



Carlo F. Christensen A/S

Brandversuch Sepatec

Datum : 01.07.2016
Version : 1
Projektnummer : RE31376-001
Erstellt von : BVJ

Inhaltsverzeichnis

<u>1</u>	<u>EINLEITUNG</u>	<u>3</u>
1.1	ALLGEMEINES.....	3
1.2	ZWECK	3
<u>2</u>	<u>VERSUCHSBESCHREIBUNG</u>	<u>4</u>
2.1	VERSUCHSMETHODE	4
2.2	VERSUCHSANORDNUNG.....	4
2.3	BESCHREIBUNG DER VERSUCHSREIHEN	7
<u>3</u>	<u>ERGEBNISSE DER BRANDVERSUCHE</u>	<u>8</u>
3.1	MESSPARAMETER	8
3.2	BRANDVERLAUF.....	8
3.3	VISUELLE BEOBACHTUNGEN DER BRANDAUSBREITUNG.....	9
3.4	TEMPERATURMESSUNGEN.....	11
<u>4</u>	<u>SCHLUSSFOLGERUNG</u>	<u>15</u>

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Auf Anfrage der Carlo F. Christensen A/S hat das DBI – Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut [*Dänisches Institut für Brandschutz- und Sicherheitstechnik*] diesen Bericht über mit dem für Reetdacheindeckungen zum Einsatz kommenden Sepatec-Brandschutz durchgeführte Brandversuche erstellt.

Der Bericht wurde basierend auf den am Montag, dem 20. Juni 2016, bei DBI durchgeführten Brandversuchen sowie der Sepatec-Montageanleitung, 4. Ausgabe, Stand 28. April 2014, erstellt.

Die aus dem Bericht hervorgehenden Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Einsatz bei freistehenden Gebäuden wie Einfamilienhäusern, Ferienhäusern, Campinghütten und dazugehörigen Nebengebäuden mit einem Abstand von mindestens 5,0 Metern zur Grundstücksgrenze.

1.2 Zweck

Gegenstand dieses Berichts ist der bauliche Brandschutz bei der Verwendung von Reet als Dacheindeckungsmaterial bei in Übereinstimmung mit den Brandschutzanforderungen gemäß dänischer Bauordnung („Bygningsreglementet“) errichteten Gebäuden.

Gemäß der von Energistyrelsen [*der dänischen Energiebehörde*] unter dem Titel „Eksempelsamling om brandsikring af byggeri“, 2. Ausgabe 2016, herausgegebenen Beispielsammlung zum baulichen Brandschutz gilt Folgendes:

Für freistehende Einfamilienhäuser, Ferienhäuser, Campinghütten und dazugehörige Nebengebäude kann der Abstand zur Grundstücksgrenze auf mindestens 5 m verringert werden, sofern das Reetdach wie nachstehend beschrieben brandgeschützt ist. Das Reetdach besteht aus dem traditionell für Reetdächer verwendeten Schilfrohr und ist direkt, ohne darunter befindlichen Hohlraum, auf einem Bauteil der Klasse EI 30 [BD-Bauteil 30] aus einem Baustoff der Brandverhaltensklasse D-s2, d2 [Baustoffklasse B¹] eingedeckt. Die Reetdacheindeckung ist mit nichtbrennbarem Material am Unterbau befestigt.

Ziel der durchgeführten Brandversuche war es, zu untersuchen, ob für eine Reetdacheindeckung mit einem zulässigen Hohlraum von bis zu 60 mm zwischen einem Unterbau in Form eines Bauteils der Klasse EI 30 [BD-Bauteil 30] aus einem Baustoff der Brandverhaltensklasse D-s2, d2 [Baustoffklasse B] und einer mit Sepatec Brandschutz ausgestatteten Reeteindeckung entsprechende Richtlinien in Bezug auf Mindestabstände zu Grundstücksgrenzen erfüllt werden können.

¹ Anm. d. Übers.: Klassifizierung nach dänischem Standard

2 Versuchsbeschreibung

2.1 Versuchsmethode

Bei den durchgeführten Brandversuchen wurde eine komparative Analyse angewandt. Dabei wurden Versuchsergebnisse zu einer Dachkonstruktion mit einem gemäß der Beispielsammlung zum baulichen Brandschutz aufgebauten Reetdach (ohne Hohlraum zwischen Reeteindeckung und Unterbau) mit einer Reetdachkonstruktion mit Sepatec-Brandschutz und darunter befindlichem Hohlraum verglichen.

Die angewandte Versuchsmethode ist mit der Versuchsmethode identisch, die zur Dokumentation des in der Beispielsammlung zum baulichen Brandschutz (2. Ausgabe, 2016) beschriebenen Lösungsvorschlags angewandt wurde, nach welchem ein Abstand von mindestens 5 Metern zur Grundstücksgrenze gelten kann, sofern das Reetdach aus dem traditionell für Reetdächer verwendeten Schilfrohr besteht und direkt, ohne darunter befindlichen Hohlraum, auf einem Bauteil der Klasse EI 30 [BD-Bauteil 30] aus einem Baustoff der Brandverhaltensklasse D-s2, d2 [Baustoffklasse B] eingedeckt ist.

Durch Brandversuche wurden insgesamt 3 Dachmodelle mit Reeteindeckung untersucht:

- Dachmodell 1: Reetdach ohne Hohlraum zum Unterbau hin
- Dachmodell 2: Reetdach mit Sepatec und 30 mm Hohlraum zum Unterbau hin
- Dachmodell 3: Reetdach mit Sepatec und 60 mm Hohlraum zum Unterbau hin

Als Akzeptanzkriterium für die Dachmodelle mit Sepatec-Brandschutz mit darunter befindlichem Hohlraum gilt, dass bei Brandversuchen gleichwertige oder bessere Ergebnisse als beim Dachmodell ohne darunter befindlichen Hohlraum erzielt werden müssen.

2.2 Versuchsanordnung

Bei den Brandversuchen werden die Dachmodelle einem Brand ausgesetzt basierend auf der Norm DS/EN 13501-5 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen“, die für Bedachungen der Klasse B_{ROOF} (t2) gilt.

- Die Dachmodelle werden einem Brand des in der Norm DS/EN 13501-5 beschriebenen Ausmaßes ausgesetzt.
- Die Dachmodelle werden dem Feuer 15 Minuten lang ausgesetzt, woraufhin der Brand gelöscht und das Schadensausmaß beurteilt wird.
- Die Dachmodelle werden während der Brandversuche einem Luftstrom von 4 m/s ausgesetzt (rechtwinklig – 1 m vom Brandherd entfernt).

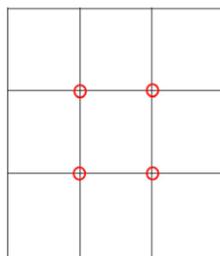
Als Brandsatz wird wie bei „normalen“ Klassifizierungsprüfungen von Dacheindeckungen eine Anordnung aus Holzstäben von insgesamt 40 g verwendet, die mit einem Bunsenbrenner angezündet werden.

Alle Dachmodelle (3 Stück) sind als Ausschnitt einer Dachfläche aufgebaut, wobei die Modelle seitlich mit Platten abgegrenzt sind, um die Realität nachzubilden.

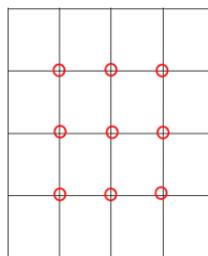
Das Anzünden des Brandsatzes (40 g Holzstäbe) erfolgt abseits des Dachmodells, wonach der Brandsatz nach vollständiger Entzündung auf das Reetdach gesetzt wird.

