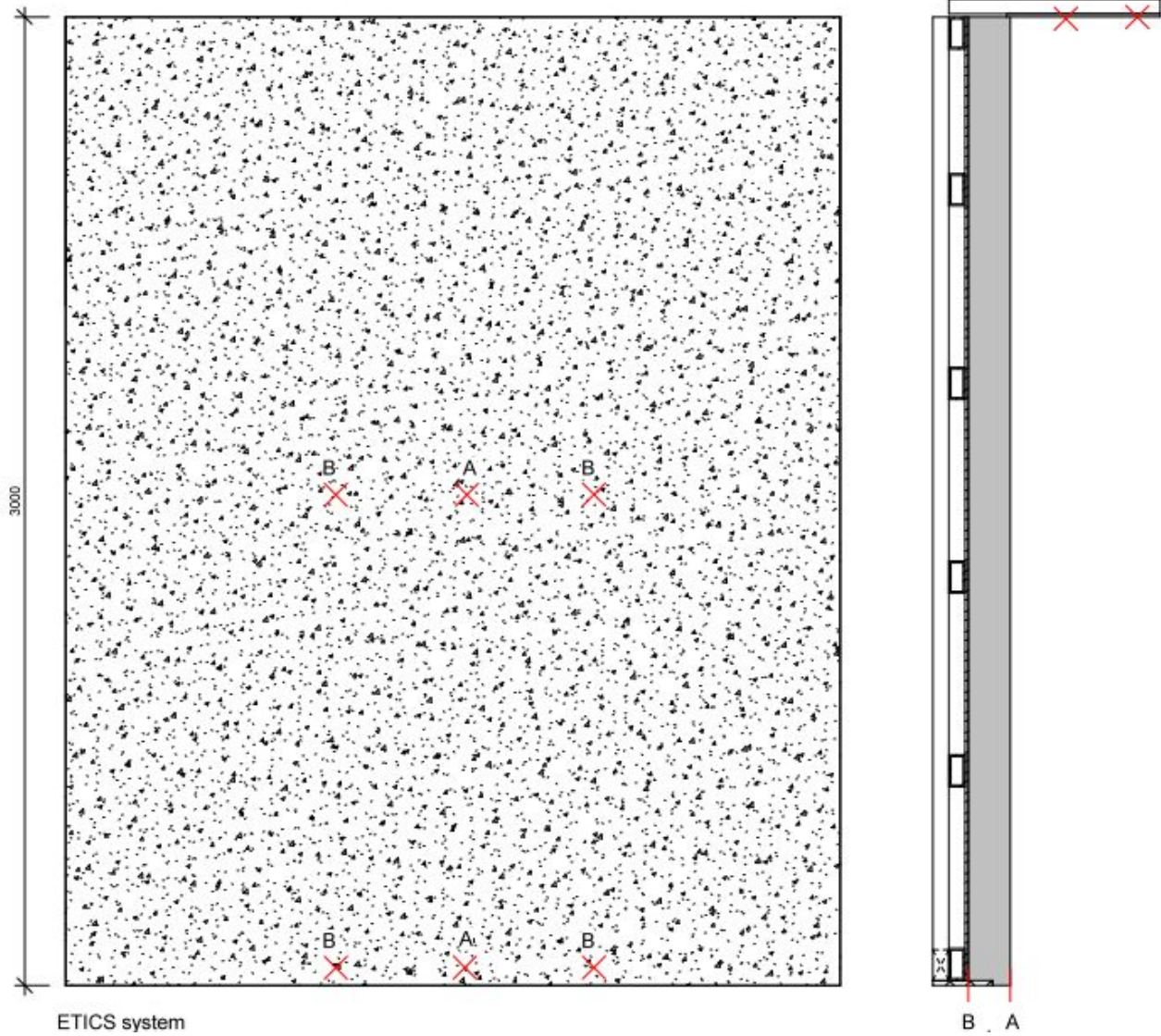
1. 10 mm pudssystem armeret med glasfiber net, afsluttet med 1,5 mm silikonepuds
2. 60 mm hård træfiberplade, 140 kg/m<sup>3</sup>
3. 10 mm spånplade

Bundfals:

4. Fermacell



Figur 12: Vandret snit i testobjekt 2.1



ETICS system  
Figur 13: Opstalt og lodret snit i testobjekt 2.1





## 6.2 Observationer og målinger

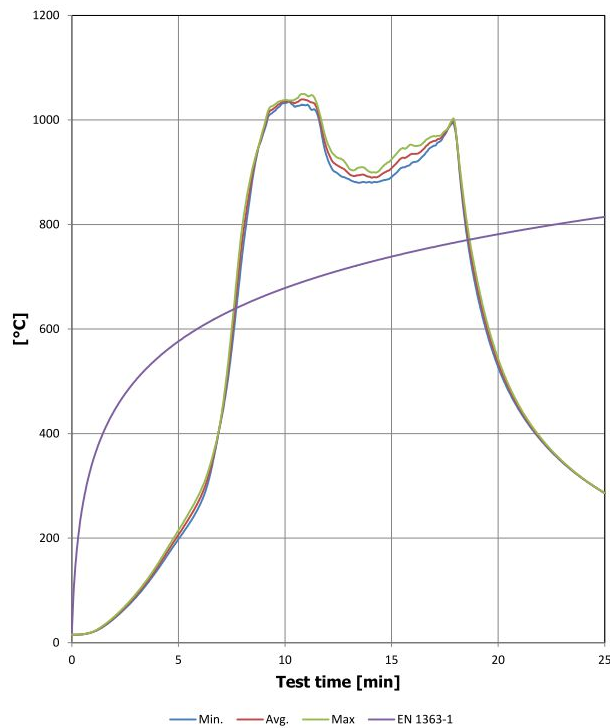
### 6.2.1 Observationer

Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
3	Stigende flammeniveau
7	Stigende flammeniveau
8-9	Overtæending
14	Aftagende flammeniveau
18	Heptanen er brændt ud Testen stoppet
18+	Ulmende brand efter testens afslutning



