

Fire test Deltabeam/Hollow-core slab

Fire resistance of hollow-core slabs supported on non-fire protected Deltabeams

Brandversuche mit Deltabeam/Hohldeckenelement

Feuerwiderstand von Spannbetonhohlplatten bei Auflagerung auf Deltabeam Verbundträgern ohne Brandschutzverkleidung

Autoren



Carsten Munk Plum (*1948) is Civil Engineer. M. Sc. Degree in Civil and Structural Engineering from The Technical University of Denmark, 1973. The Danish Society for Structural Science and Engineering. The Danish Engineering Society. Chairman of the Danish mirror committee for euro-codes: Steel-, composite- and aluminium-structures. carsten_munk_plum@es-consult.dk



Simo Peltonen (*1963 is Civil Engineer. M.Sc. Degree in Civil and Structural Engineering from The Technical University of Tampere, 1995. Member of Finnish Association of Civil Engineers. Member of the Finnish mirror committee for Eurocode 4, Composite structures. Member of work group in Finnish Steel Industry Standardisation for Steel- and aluminium-structures. simo.peltonen@peikko.de

The goal of the four fire tests was to document the ability of Peikko Deltabeam without fire insulation to support hollow-core slabs during a fire situation. The result from the test showed that load transfer in the interface between a hollow-core slab and a non-fire insulated Deltabeam was fulfilled. The capacity of load transfer from a typical hollow-core slab and a typical Deltabeam during fire was at least – depending on the fire duration – 35% (REI60+), 29% (REI120+) or 19% (REI180) of the characteristic shear capacity of the slab in a cold design situation. The “+” means that the standard fire included the standard cooling phase.

Test panel

The test panels for the fire test consisted of a main Deltabeam with a span width of 3,915 mm. The span width of the slabs was 2,350 mm between the main beam and the two edge beams as shown in Fig. 1. The cross sections of the Deltabeams and the hollow-core slabs are shown in Figs. 2, 3, and 4.

The design and documentation of the bearing capacity of the Deltabeam was carried out by Peikko. The degree of utilization of the main Deltabeam and the two edge beams was practically equal in order to obtain unique deflections during the fire tests. The steel in the beams was S355J2+N in accordance with EN 10025-2. Fire reinforcement in the beams was A500HW in accordance with SFS 1215.

The hollow-core slabs were of type Xtrumax EX27. They were designed and fabricated by the supplier Spaencom/Consolis. The characteristic concrete cylinder strength for the design was $f_{ck} = 50$ MPa.

The span width of the hollow-core slabs in the erection stage was 2,350 mm. The end of the slab cores were

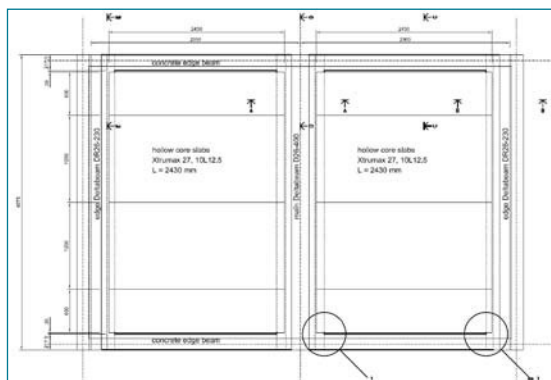


Fig. 1 Plan of the test panel.

Abb. 1 Grundriss des Versuchselements.

Ziel der Brandversuche war es nachzuweisen, dass der Peikko Deltabeam ohne Brandschutzverkleidung die Auflagerung zur Abstützung von Hohldeckenelementen unter Brandeinwirkung gewährleistet. Das Ergebnis des Versuchs zeigte, dass die Lastabtragung an der Schnittstelle zwischen einem Hohldeckenelement und einem nicht brandschutzverkleideten Deltabeam gewährleistet war. Das Lastabtragungsvermögen eines typischen Hohldeckenelementes und eines typischen Deltabeam lag im Brandfall mindestens – je nach Art der Brandeinwirkung – bei 35 % (REI60+), 29 % (REI120+) bzw. 19 % (REI180) der charakteristischen Querkrafttragfähigkeit des Deckenelementes im Kaltbemessungsfall. Das Zeichen „+“ bedeutet, dass die Normbrandeinwirkung die Normabkühlungsphase umfasste.

Versuchselement

Die für den Brandversuch vorgesehenen Versuchselemente bestanden aus einem Deltabeam-Hauptträger mit einer Spannweite von 3915 mm. Die Deckenelemente wiesen eine Spannweite von 2.350 mm zwischen dem Hauptträger und den beiden Randträgern auf (siehe Abb. 1). Die Querschnitte der Deltabeams und Hohldeckenelemente sind in den Abb. 2, 3 und 4 dargestellt.

Die Bemessung und Dokumentation der Tragfähigkeit des Deltabeam wurde von Peikko durchgeführt. Der Auslastungsgrad des Deltabeam-Hauptträgers und der beiden Randträger war nahezu identisch, um während der Brandversuche einheitliche Durchbiegungswerte zu erhalten. Als Stahlsorte wurde für die Träger S355J2+N gemäß EN 10025-2 eingesetzt. Die Brandschutzbewehrung der Träger bestand aus Stahl der Güte A500HW gemäß SFS 1215.