Gemeinsam für alle Dachmodelle gilt:

- Größe 122 cm x 244 cm
- Dachneigung 45 Grad
- Eindeckung des Dachs mit Reet herkömmlicher Art
- Eindeckung mit Edelstahldraht, der um Stahlstangen gebunden wird; Verwendung von Dachdeckerschrauben
- Reeteindeckung in einer Stärke von ca. 30 cm
- Abgeschlossen wird das Modell mit einer Konstruktion in Form eines EI 30-Bauteils aus einem Baustoff, der mindestens D-s2, d2 entspricht (für die Brandversuche werden zwei Lagen 18 mm Sperrholz verwendet)
- Montage von Plattenlagen an beiden Seiten des Modells (Höhe entsprechend dem Reetniveau)
- Auf der Rückseite der Dachmodelle sowie zwischen dem Reet und dem Unterbau wurden insgesamt 13 Thermoelemente montiert. Die Thermoelemente wurden jeweils an den Schnittpunkten der Drittellinien (waagrecht und senkrecht) auf der Rückseite (4 Stück) sowie an den Schnittpunkten der Viertellinien (waagrecht und senkrecht) zwischen dem Reet und dem Unterbau (9 Stück) angebracht. Die Anordnung der Thermoelemente geht aus den nachfolgenden Darstellungen hervor.



3-dels punkter - bagsiden



4-dels punkter - ml. strå og undertag

Für die Dachmodelle mit Sepatec (Brandversuche 2 und 3) gilt Folgendes:

- Aufbau einer Lattenkonstruktion, die einem Hohlraum von jeweils 30 mm und 60 mm entspricht
- Auf den Latten wird ein Vlies vom Typ Sepatec ausgelegt
- Auf die Latten und das Vlies wird im unteren, 60 cm breiten Abschnitt des Modells eine Lage aus 45 mm Steinwolle in Plattenform aufgebracht. Die gleiche Randdämmung wird in einer Breite von 15 cm im oberen Bereich des Dachmodells verwendet. An den Seiten des Modells wird keine Randdämmung verwendet.
- Im oberen Teil des Modells wird die Hinterlüftung zu einem Lüftungsspalt von höchstens 30 mm verjüngt.



Foto 1: Unterbau in Form eines EI 30-Bauteils aus einem Baustoff, der mindestens D-s2, d2 entspricht (zwei Lagen 18 mm Sperrholz).



Foto 2: Aufbau einer Lattenkonstruktion (Dachmodell 2 und 3) mit einem Hohlraum zum darunter befindlichen EI 30-Bauteil hin.



Foto 3: Auslegung von Sepatec und Randdämmung auf der Lattenkonstruktion (Dachmodelle 2 und 3).



Foto 4: Fertiges Dachmodell.

Die Versuchsanordnung mit Luftstromeinwirkung auf das Dachmodell ist auf dem nachfolgenden Foto dargestellt. Luftstromeinwirkung von 4 m/s auf den Mittelpunkt des Dachmodells. Der Abstand zwischen der Vorderseite des Dachmodells und der Windturbine beträgt 1 Meter.



Foto 5: Versuchsanordnung aus Dachmodell und Windturbine.

2.3 Beschreibung der Versuchsreihen

Die Brandversuche dienen als Grundlage für die Beurteilung, was nach dem Anzünden eines Reetdachs geschieht. Mit den Brandversuchen wird die Brandausbreitung im Dach ab dem Zeitpunkt, zu dem das Dach einem Brandsatz ausgesetzt wird, bis 15 Minuten nach dem Anzünden untersucht, wonach der Brandversuch beendet und der Brand im Reetdach gelöscht wird.

Es wurden insgesamt 3 Brandversuche durchgeführt. Alle Brandversuche wurden unter Windeinwirkung und mit identischer Versuchsanordnung durchgeführt.

Als Akzeptanzkriterium für die Dachmodelle mit Sepatec mit darunter befindlichem Hohlraum gilt, dass bei Brandversuchen gleichwertige oder bessere Ergebnisse als beim Dachmodell ohne darunter befindlichen Hohlraum erzielt werden müssen.

3 Ergebnisse der Brandversuche

3.1 Messparameter

Die Beurteilung der Ergebnisse der Brandversuche basiert auf visuellen Beobachtungen der Ausbreitung der Brandschäden am jeweiligen Dachmodell sowie auf Temperaturmessungen in den Dachmodellen.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse für die Dachmodelle mit Sepatec und Hohlraum zwischen der Reeteindeckung und dem darunter befindlichen Bauteil der Klasse EI 30 werden die Ergebnisse mit dem Dachmodell 1 ohne Hohlraum verglichen.

3.2 Brandverlauf

Die nachstehende Fotoserie zeigt den Brandverlauf bei Brandversuch 2 (Dachmodell 2). Die Brandverläufe waren bei den anderen Dachmodellen vergleichbar.



Foto 6: Unmittelbar nach Exposition mit der Zündquelle.



Foto 7: Ca. 5 Minuten nach Beginn des Brandversuchs.



Foto 8: Ca. 10 Minuten nach Beginn des Brandversuchs.



Foto 9: Ca. 15 Minuten nach Beginn des Brandversuchs.

3.3 Visuelle Beobachtungen der Brandausbreitung

Während der Brandversuche ließ sich bei allen 3 Brandversuchen ein gleichartiges Brandmuster beobachten (jedoch mit der geringsten Brandausbreitung bei Dachmodell 3 mit einem Hohlraum von 60 mm). Das Brandmuster zeigt einen Brand, der sich von der Stelle des aufgesetzten Brandsatzes aus ausbreitet. Nach dem Ausbrennen des Brandsatzes wurde dieser brennende Bereich zunehmend größer. Die Flammen aus diesem brennenden Bereich entzündeten die Reeteindeckung oberhalb des Brands. Einige Zeit nach Beginn des Brandversuchs entzündete sich auch der Bereich unterhalb des Brandherds durch die Hitze der Flammen oder durch Wärmeübertragung in der obersten Schicht der Reeteindeckung und die damit verbundene kontinuierliche Erhitzung, die bei ausreichend starker Hitze zu einem Entzünden der Oberfläche führt (Entgasung aus dem Reet).

Bei der Beurteilung der Schäden nach den Versuchen ist ein deutliches Einbrennen in dem Bereich der Reeteindeckung festzustellen, wo der Brandsatz aufgesetzt wurde und sich das Zentrum des durch die Windmaschine erzeugten Luftstroms befand. Nach 15-minütigem Brandverlauf hat eine lokale Einbrennung in die Reeteindeckung hinein stattgefunden, die einer Tiefe von bis zu ca. 20 cm entspricht.

Entsprechend ist eine Einbrennung vom Mittelpunkt des Brandherds aus seitwärts in Richtung der Seitenteile der Dachmodelle erfolgt. Der Bereich, in dem das Reet tiefe Einbrennungen aufweist, ist kreisförmig mit einem Durchmesser von ca. 50 cm. Den Mittelpunkt bildet die Stelle, wo sich der Brandherd/Brandsatz befand, an der sich auch das Zentrum des durch die Windmaschine erzeugten Luftstroms befand (ebenfalls kreisförmiger Querschnitt).