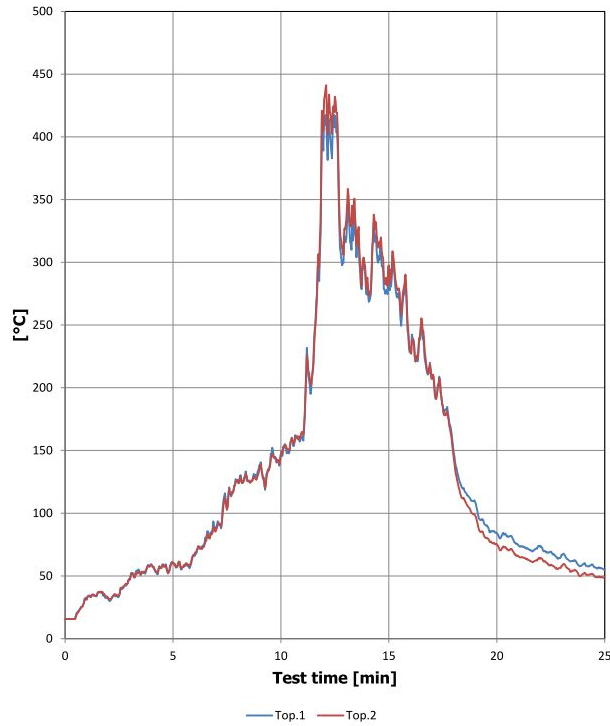
## 6.2.2 Temperaturmålinger

Test 2.1 - Furnace temperature



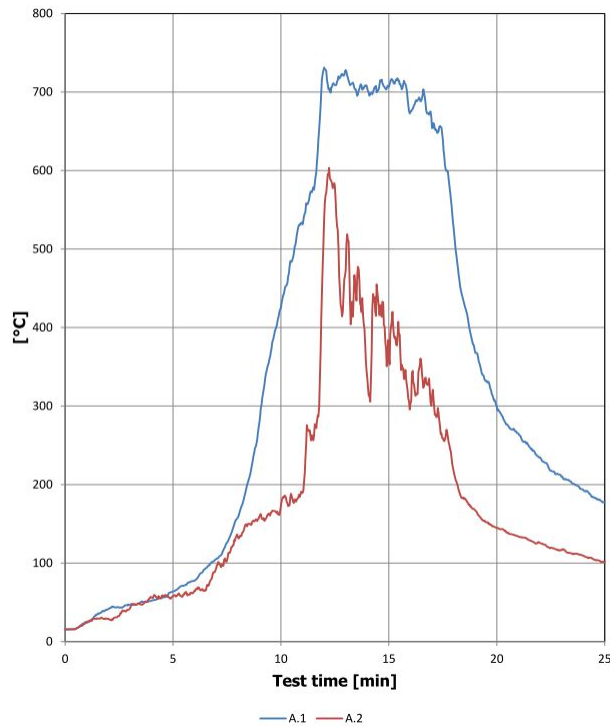
**Test 2.1 - Temperatures at the top**

*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*



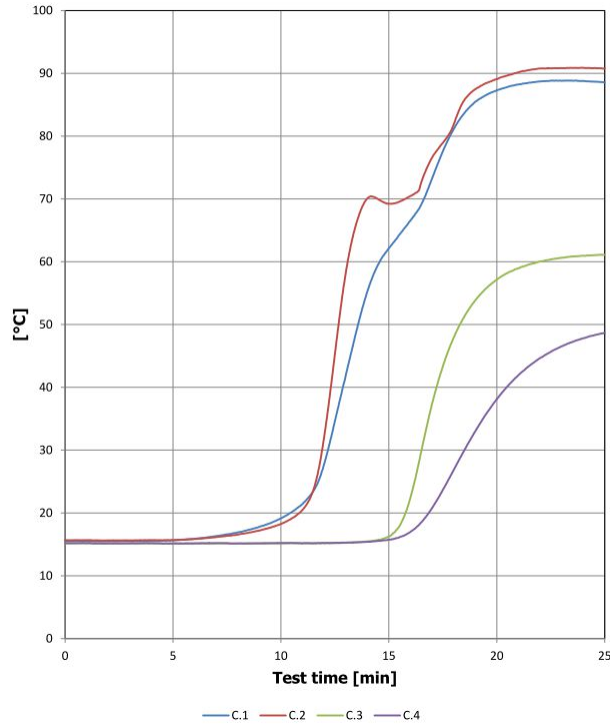
**Test 2.1 - Temperatures for group A**

*Temperatures measured on the surface of the test specimen*



**Test 2.1 - Temperatures for group C**

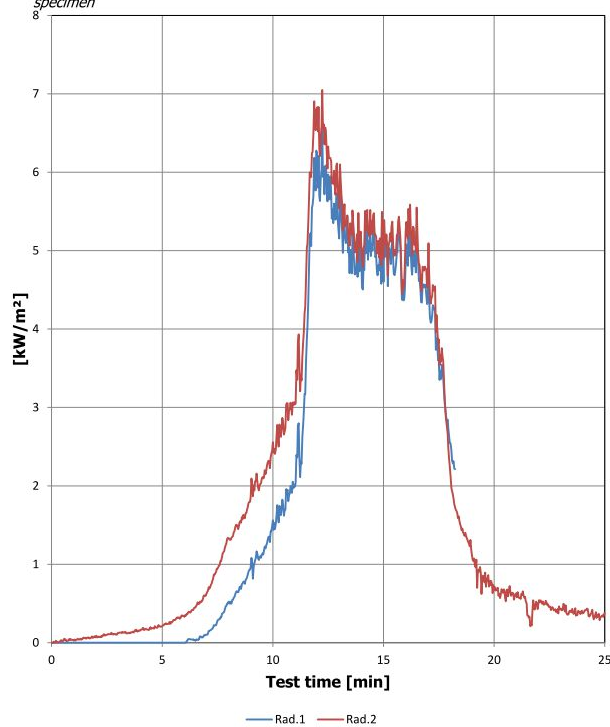
*Temperatures measured behind the test specimen*



**6.2.3 Strålingsmålinger**

**Test 2.1 - Radiation**

*Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen*



## 7 Test 2.2

### 7.1 Beskrivelse af facadesystemet

Figur 14 og Figur 15 illustrerer opbygningen af testobjekt 2.2.

Facadeopbygning:

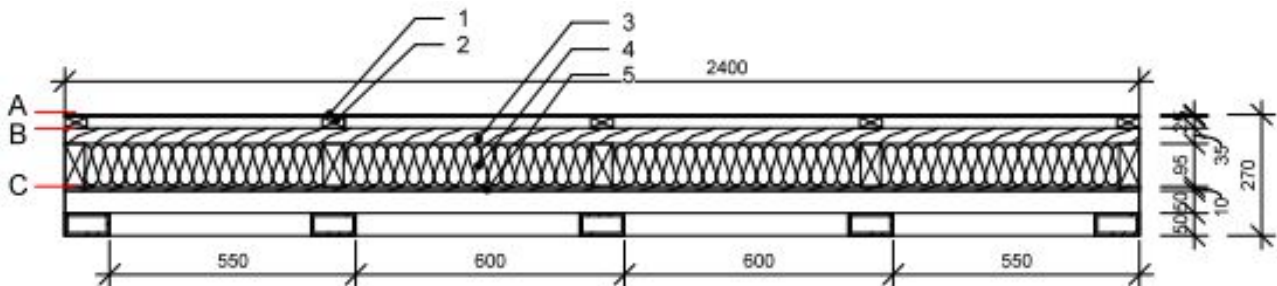
1. 6 mm Steni facadeplade af glasfiberkomposit
2. 25 mm x 50 mm klemme (træ)
3. 35 mm hård træfiberplade (vindspærre), 180 kg/m<sup>3</sup>
4. 95 mm indblæst træfiberisolering fra KKS Woodfiber, 45 kg/m<sup>3</sup>
5. 10 mm spånplade

Ramme:

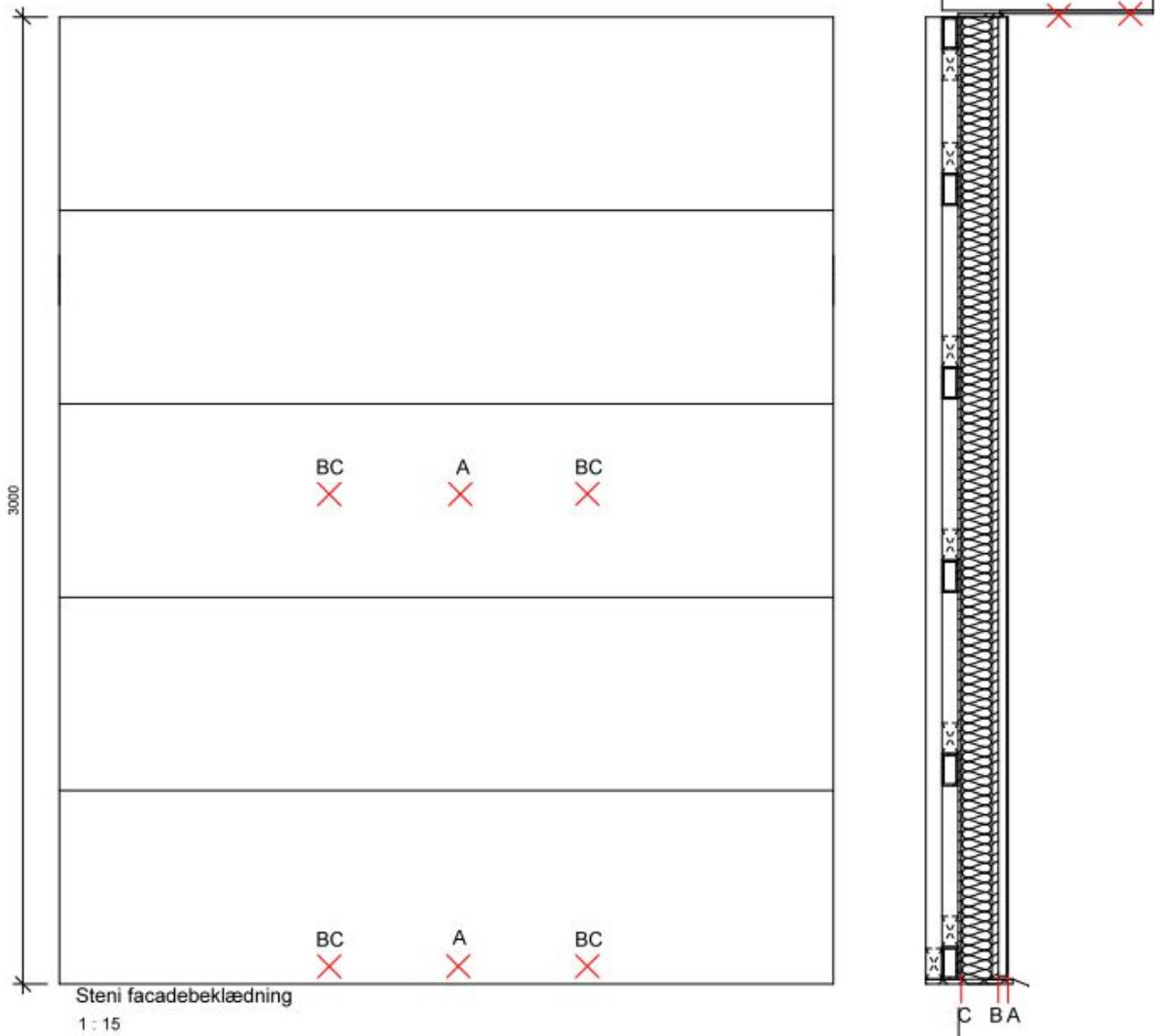
6. 45 mm x 95 mm rigler

Bundfals:

7. Fermacell-plade
8. Aluminium-drypnæse



Figur 14: Vandret snit i testobjekt 2.2



Figur 15: Opstalt og lodret snit i testobjekt 2.2





## 7.2 Observationer og målinger

### 7.2.1 Observationer

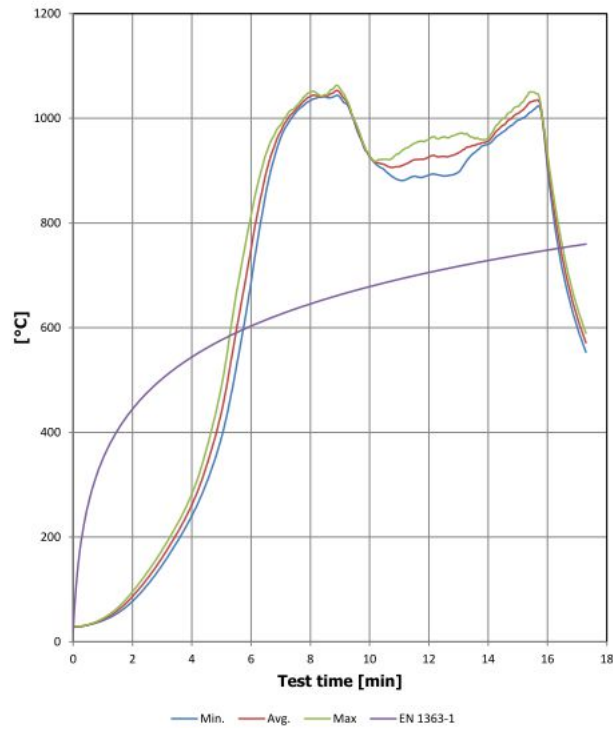
Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
3	Stigende røgproduktion
6	Stigende røgproduktion og flammeniveau, flammer ud af brandkammeret
9	Overtænding
10	Thermocouple A1 falder af
16	Heptanen er brændt ud Testen stoppet
17	Vand sprøjtes på facaden
20	Flammer inde i facadekonstruktionen





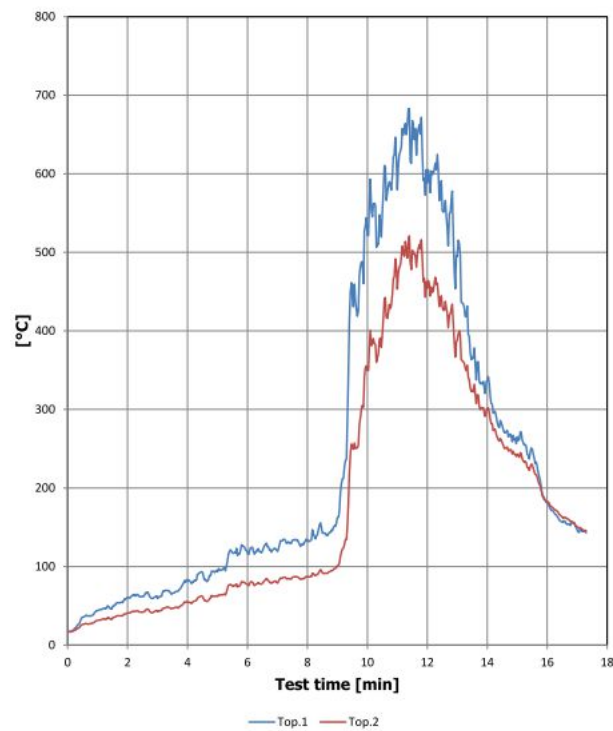
## 7.2.2 Temperaturmålinger

**Test 2.2 - Furnace temperature**



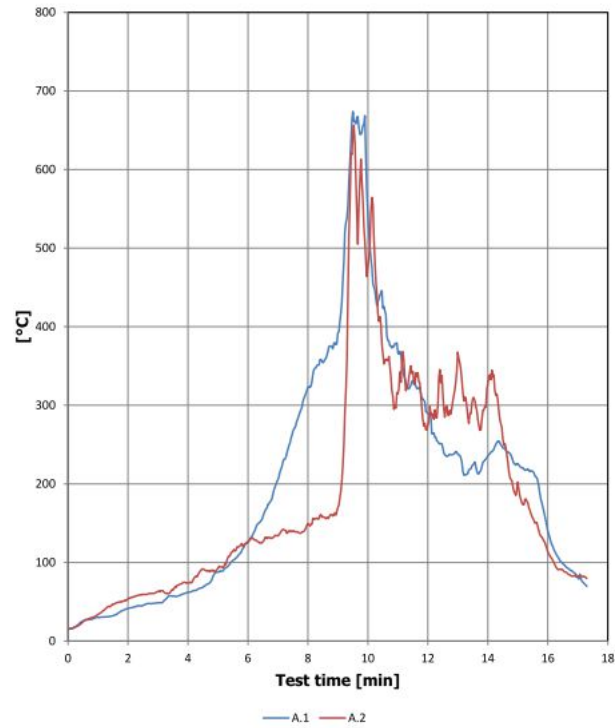
**Test 2.2 - Temperatures at the top**

*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*



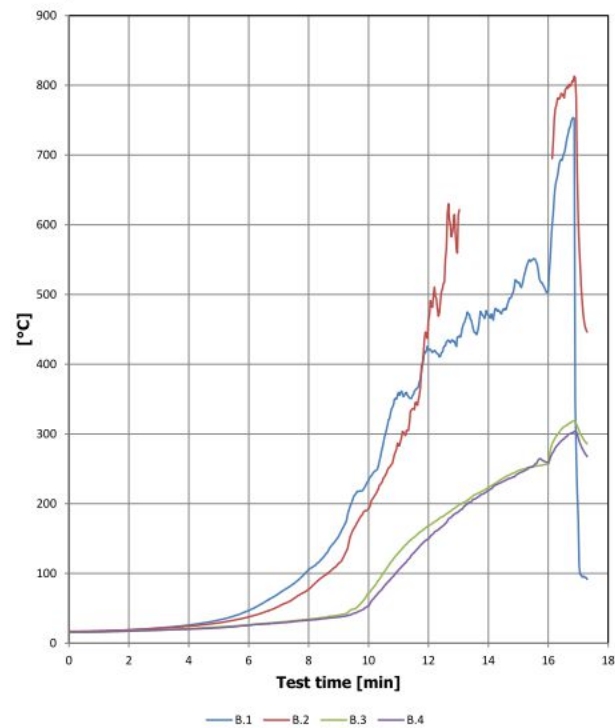
**Test 2.2 - Temperatures for group A**

*Temperatures measured on the surface of the test specimen*



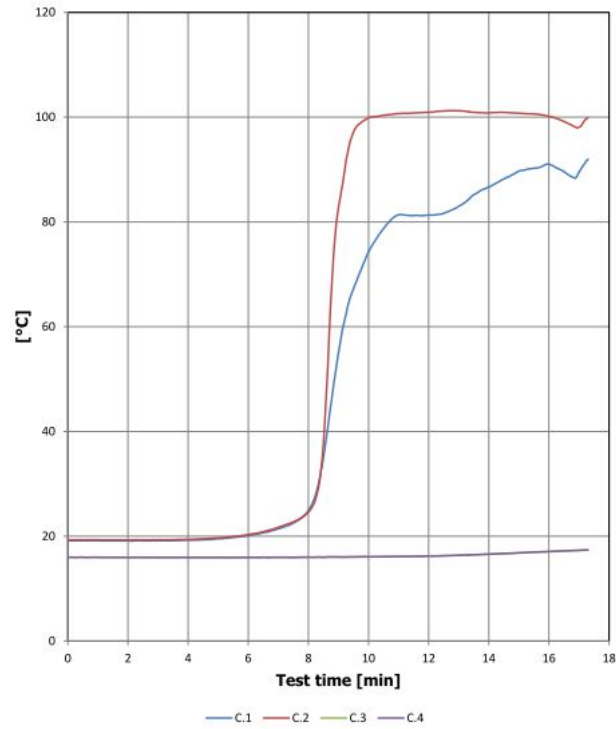
**Test 2.2 - Temperatures for group B**

*Temperatures measured inside the construction*



### Test 2.2 - Temperatures for group C

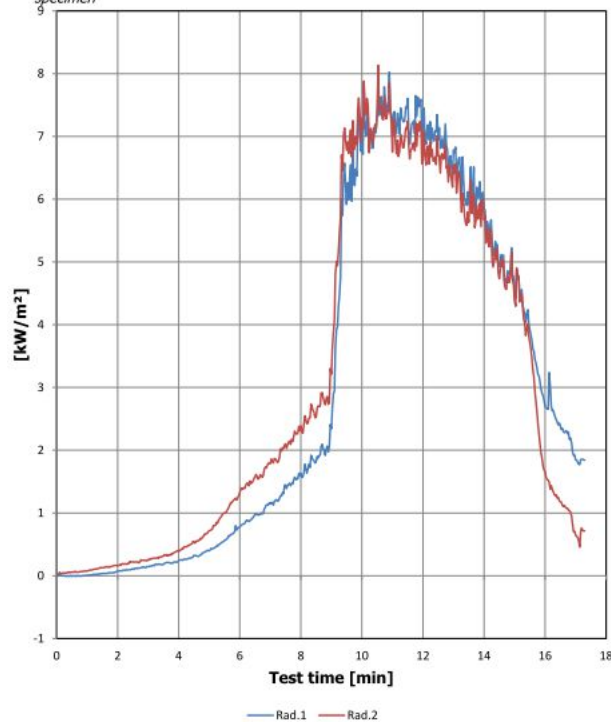
*Temperatures measured behind the test specimen*



## 7.2.3 Strålingsmålinger

### Test 2.2 - Radiation

*Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen*



## 8 Test 2.3

### 8.1 Beskrivelse af facadesystemet

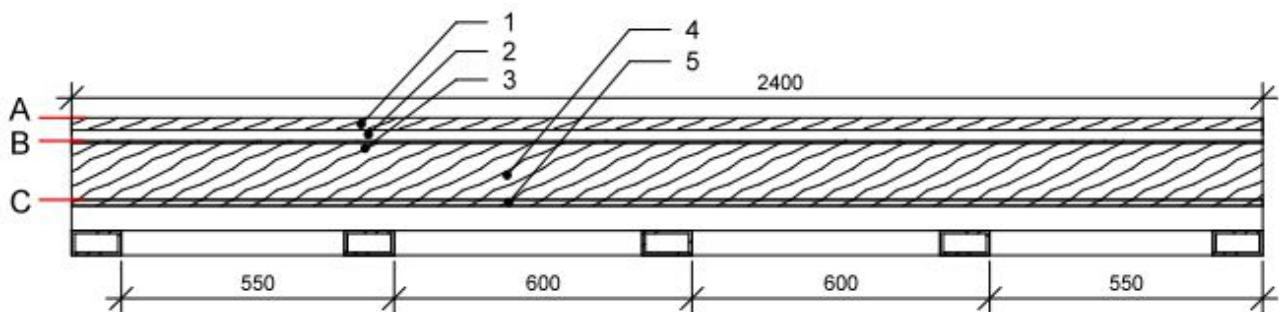
Figur 16 og Figur 17 illustrerer opbygningen af testobjekt 2.3.