Bei allen 3 Brandversuchen sind keine Einbrennungen bis zum jeweiligen Unterbau aus Platten (Sperrholz) festzustellen, die eine Entzündung des Unterbaus verursachen könnten.

Außerhalb der Bereiche der Dachmodelle, in denen es zu einem Einbrennen des Dachs (des Reets) gekommen ist, sind nur Schäden an der Dachoberfläche festzustellen.



Foto 10: Dachmodell 1 (ohne Hohlraum).



Foto 11: Dachmodell 2 (30 mm Hohlraum und Sepatec).



Foto 12: Dachmodell 3 (60 mm Hohlraum und Sepatec).

Die Fotos 10-12 zeigen die Dachmodelle nach Ende des Brandversuchs und nach Löschen des Feuers.

Die Tiefe der Einbrennung in die Reeteindeckung geht aus Foto 13 hervor. Bei allen 3 Brandversuchen ist das Ausmaß der lokalen Einbrennung um den Brandherd herum vergleichbar, und in keinem der Versuche ist die Reeteindeckung in ihrer gesamten Tiefe abgebrannt.



3.4 Temperaturmessungen

Während der Brandversuche wurden die Temperaturen in den Dachmodellen gemessen. Bei allen Dachmodellen wurden auf der Rückseite der EI 30-Bauteile 4 Thermoelemente und zwischen der Reeteindeckung und dem Unterbau (EI 30-Bauteil) 9 Thermoelemente montiert.

Die Thermoelemente auf den Rückseiten der Dachmodelle (4 Stück) zeigten in allen Fällen keinen Temperaturanstieg, weshalb die Ergebnisse hier nicht wiedergegeben werden.

Insgesamt wurden keine Temperaturen über 80 Grad gemessen, und die höchste Temperatur ist an der Mittellinie des Dachmodells (rote Kurve) zu beobachten, wo sich der Brandherd befand.

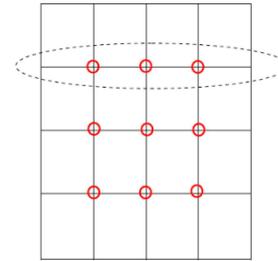
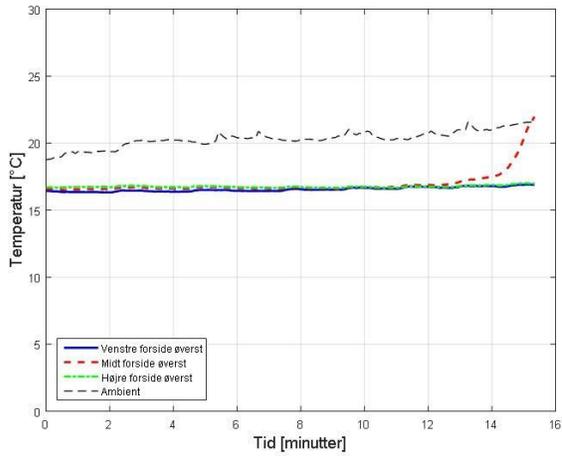
Es sei darauf hingewiesen, dass das Dachmodell 2 dem Brand 17 Minuten lang ausgesetzt wurde im Gegensatz zu den beiden anderen Dachmodellen, bei denen die Dauer des Brandverlaufs 15 Minuten betrug. Bei der Analyse der Ergebnisse werden nur 15 Minuten berücksichtigt.

Bei der Auswertung der Temperaturmessung ist festzustellen, dass beim Dachmodell ohne Hohlraum nur an der Mittellinie eine Temperaturmessung² zu beobachten ist, die in der Mitte und unten am ausgeprägtesten ist, was mit den Beobachtungen der Brandausbreitung auf der Vorderseite übereinstimmt.

Bei der Auswertung der Temperaturmessungen in den Dachmodellen mit Hohlraum sind eine allgemeine Wärmeübertragung in Querrichtung des Hohlraums und ein Temperaturanstieg im Hohlraum festzustellen. Der Temperaturanstieg ist im oberen Bereich des Hohlraums am größten (im Gegensatz zum Dachmodell ohne Hohlraum, bei dem der Temperaturanstieg im unteren Bereich am größten ist); bei sowohl Dachmodell 2 als auch Dachmodell 3 sind jedoch der maximale Temperaturanstieg und die Temperaturanstiegsgeschwindigkeit entweder vergleichbar mit oder niedriger als beim Dachmodell 1 ohne Hohlraum.

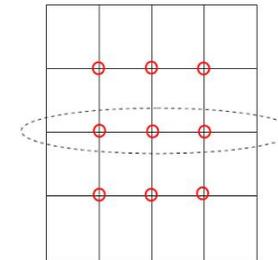
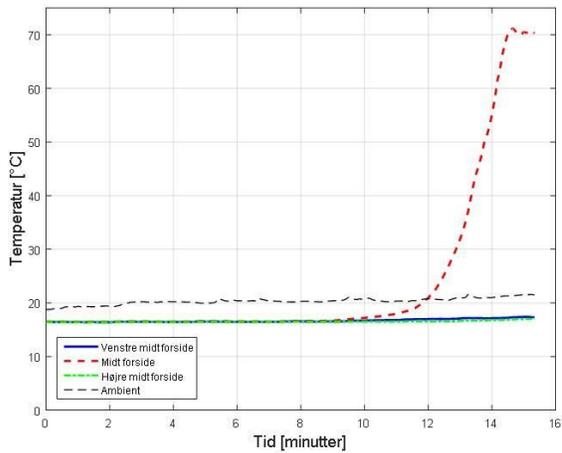
² Anm. d. Übers.: Im Originaltext steht „temperaturmåling (= „Temperaturmessung“); vermutlich soll es jedoch „temperaturstigning“ (= Temperaturanstieg) heißen

Temperaturmæssinger bei Dachmodell 1 (ohne Hohlraum):



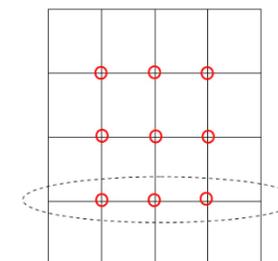
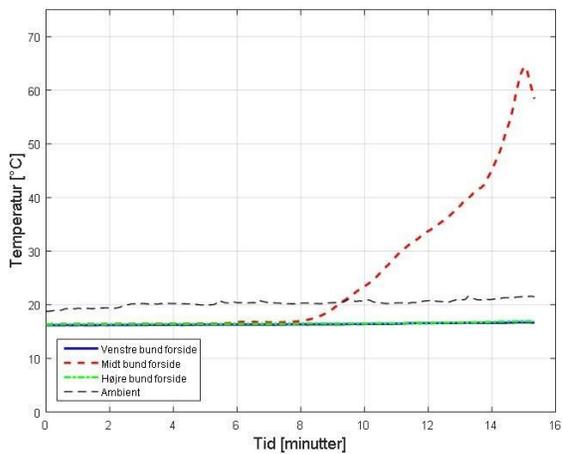
4-dels punkter - ml. strå og undertag