Facadeopbygning:

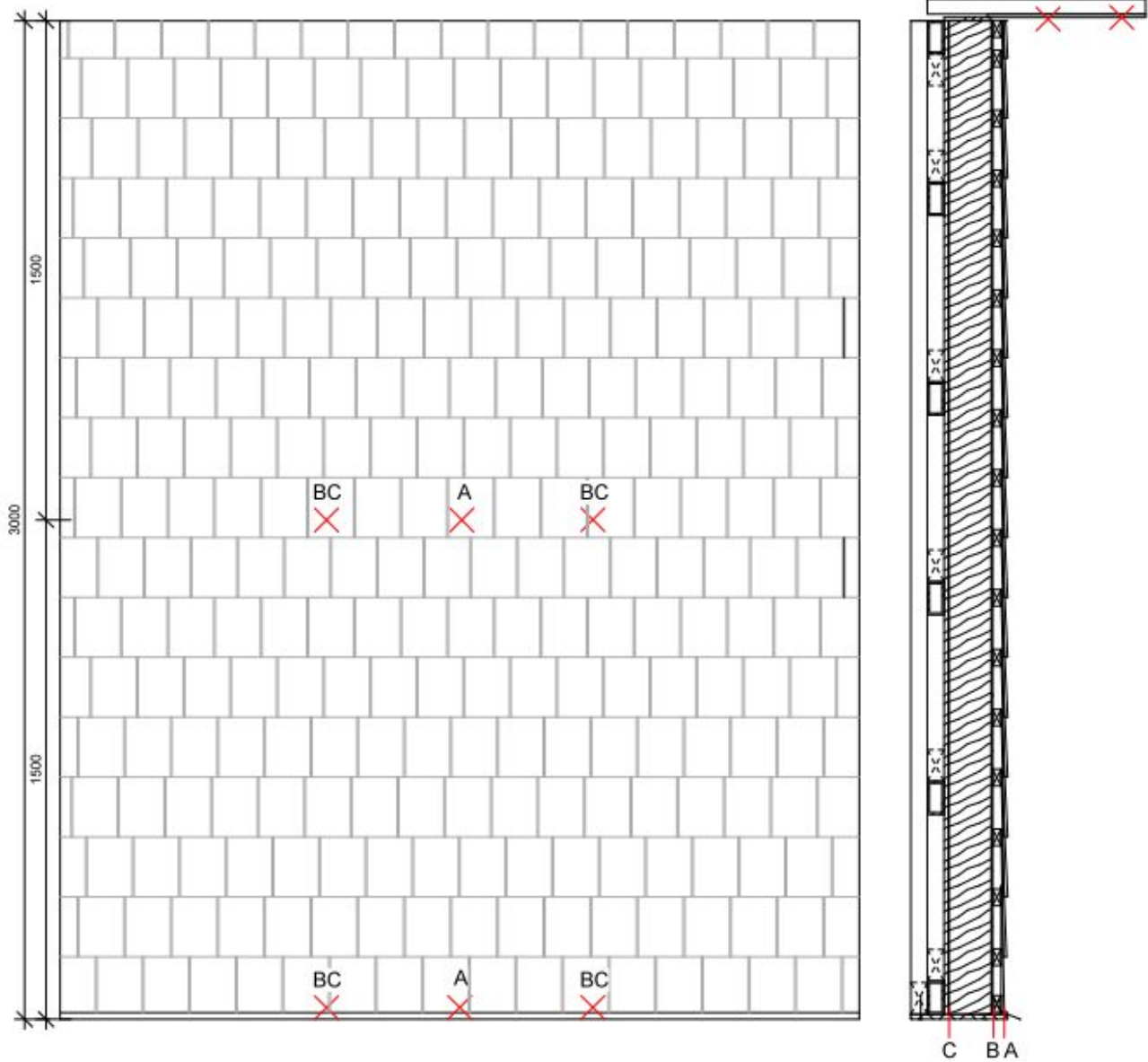
1. Cedertræspån fra Moelven
2. 25 mm klemliste (træ)
3. 4 mm puds
4. 60 mm hård træfiberplade, 140 kg/m<sup>3</sup>
5. 10 mm spånplade

Bundfals:

6. Fermacell-plade
7. Aluminium-drypnæse



Figur 16: Vandret snit i testobjekt 2.3



Figur 17: Opstalt og lodret snit i testobjekt 2.3



## 8.2 Observationer og målinger

### 8.2.1 Observationer

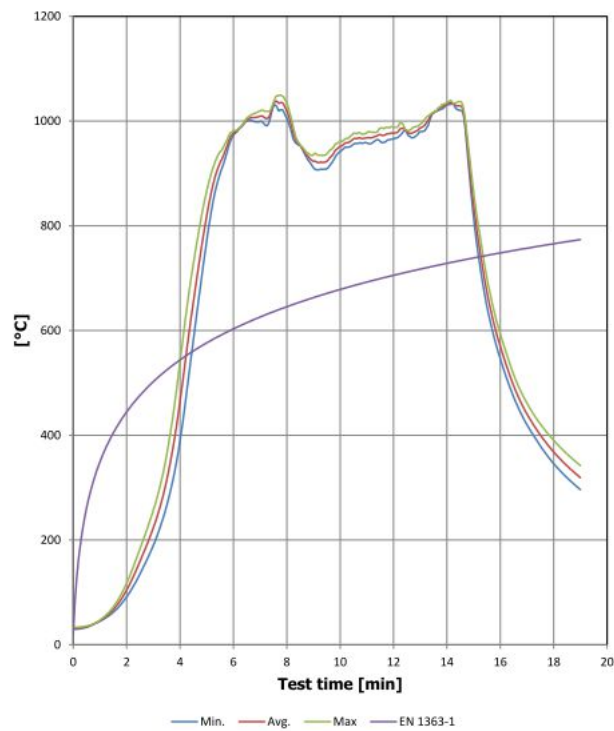
Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
2	Stigende røgproduktion
4-5	Stigende røgproduktion og flammeniveau, flammer ud af brandkammeret
6-7	Stigende flammeniveau
8	Overtænder
10	Flammer over hele facaden, knasende lyde, nedfald af træstykker
12	Aftagende flammeniveau
14:50	Heptanen er brændt ud Testen stoppet
15+	Vand påsprøjtes





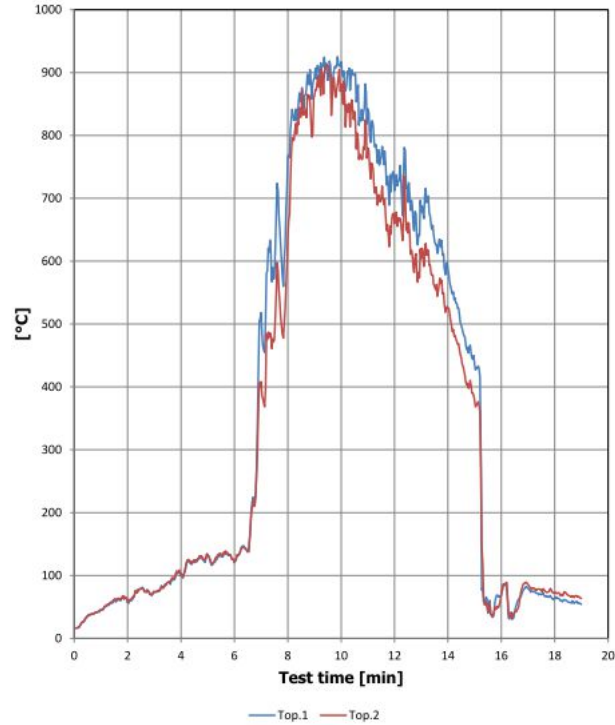
## 8.2.2 Temperaturmålinger

Test 2.3 - Furnace temperature



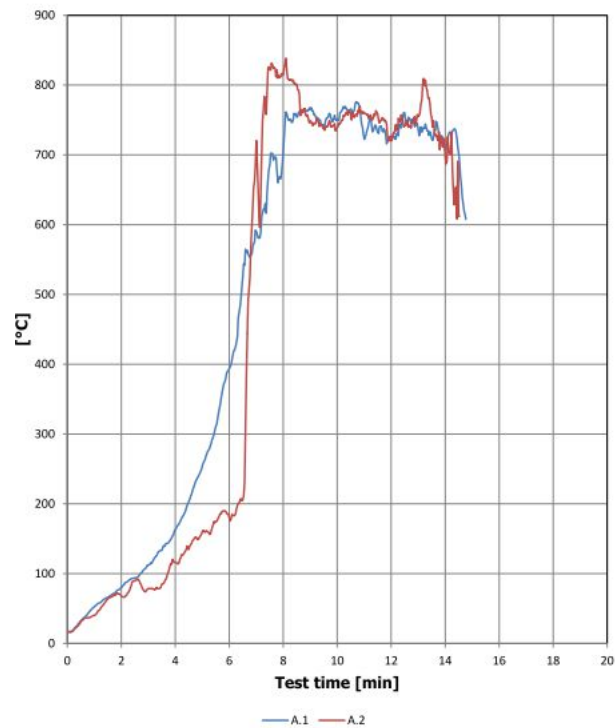
**Test 2.3 - Temperatures at the top**

*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*



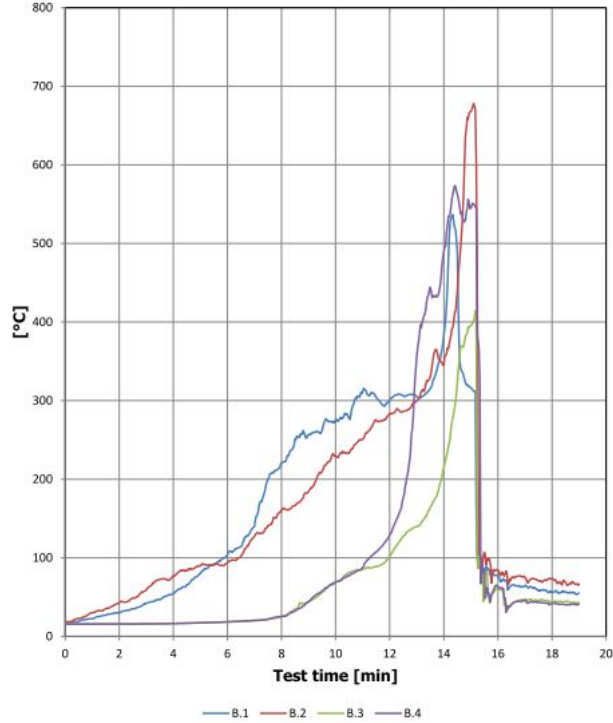
**Test 2.3 - Temperatures for group A**

*Temperatures measured on the surface of the test specimen*



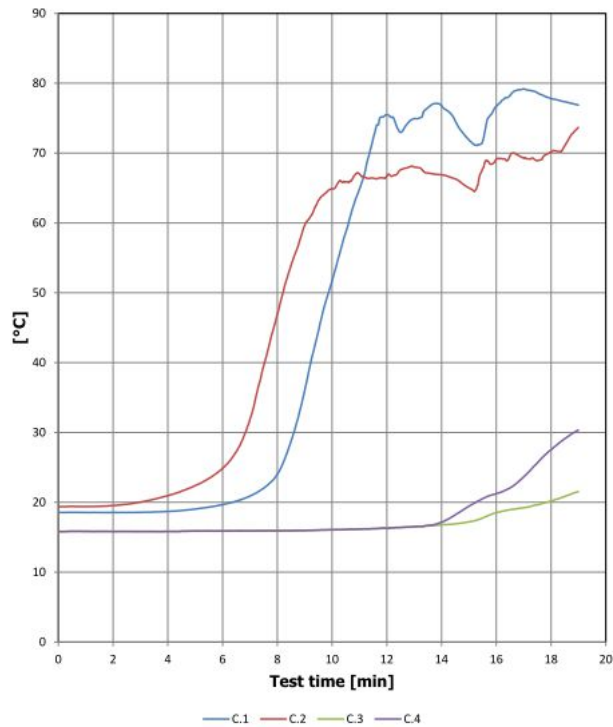
**Test 2.3 - Temperatures for group B**

*Temperatures measured inside the construction*



**Test 2.3 - Temperatures for group C**

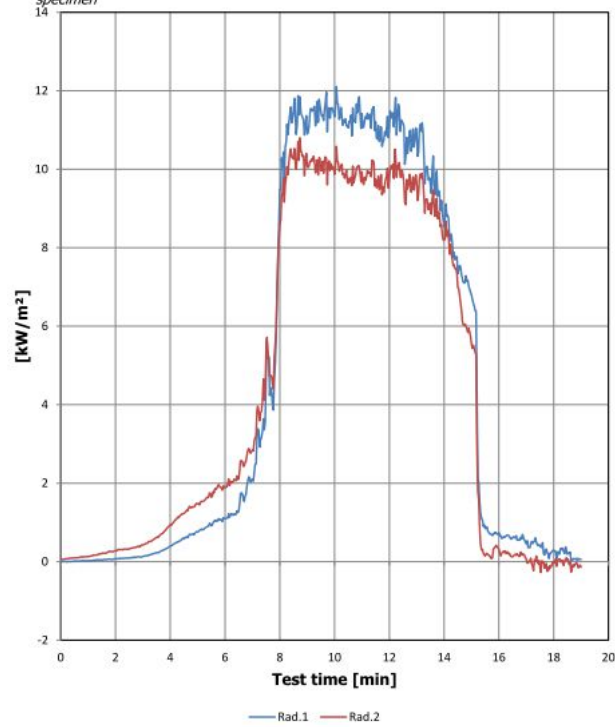
*Temperatures measured behind the test specimen*



### 8.2.3 Strålingsmålinger

#### Test 2.3 - Radiation

Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen



## 9 Test 3.1

### 9.1 Beskrivelse af facadesystemet

---

Figur 18 og Figur 19 illustrerer opbygningen af testobjekt 3.1.

Facadeopbygning:

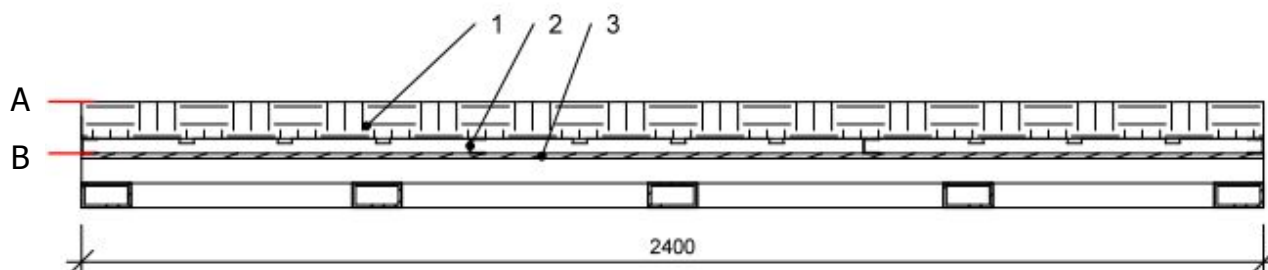
1. Vægelement med levende planter (udtørret i en måned)
2. Stålprofil/ophængningssystem
3. Kalciumsilikatplade

Ramme:

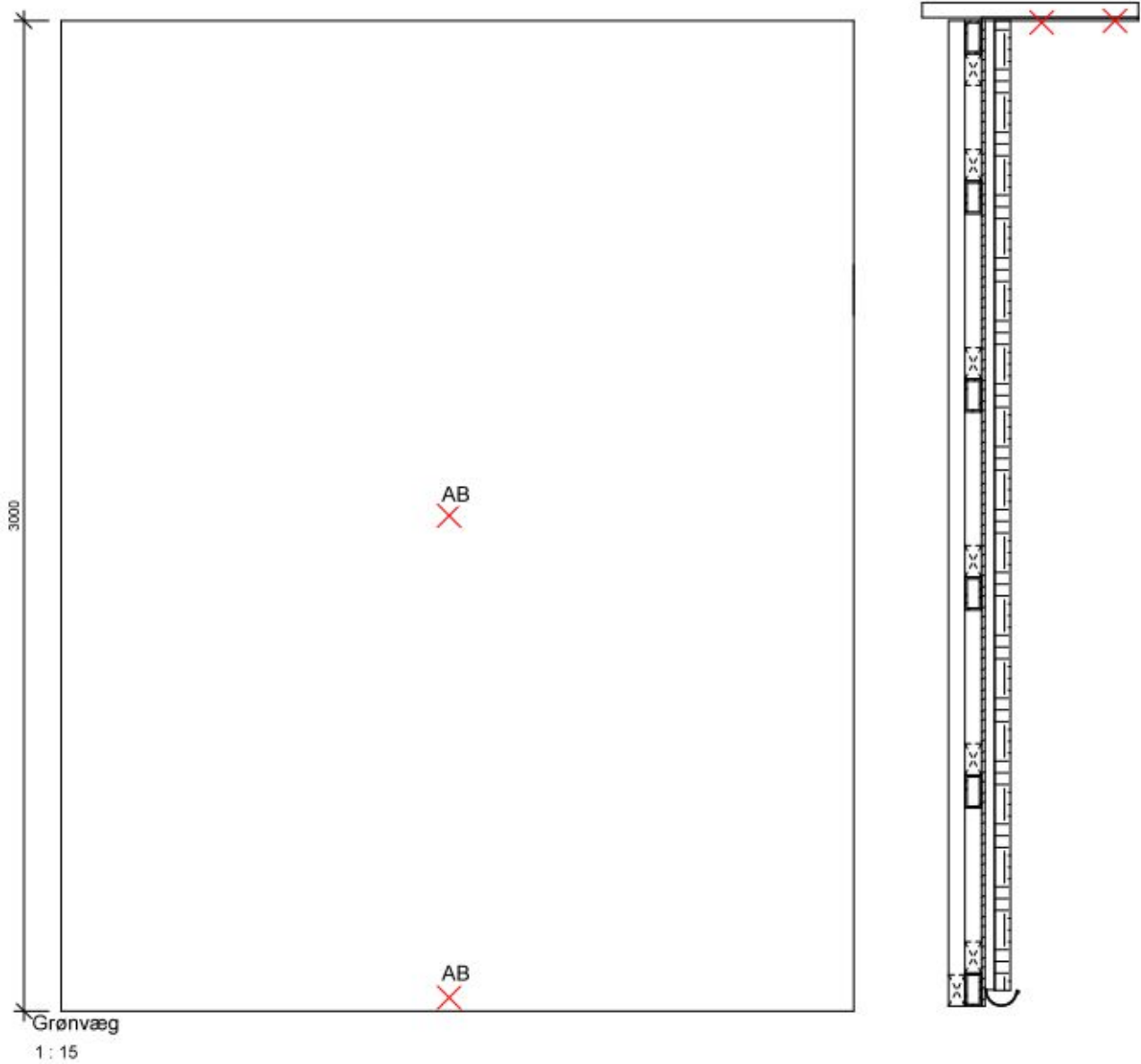
4. 45 mm x 95 mm rigler

Bundfals:

5. Galvaniseret ståltagrende
6. Konsoljern



Figur 18: Vandret snit af testobjekt 3.1



Figur 19: Opstalt og lodret snit i testobjekt 3.1





## 9.2 Observationer og målinger

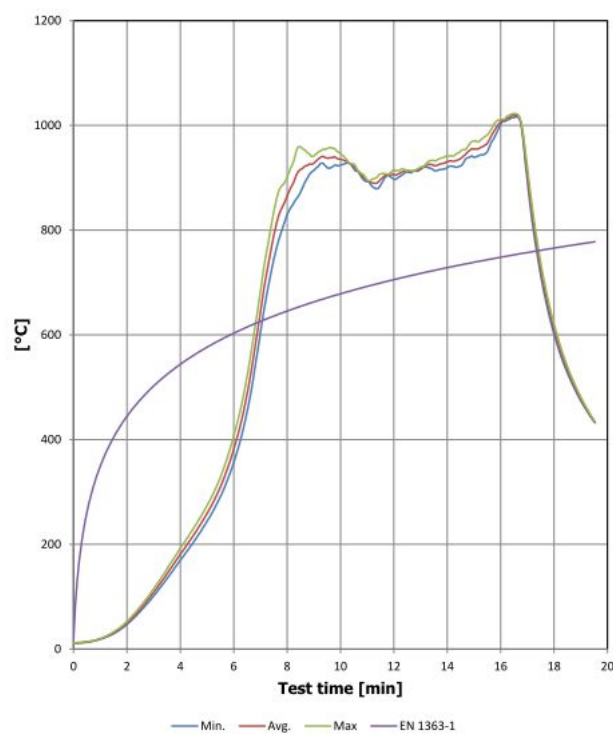
### 9.2.1 Observationer

Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
2	Små flammer i brandkammeret
3	Stigende røgproduktion
5	Stigende røgproduktion og flammeniveau
7	Kraftig røgudvikling
8-9	Overtænding
10	Ulmebrand i facaden
12	Kraftige flammer
15	Aftagende flammeniveau
16-17	Fortsat aftagende flammeniveau
17:10	Heptanen er brændt ud Testen stoppet



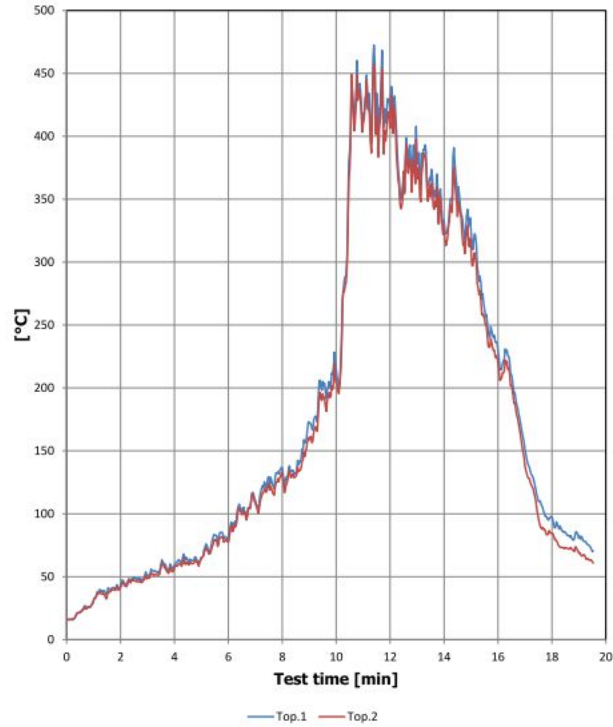
## 9.2.2 Temperaturmålinger

Test 3.1 - Furnace temperature



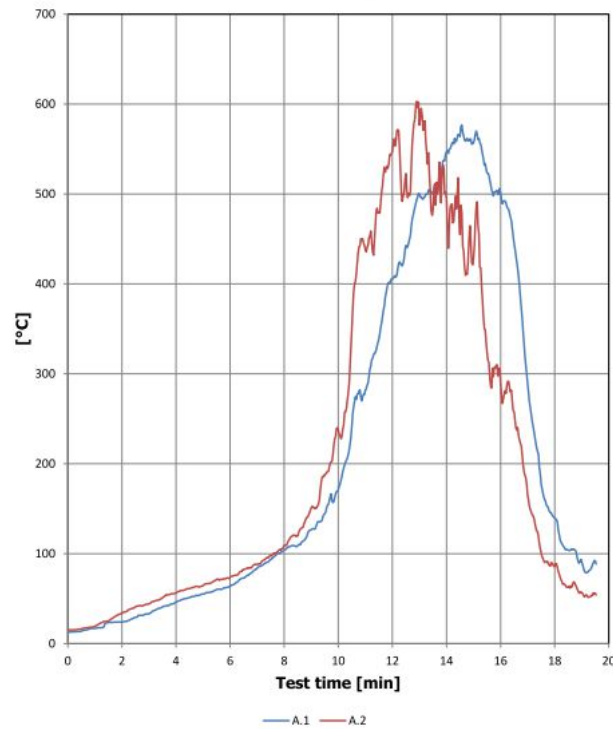
**Test 3.1 - Temperatures at the top**

*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*



**Test 3.1 - Temperatures for group A**

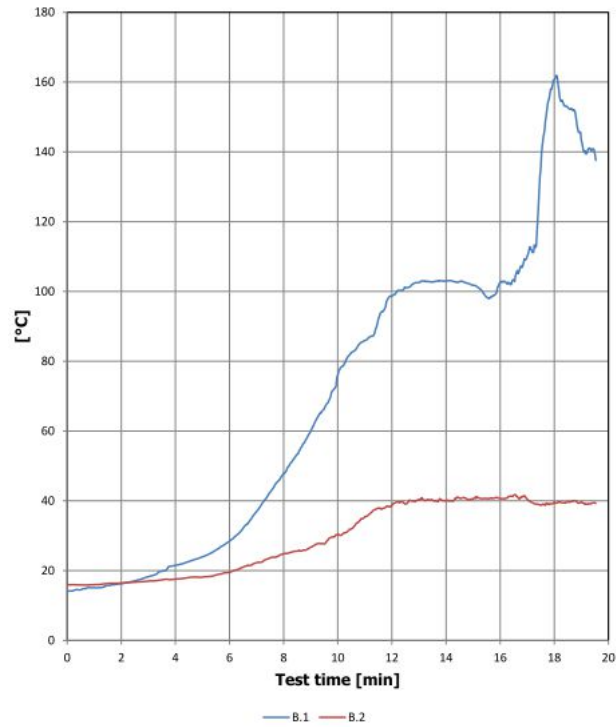
*Temperatures measured on the surface of the test specimen*





**Test 3.1 - Temperatures for group C**

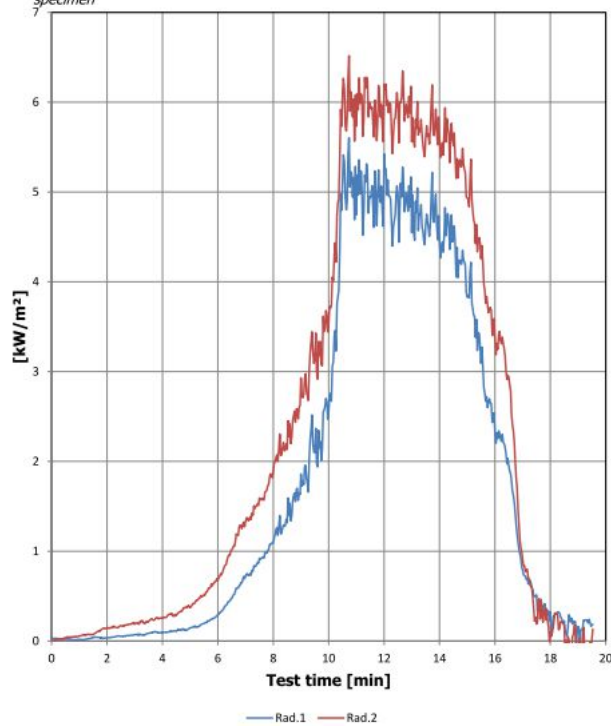
*Temperatures measured behind the test specimen*



**9.2.3 Strålingsmålinger**

**Test 3.1 - Radiation**

*Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen*



## 10Test 3.2

### 10.1 Beskrivelse af facadesystemet

---

Figur 18 og Figur 19 illustrerer opbygningen af testobjekt 3.2.