Anordning der Thermoelemente



4-dels punkter - ml. strå og undertag

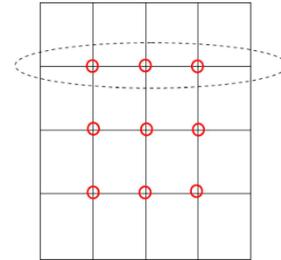
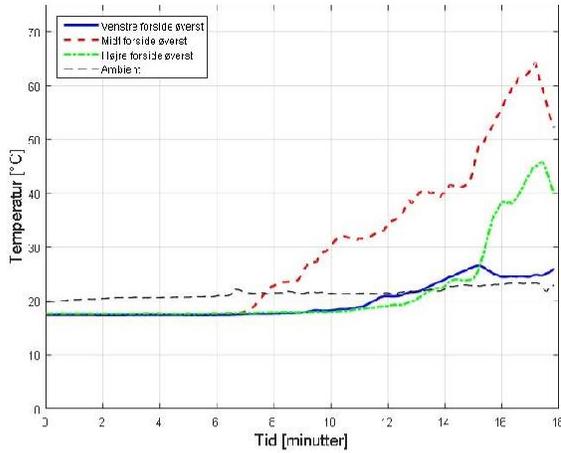
Anordning der Thermoelemente



4-dels punkter - ml. strå og undertag

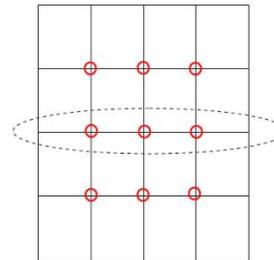
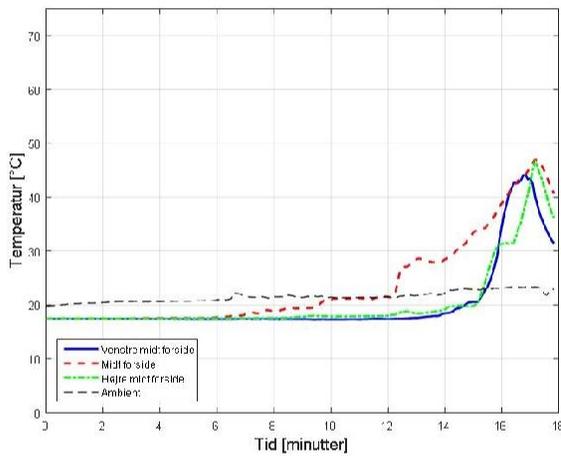
Anordning der Thermoelemente

Temperaturmæssinger bei Dachmodell 2 (30 mm Hohlraum):



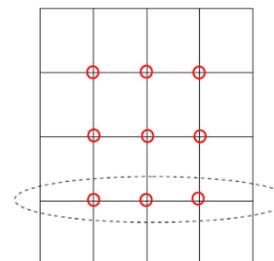
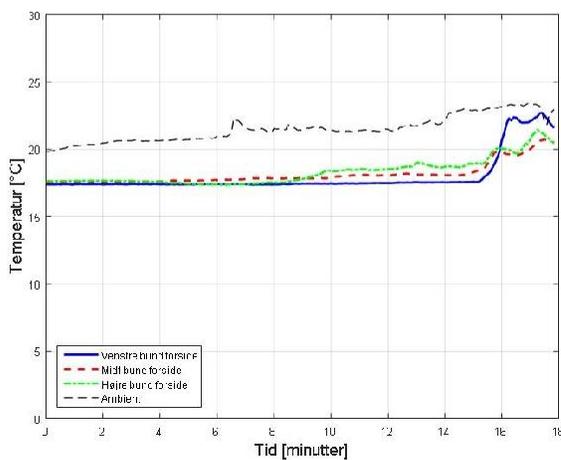
4-dels punkter - ml. strå og undertag

Anordning der Thermoelemente



4-dels punkter - ml. strå og undertag

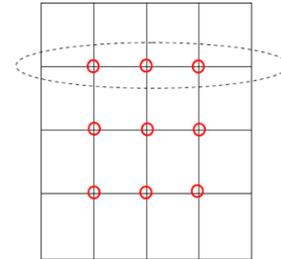
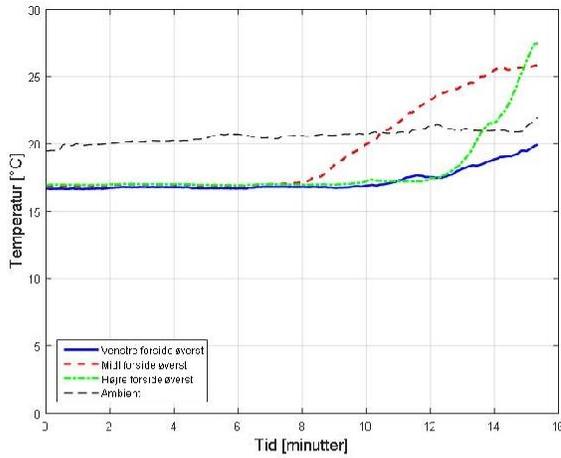
Anordning der Thermoelemente



4-dels punkter - ml. strå og undertag

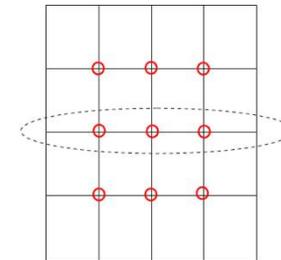
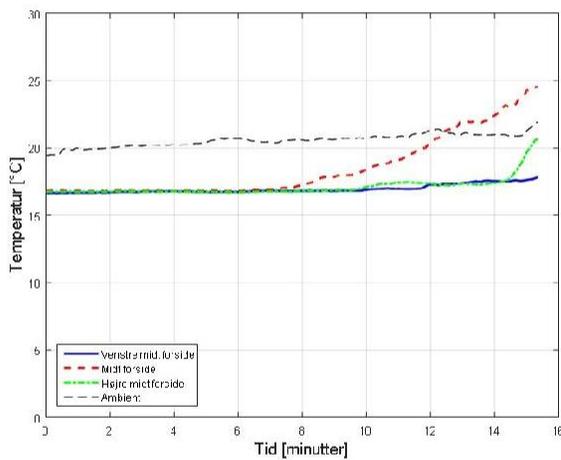
Anordning der Thermoelemente

Temperaturmæssinger bei Dachmodell 3 (60 mm Hohlraum):



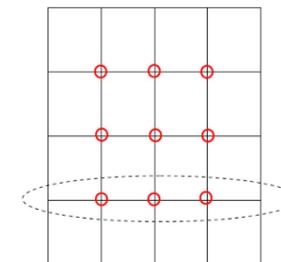
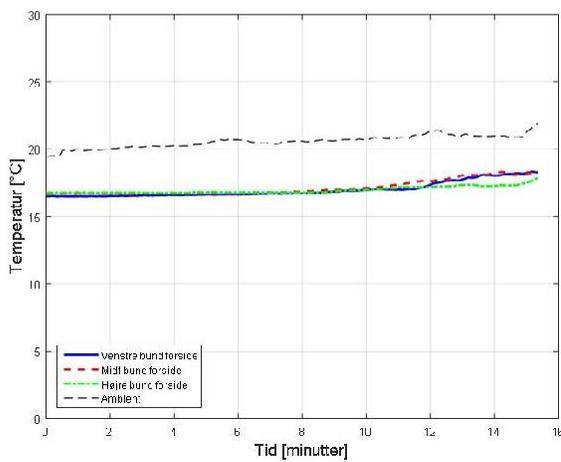
4-dels punkter - ml. strå og undertag

Anordnung der Thermoelemente



4-dels punkter - ml. strå og undertag

Anordnung der Thermoelemente



4-dels punkter - ml. strå og undertag

Anordnung der Thermoelemente

4 Schlussfolgerung

Basierend auf den durchgeführten Brandversuchen und den Ergebnissen daraus kommt das DBI zu der Einschätzung, dass bei einem mit Sepatec-Brandschutz ausgestatteten Reetdach mit einem darunter befindlichen belüfteten Hohlraum von maximal 60 mm mindestens das gleiche Brandschutzniveau erreicht wird. Und zwar im Vergleich zu einem Reetdach, das direkt, ohne darunter befindlichen Hohlraum, auf einem Bauteil der Klasse EI 30 [BD-Bauteil 30] aus einem Baustoff der Brandverhaltensklasse D-s2, d2 [Baustoffklasse B] eingedeckt wurde.

Somit kann ein Dachaufbau bestehend aus einer Lattenkonstruktion mit einem darunter befindlichen Hohlraum von max. 60 mm, mit Sepatec-Brandschutz (Glasfaservlies und Randdämmung) ausgestattet und mit Reet herkömmlicher Art eingedeckt, nach Beurteilung des DBI in einem Abstand von mindestens 5 Metern zur Grundstücksgrenze errichtet werden.

Als Unterbau für die Lattenkonstruktion ist dabei stets ein Bauteil der Klasse EI 30 [BD-Bauteil 30] aus einem Baustoff der Brandverhaltensklasse D-s2, d2 [Baustoffklasse B] zu verwenden. Die Reeteindeckung ist mit nichtbrennbarem Material zu befestigen.

Die Anbringung des Sepatec-Brandschutzes hat gemäß den Anweisungen des Lieferanten zu erfolgen. Als Randdämmung ist eine Lage 45 mm Steinwolle in Plattenform in einer Breite von 60 cm entlang der Kanten des Reetdachs und in einer Breite von 75 cm vom First abwärts anzubringen.

Die für die komparative Analyse angewandte Versuchsmethode/Versuchsanordnung ist mit der Versuchsmethode identisch, die zur Dokumentation des in der Beispielsammlung zum baulichen Brandschutz (2. Ausgabe, 2016) beschriebenen Lösungsvorschlags in Bezug auf das Beispiel Reetdach mit einem Mindestabstand von 5 Metern zur Grundstücksgrenze angewandt wurde.

Die Richtigkeit und Vollständigkeit vorstehender Übersetzung des in elektronischer Form vorgelegten und in Kopie angehängten Dokuments

„Carlo F. Christensen A/S Brandforsøg Sepatec“
(Carlo F. Christensen A/S Brandversuch Sepatec)

aus der dänischen Sprache wird hiermit bescheinigt.

Nicht übersetzt wurden die Diagrammtexte in den Abbildungen auf Seite 12-14.

Handewitt, 24.06.2022



The image shows a blue circular official stamp. The text inside the stamp reads: "Susanne Rosenberg" at the top, "Für den Bezirk des OLG Schleswig-Holstein ermächtigte Übersetzerin für die dänische Sprache" in the center, and "Stationsstr. 60, 24976 Handewitt, 04303000000" at the bottom. To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink.

Für die Gerichte und Staatsanwaltschaften des Landes Schleswig-Holstein ermächtigte Übersetzerin für die dänische Sprache.



Carlo F. Christensen A/S

Brandforsøg Sepatec

Dato : 01.07.2016
Version: : 1
Projektnummer : RE31376-001
Udarbejdet af : BVJ

Indholdsfortegnelse

1	<u>INDLEDNING</u>	3
1.1	GENERELT.....	3
1.2	FORMÅL.....	3
2	<u>FORSØGSBESKRIVELSE</u>	4
2.1	FORSØGSMETODE	4
2.2	FORSØGSOPSTILLING	4
2.3	BESKRIVELSE AF FORSØGSRÆKKER	7
3	<u>RESULTATER AF BRANDFORSØG</u>	8
3.1	MÅLEPARAMETRE	8
3.2	BRANDFORLØB.....	8
3.3	VISUELLE OBSERVATIONER AF BRANDUDBREDELSE	9
3.4	TEMPERATURMÅLINGER	11
4	<u>KONKLUSION</u>	15

1 Indledning

1.1 Generelt

Efter henvendelse fra Carlo F. Christensen A/S har DBI - Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut – udarbejdet nærværende rapport vedr. udførte brandforsøg med Sepatec brandsikring, som benyttes ved tagdækning af strå.

Nærværende rapport er udarbejdet på baggrund af brandforsøg udført hos DBI mandag d. 20. juni 2016 samt monteringsvejledning for Sepatec, 4. udgave, 28. april 2014.

Resultater angivet i denne rapport er afgrænset til brug for fritliggende bygninger, som enfamiliehuse, sommerhuse, campinghytter og dertilhørende småbygninger med afstand til skel på mindst 5,0 meter.

1.2 Formål

Denne rapport omhandler brandsikkerhed ved anvendelse af stråtage, som tagdækning på bygninger opført i overensstemmelse med bygningsreglementets brandkrav.

I henhold til Eksempelsamling om brandsikring af byggeri, 2. udgave 2016, gælder følgende:

Afstanden til skel kan for fritliggende enfamiliehuse, sommerhuse, campinghytter og dertilhørende småbygninger reduceres til mindst 5 m, såfremt stråtaget er brandsikret på følgende vis. Stråtaget er udført af traditionelle tagrør og tækket direkte, uden bagvedliggende hulrum, på en bagvedliggende bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] udført af materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]. Tagdækningen af strå fastgøres til underliggende bygningsdel med ubrændbart materiale.

Udførte brandforsøg har haft til formål at undersøge, om der kan opnås tilsvarende retningslinjer for afstandskrav til skel ved en tagdækning af strå, hvor der accepteres et hulrum på op til 60 mm mellem underliggende bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] udført af materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale] og tagdækning af strå som forsynes med Sepatec brandsikring.

2 Forsøgsbeskrivelse

2.1 Forsøgsmetode

Der er anvendt en komparativ analyse ved udførte brandforsøg. Her er forsøgsresultater af en tagkonstruktion med stråtag opbygget efter Eksempelsamling om brandsikring af byggeri (ingen hulrum mellem stråtag og bagvedliggende bygningsdel) sammenholdt med en tagkonstruktion med stråtag og brug af Sepatec brandsikring med bagvedliggende hulrum.

Den anvendte forsøgsmetode er identisk med den forsøgsmetode, som er benyttet til dokumentation af det løsningsforslag, som er beskrevet i Eksempelsamling om brandsikring af byggeri (2. udgave, 2016), hvor der kan anvendes en afstand til skel på mindst 5 meter, såfremt stråtaget er udført af traditionelle tagrør og tækket direkte, uden bagvedliggende hulrum, på en bagvedliggende bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] udført af materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale].

Ved brandforsøg er der i alt undersøgt 3 tagmodeller med stråtag:

- Tagmodel 1: Stråtag uden bagvedliggende hulrum mod underliggende bygningsdel
- Tagmodel 2: Stråtag med Sepatec og 30 mm hulrum mod underliggende bygningsdel
- Tagmodel 3: Stråtag med Sepatec og 60 mm hulrum mod underliggende bygningsdel.

Acceptkriterium for tagmodeller med Sepatec brandsikring med bagvedliggende hulrum er, at der ved brandforsøg som skal opnås tilsvarende eller bedre resultater end tagmodel uden bagvedliggende hulrum.