Facadeopbygning:

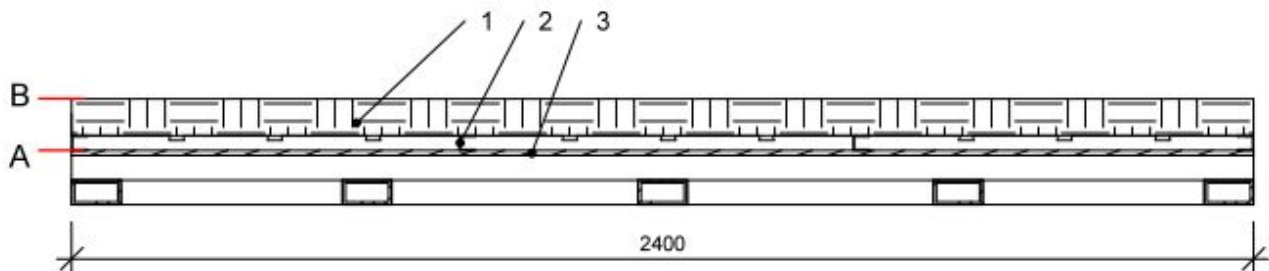
1. Vægelement med levende planter (friske)
2. Stålprofil/ophængningssystem
3. Kalciumsilikatplade

Ramme:

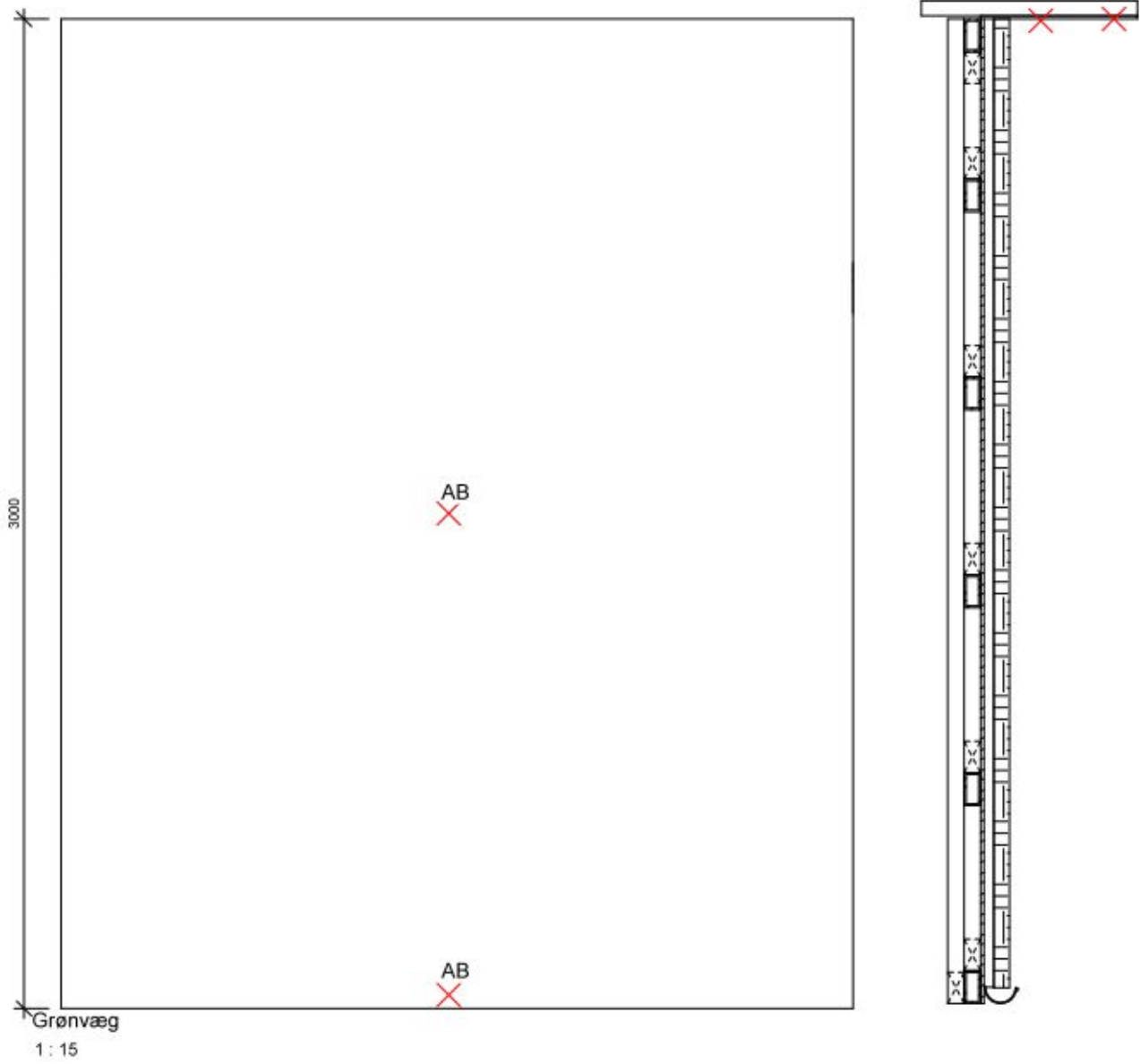
4. 45 mm x 95 mm rigler

Bundfals:

5. Galvaniseret ståltagrende
6. Konsoljern



Figur 20: Vandret snit af testobjekt 3.2



Figur 21: Opstalt og lodret snit i testobjekt 3.2





## 10.2 Observationer og målinger

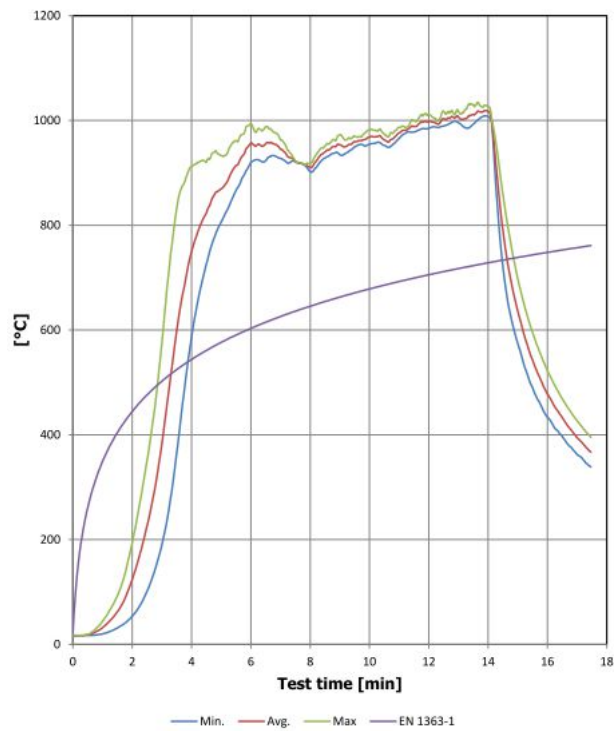
### 10.2.1 Observationer

Tid / Minutter	Visuelle observationer
0	Start
1:30	Stigende røgproduktion
3	Stigende røgproduktion og flammeniveua (flammerne er stadig inde i brandkammeret)
4	Store flammer og kraftig røgproduktion
6-7	Store flammer og kraftig røgproduktion
12	Aftagende flammeniveau
14	Heptanen er brændt ud Testen stoppet