2.2 Forsøgsopstilling

Ved brandforsøg brandpåvirkes tagmodellerne med udgangspunkt i DS/EN 13501-5 Brandteknisk klassifikation af byggevarer og bygningsdele. Del 5: Klassifikation ud fra resultater opnået ved prøvning for udvendig brandpåvirkning af tage, gældende for tagdækninger klassificeret B_{ROOF} (t2).

- Tagmodellerne brandpåvirkes med en brand af størrelse som beskrevet i DS/EN 13501-5
- Tagmodellerne brandpåvirkes i 15 minutter, hvorefter branden slukkes og skaderne evalueres
- Tagmodellerne påvirkes under brandforsøgene med en luftstrøm på 4 m/s (vinkelret – 1 m fra brandkilde).

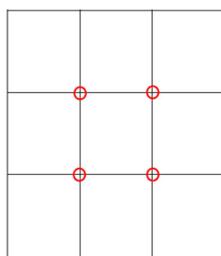
Som brandkilde benyttes som ved "normal" klassifikationsprøvning af tagdækning en opstilling af træpinde på i alt 40 gram, som antændes med en bunsenbrænder.

Alle tagmodeller (3 stk.) er opbygget som et udsnit af en tagflade, hvor modellen afgrænses langs siderne med plader for at illudere dette.

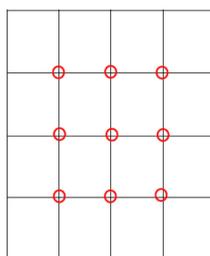
Antændelse af brandkilde (40 gram træpinde) sker væk fra tagopbygningen, hvorefter brandkilden flyttes til stråtaget efter fuld antændelse.

Fælles for alle tagmodeller:

- Størrelse 122cm x 244cm
- Taghældning på 45 grader
- Taget tækkes med tækkestrå af traditionel type
- Taget tækkes med rustfri tråd, der bindes omkring stålstang. Der anvendes tækkeskruer.
- Stråtaget tækkes med en tykkelse på ca. 30 cm
- Modellen afsluttes med konstruktion som EI 30 bygningsdel af materiale mindst D-s2,d2 (ved brandforsøg benyttes to lag 18 mm krydsfiner)
- Montering af pladelag på sider af model (højde svarende til niveau af strå)
- På bagside af tagmodel og mellem tækkestrå og underlag monteres i alt 13 termoelementer. Termoelementerne placeret i modellernes 3-dels punkter på bagsiden (4 stk.) (både lodret og vandret) og i 4-dels punkter mellem tækkestrå og underlag (9 stk.) (både vandret og lodret). Placering af termoelementerne er illustreret ved nedenstående skitser.



3-dels punkter - bagsiden



4-dels punkter - ml. strå og undertag

For tagmodeller med Sepatec (brandforsøg 2 og 3) gælder følgende:

- Opbygning af lægtelag, som modsvarer et hulrum på henholdsvis 30 mm og 60 mm
- Oven på lægterne udlægges en dug af typen Sepatec
- Oven på lægterne og oven på dugen, udlægges i modellens første 60 cm, ét lag 45 mm stenuld i pladeform. Samme randisolering i en bredde på 15 cm benyttes øverst på tagmodellen. Der benyttes ikke randisolering i sider af model
- Øverst i modellen indsnævres luftadgangen i toppen til en luftspalte på højst 30 mm.



Foto 1: Underliggende EI 30 bygningsdel af materiale mindst D-s2,d2 (to lag 18 mm krydsfiner).



Foto 2: Opbygning af lægtelag (tagmodel 2 og 3) med hulrum mod underliggende EI 30 bygningsdel.



Foto 3: Udlægning af Sepatec og randisolering ovenpå lægtelag (tagmodel 2 og 3).



Foto 4: Færdig tagmodel.

Forsøgsopstilling med påvirkning af luftstrøm på tagmodel er gengivet på nedenstående foto. Luftstrøm på 4 m/s påvirkes tagmodellens midtpunkt. Afstand fra forside tagmodel og vindturbiner er 1 meter.



Foto 5: Forsøgsopstilling af tagmodel og vindturbiner.

2.3 Beskrivelse af forsøgsrækker

Brandforsøgene benyttes som grundlag for at evaluere, hvad der sker, efter et stråtag er antændt. Brandforsøgene undersøger brandspredningen i taget, fra det tidspunkt hvor taget eksponeres med en tændkilde, og i tiden indtil 15 minutter efter antændelsen, hvor brandforsøget afsluttes og branden i stråtaget slukkes.

Der er i alt udført 3 brandforsøg. Alle brandforsøg er udført med vindpåvirkning med identisk forsøgsopstilling.

Acceptkriterium for tagmodeller med Sepatec med bagvedliggende hulrum er, at der ved brandforsøg som skal opnås tilsvarende eller bedre resultater end tagmodel uden bagvedliggende hulrum.

3 Resultater af brandforsøg

3.1 Måleparametre

Vurdering af resultater fra brandforsøg foretages på baggrund af visuelle observationer af brandskadeudbredelse på den enkelte tagmodel samt måling af temperatur i tagmodellen.

Ved vurdering af resultater for tagmodel med anvendelse af Sepatec og hulrum mellem strå og underliggende bygningsdel klasse EI 30 sammenlignes resultater med tagmodel 1, hvor der ikke anvendes hulrum.

3.2 Brandforløb

Nedenstående fotoserie gengiver brandforløb for brandforsøg 2 (tagmodel 2). Brandforløb for øvrige tagmodeller er sammenlignelige.



Foto 6: Umiddelbart efter eksponering med tændkilde.



Foto 7: Efter ca. 5 minutters brandforløb.



Foto 8: Efter ca. 10 minutters brandforløb.



Foto 9: Efter ca. 15 minutters brandforløb.

3.3 Visuelle observationer af brandudbredelse

Under brandforsøgene kunne observeres et ens brandmønster på overfladen for alle 3 brandforsøg (dog med mindst brandudbredelse på tagmodel 3 med et hulrum på 60 mm). Brandmønsteret viser en brand, der breder sig fra hvor testbålet var placeret. Efter at testbålet var brændt ud, blev dette brændende område større og større. Flammerne fra dette brændende område antændte stråtaget over branden. Et stykke inde i brandforløbet blev også området under brandkilden antændt af varmen fra flammerne eller ved varmetransport i stråtagets øverste lag og deraf en kontinuerlig opvarmning, som resulterer i en antændelse af overfladen ved tilstrækkelig høj varme (afgasning fra stråene).

Ved evaluering af skaderne efter forsøgene ses en tydelig indbrænding i stråtaget i området, hvor startbranden blev placeret og hvor centrum for vindpåvirkning var påtrykt. Ved 15 minutters brandforløb er der sket en lokal indbrænding svarende til en dybde på op til ca. 20 cm i stråtaget.

Fra centrum af startbrand og sideværts mod tagmodellens sider er der tilsvarende sket en indbrænding. Område med dybe indbrændinger i stråene er cirkulære med en diameter på ca. 50 cm. Centrum er placering af startbrand/brandkilden, som også er centrum for vindpåvirkning (benytter også cirkulært tværsnit).

For alle 3 brandforsøg ses ingen indebrændinger til underlaget af plader (krydsfiner), der kan forårsage en antændelse af underlaget.

Uden for de områder af tagmodellerne, hvor der er sket en indbrænding i taget (stråene), ses kun skader i tagets overflade.



Foto 10: Tagmodel 1 (ingen hulrum).



Foto 11: Tagmodel 2 (30 mm hulrum og Sepatec).



Foto 12: Tagmodel 3 (60 mm hulrum og Sepatec).

Foto 10-12 viser tagmodellerne efter endt brandforsøg, hvor branden er slukket.

Dybden af indbrænding i stråtaget er vist på foto 13. I alle 3 brandforsøg er graden af lokal indbrænding omkring startbranden sammenlignelig, og stråtaget er i ingen tilfælde bortbrændt i fuld dybde.



3.4 Temperaturmålinger

Under brandforsøgene er der målt temperaturer i tagmodellerne. For alle tagmodeller er der monteret 4 stk. termoelementer på bagsiden af EI 30 bygningsdel og 9 stk. termoelementer mellem stråtaget og underlag (EI 30 bygningsdel).

Termoelementer på tagmodellernes bagside (4 stk.) viste i alle tilfælde ingen temperaturstigninger og resultater er derfor ikke gengivet.

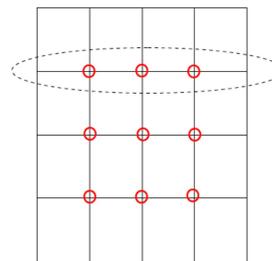
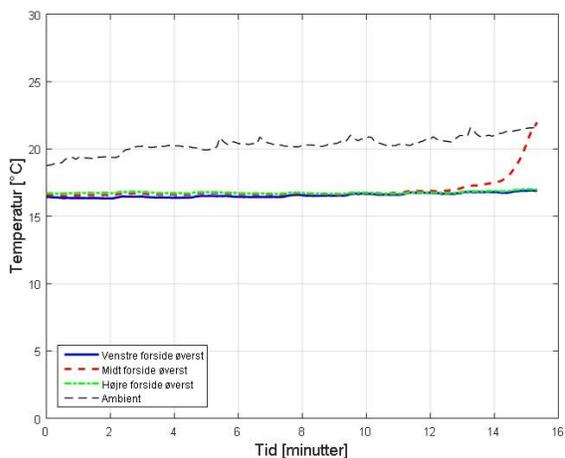
Generelt registreres ikke temperaturer over 80 grader og højeste temperatur opleves i centerlinje af tagmodel (rød kurve), hvor startbrand har sin placering.

Der gøres opmærksom på, at tagmodel 2 er udsat for et brandforløb på 17 minutter til forskel fra de to andre tagmodeller, som har benyttet et brandforløb på 15 minutter. Ved analyse af resultater betragtes kun 15 minutter.

Ved betragtning af temperaturmåling opleves ved tagmodel uden hulrum udelukkende en temperaturmåling i centerlinjen, hvor den er tydeligst på midten og nederst, hvilket stemmer overens med observationer af brandudbredelse på forsiden.

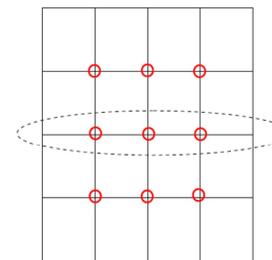
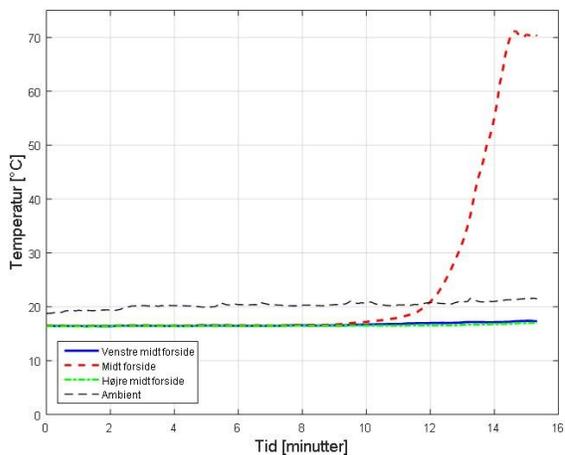
Ved betragtning af temperaturmålinger i tagmodeller med hulrum registreres en generel varmetransport på tværs af hulrummet og en temperaturstigning i hulrummet. Temperaturstigningen er størst i toppen af hulrummet (til forskel fra tagmodel uden hulrum, hvor temperaturstigningen er størst i den nederste del), men for både tagmodel 2 og 3 er den maksimale temperaturstigning og tilvæksthastigheden af temperaturen enten sammenlignelig eller mindre end ved tagmodel 1 uden hulrum.

Temperaturmålinger for Tagmodel 1 (ingen hulrum):



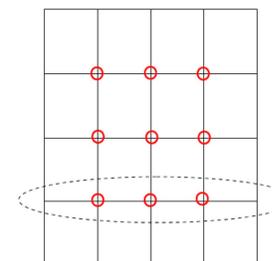
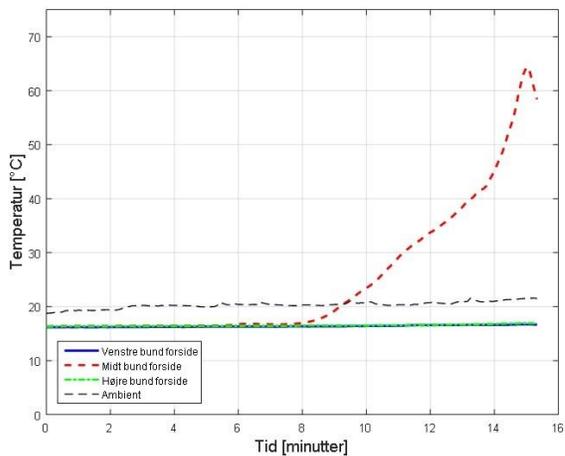
4-dels punkter - ml. strå og undertag

Placering af termoelementer



4-dels punkter - ml. strå og undertag

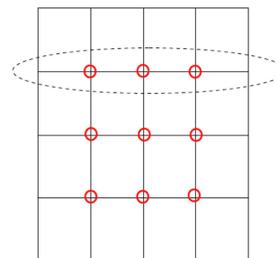
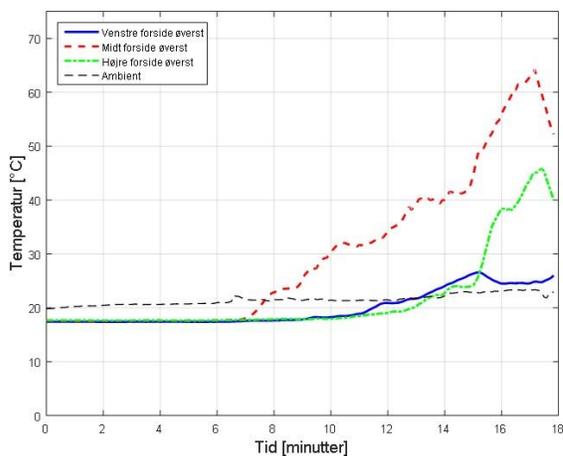
Placering af termoelementer