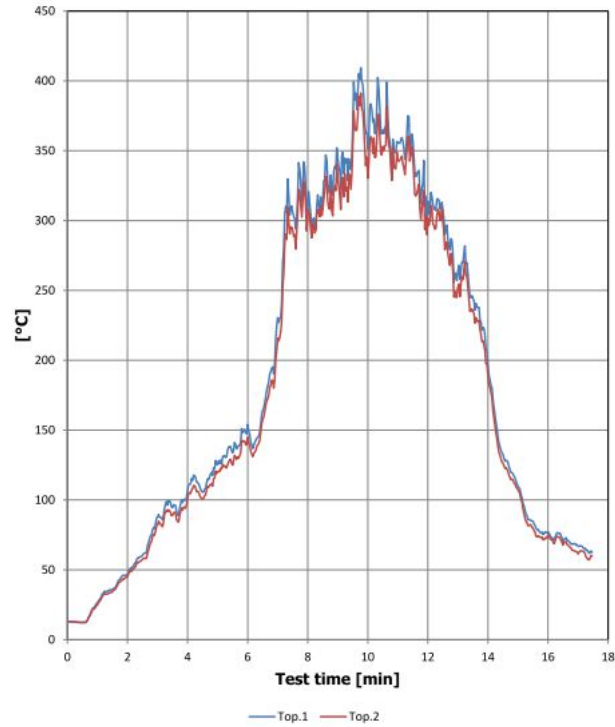
## 10.2.2 Temperaturmålinger

Test 3.1 - Furnace temperature



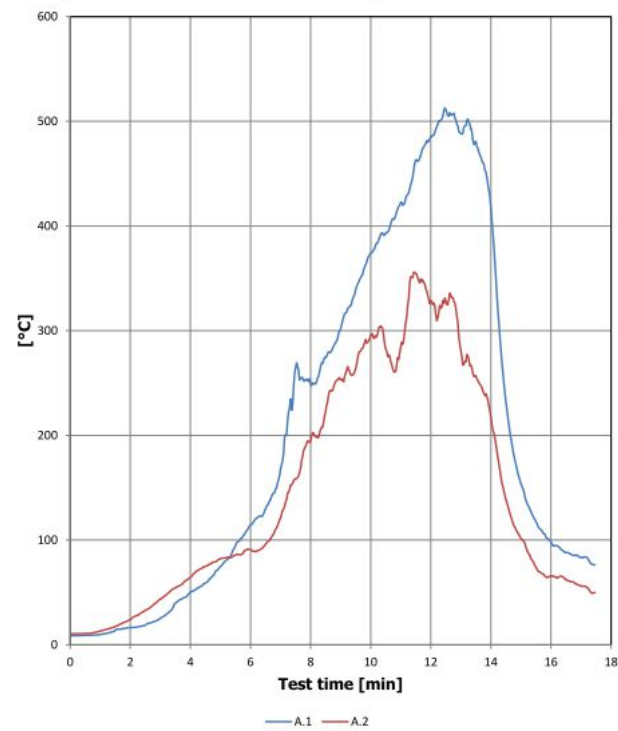
### Test 3.1 - Temperatures at the top

*Temperatures at the top plate 100 and 300 mm out from the facade*



### Test 3.1 - Temperatures for group A

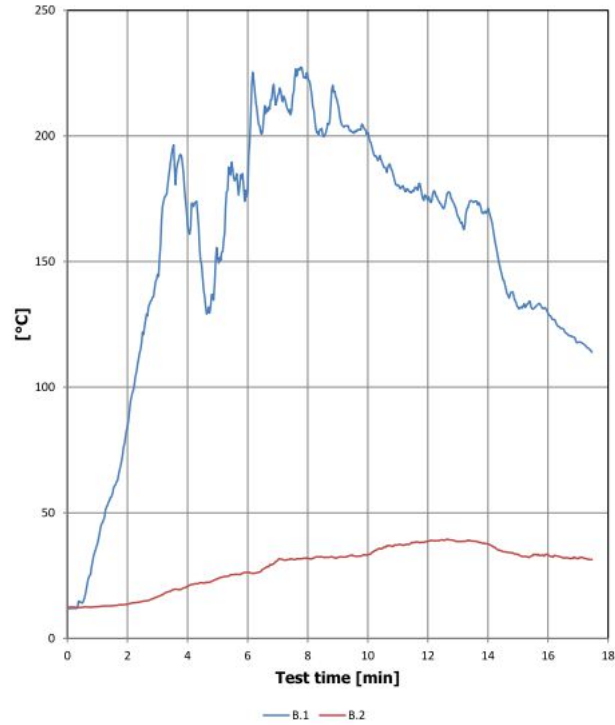
*Temperatures measured on the surface of the test specimen*





**Test 3.1 - Temperatures for group C**

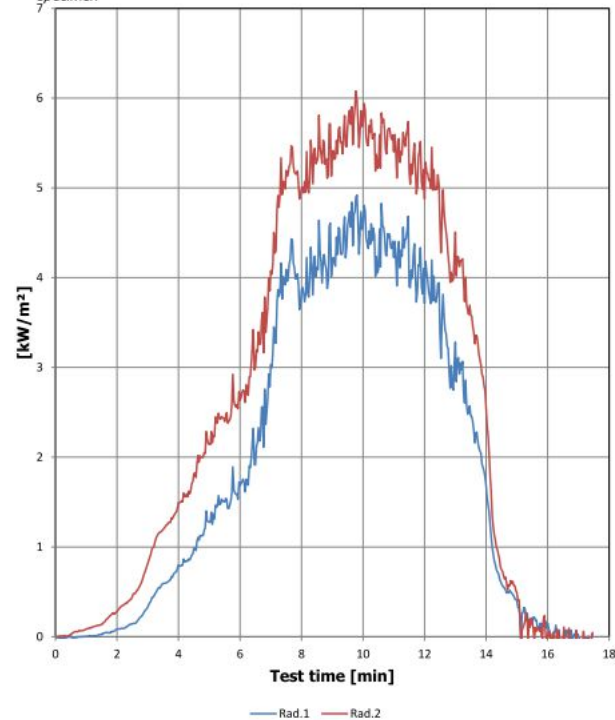
*Temperatures measured behind the test specimen*



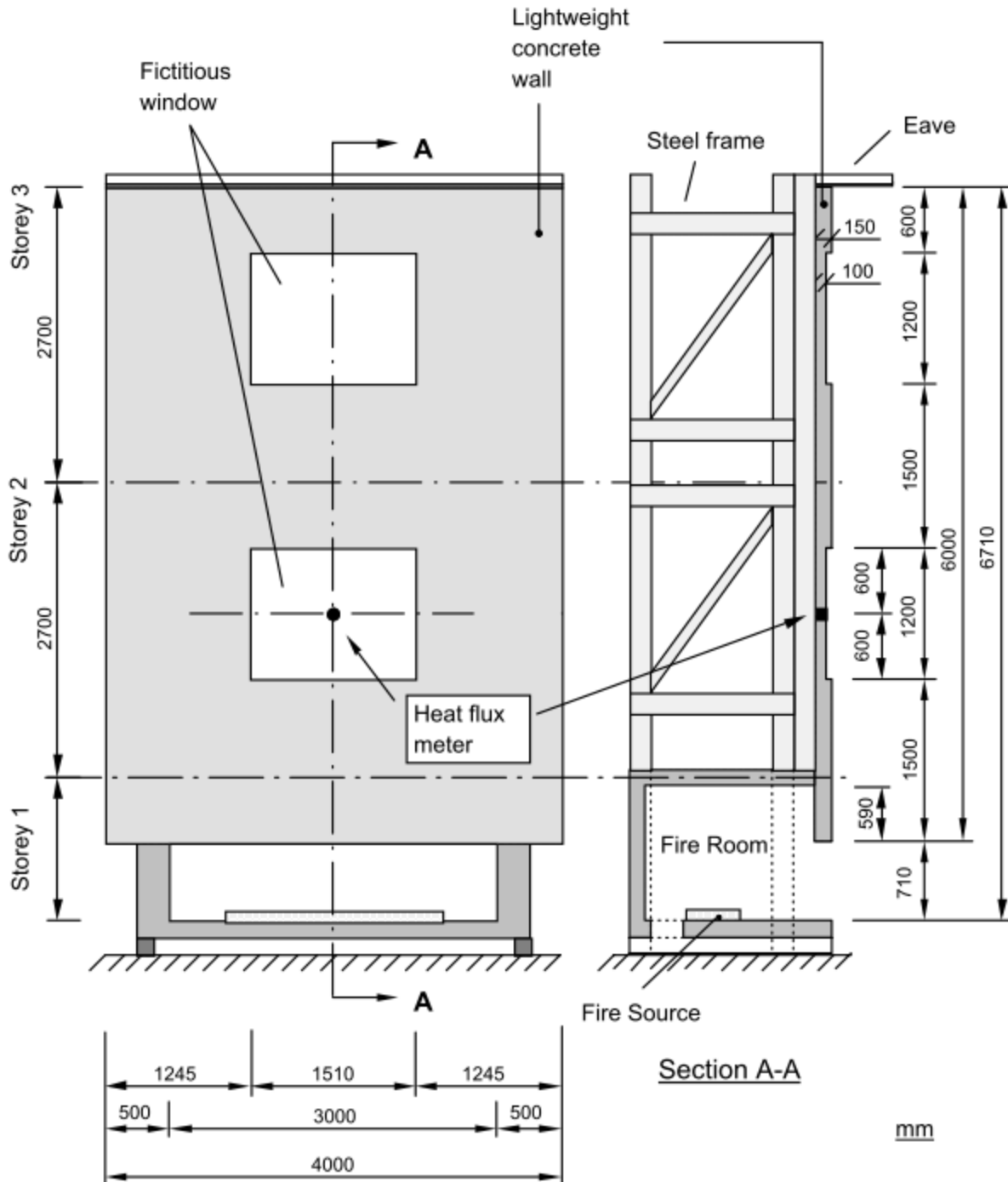
**10.2.3 Strålingsmålinger**

**Test 3.1 - Radiation**

*Radiation measured 3 m from the test specimen at the center and the bottom of the test specimen*



## Bilag 1: SP FIRE 105 testrig



Figur 22: Opstalt og snit af den originale testrig i SP FIRE 105