4-dels punkter - ml. strå og undertag

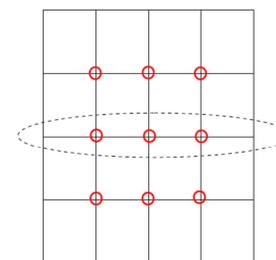
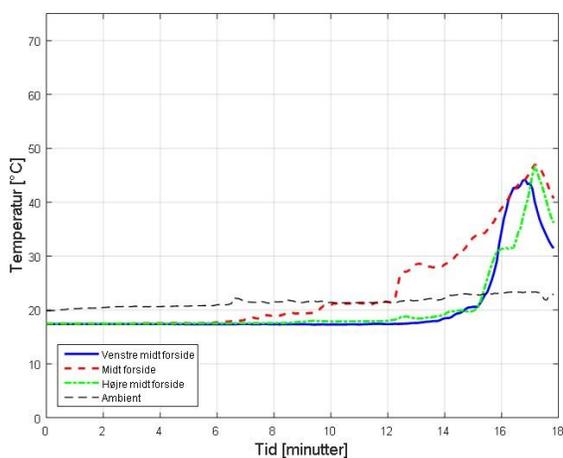
Placering af termoelementer

Temperaturmålinger for Tagmodel 2 (30 mm hulrum):



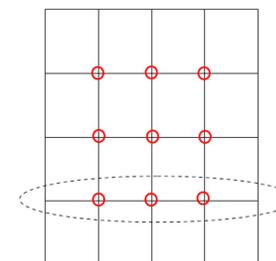
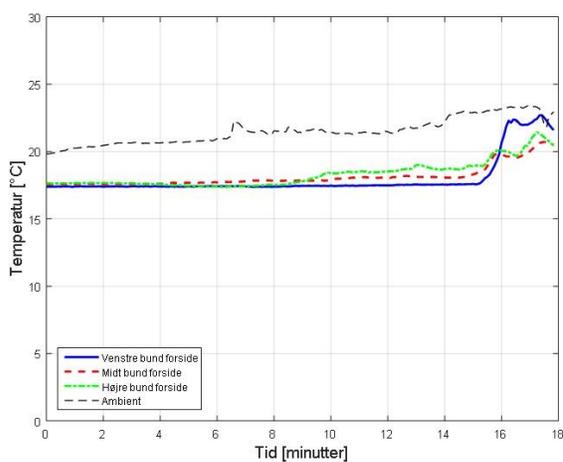
4-dels punkter - ml. strå og undertag

Placering af termoelementer



4-dels punkter - ml. strå og undertag

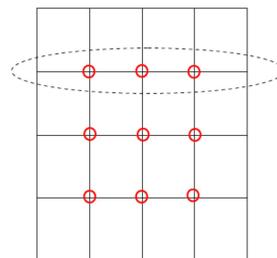
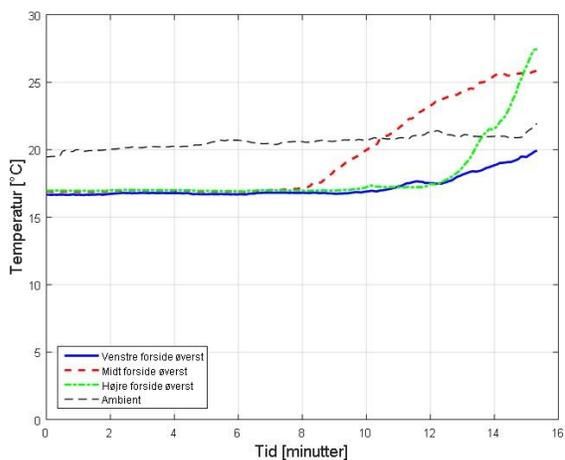
Placering af termoelementer



4-dels punkter - ml. strå og undertag

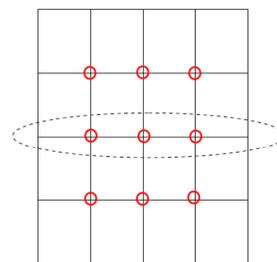
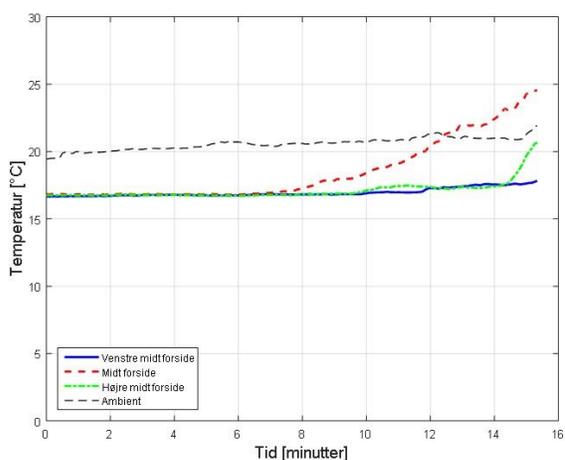
Placering af termoelementer

Temperaturmålinger for Tagmodel 3 (60 mm hulrum):



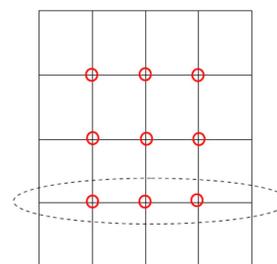
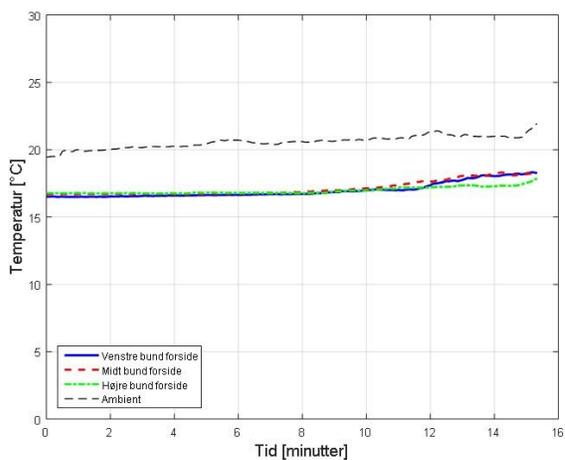
4-dels punkter - ml. strå og undertag

Placering af termoelementer



4-dels punkter - ml. strå og undertag

Placering af termoelementer



4-dels punkter - ml. strå og undertag

Placering af termoelementer

4 Konklusion

På baggrund af udførte brandforsøg og resultater herfra er det DBI's vurdering, at der er opnået mindst samme brandsikkerhedsniveau for et stråtag med et bagvedliggende, ventileret hulrum på maksimalt 60 mm, udført med Sepatec brandsikring. Dette set i forhold til et stråtag tækket direkte, uden bagvedliggende hulrum, på en underliggende bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] udført mindst af materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale].

En tagopbygning med lægtelag med underliggende hulrum på maks. 60 mm, udført med Sepatec brandsikring (glasfiberdug og kantisolering), som tækkes med traditionelle tagrør vurderes således at kunne opføres med en afstand til skel på mindst 5 meter.

Lægtelag skal til enhver tid opbygges ovenpå en bygningsdel klasse EI 30 [BD-bygningsdel 30] udført mindst af materiale klasse D-s2,d2 [klasse B materiale]. Tagdækningen af strå skal fastgøres med ubrændbart materiale.

Anvendelse af Sepatec brandsikring skal ske i henhold til leverandørens anvisninger. Kantisolering skal udføres af ét lag 45 mm stenuld i pladeform i en bredde af 60 cm langs stråtagets kanter og i 75 cm bredde fra kippen og nedefter.

Forsøgsmetode/forsøgsopstilling, som er anvendt ved komparativ analyse, er identisk med den forsøgsmetode/forsøgsopstilling, som er anvendt ved dokumentation af det løsningsforslag som er gengivet i Eksempelsamling om brandsikring af byggeri, 2. udgave 2016 ved eksempel på stråtag med afstand på mindst 5 meter til skel.