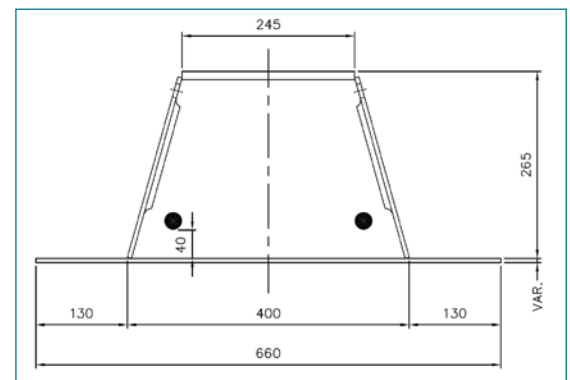


Fig. 2 Cross section of main Deltabeam.

Abb. 2 Querschnitt des Deltabeam-Hauptträgers.

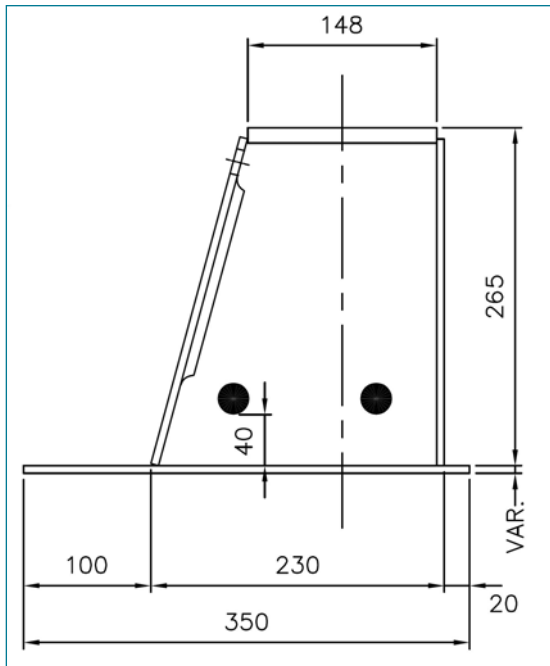


Fig. 3 Cross section of edge Deltabeam.

Abb. 3 Querschnitt des Deltabeam-Randträgers.

cast with a plug depth of 50 mm at the main Deltabeam and a plug depth of 270 mm at the edge Deltabeams. The detail at the main Deltabeam was identical to the normal procedure at building sites.

It is essential that the test panel is restrained horizontally in a similar way to a real hollow-core slab floor structure. The joint reinforcement was the same as that normally used in hollow-core slab deck structures. The transverse reinforcement through the web holes of the main Deltabeam was $\varnothing 12$ in each joint between hollow-core slabs in accordance with recommended practice. No longitudinal reinforcement parallel with the Deltabeam was applied. The ends of the Deltabeams were tied together with concrete edge beams, which sole function was to resist longitudinal thermal expansion of the hollow core slabs – a model of a real deck structure.

In the corners of the test panel, reinforcement between Deltabeams and the concrete edge beams was applied to secure transversal restraining of the test panel, so that it would act like a cut-out of a real floor structure of hollow-core concrete slabs.

The conditioning of the test panels was obtained by storing them in dry climatic conditions to reach a maximum content of humidity – 3% – for the hollow-core slabs. The humidity of the interior concrete in the Deltabeams could not reach that level. The humidity of the infill concrete was measured in test cylinders stored in PVC tubes with a 300 mm distance to the free end. The humidity was 6,9 – 8%.

Choice of hollow-core slab

The market for suppliers of hollow-core slabs in Denmark was scanned to find the most typical hollow-core slab to be used in the test.

The goal was to find a slab with a representative proportion of “shear carrying” web per m(eter) support of the slab. The collected data originally published by the Danish Prefab Concrete Association in 2005 is shown in Fig. 5. The chosen slab Xtrumax EX27 had a shear carrying

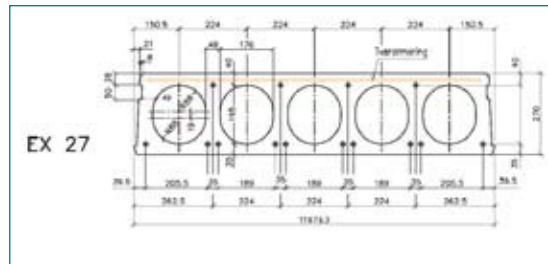


Fig. 4 Cross section of hollow core slab – no top reinforcement or cross reinforcement of mild steel was supplied.

Abb. 4 Querschnitt des Hohldeckenelements – es wurde keine oben- oder querliegende Bewehrung aus Baustahl eingebaut.

Als Hohldeckenelemente kamen Elemente des Typs Xtrumax EX27 zum Einsatz. Sie wurden vom Hersteller Spaencom/Consolis bemessen und gefertigt. Die der Bemessung zugrunde liegende charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons betrug $f_{ck} = 50$ MPa.

Die Spannweite der Hohldeckenelemente betrug im eingebauten Zustand 2350 mm. Die Enden der Hohlkammern wurden mit einer Tiefe von 50 mm am Deltabeam-Hauptträger und von 270 mm an den Deltabeam-Randträgern ausbetoniert. Die Detailausbildung des Deltabeam-Hauptträgers entsprach dem auf der Baustelle üblicherweise angewandten Verfahren.

Wichtig ist, dass das Versuchselement ähnlich wie eine tatsächlich eingebaute Hohldeckenkonstruktion horizontal eingespannt war. Die Fugenbewehrung war identisch mit der üblicherweise in Hohldeckenkonstruktionen eingesetzten Bewehrung. Die durch die Stegöffnungen des Deltabeam-Hauptträgers geführte Querbewehrung wies gemäß empfohlener Verfahrensweise einen Durchmesser von 12 mm in jeder Fuge zwischen den Hohldeckenplatten auf. Es wurde keine Längsbewehrung parallel zum Deltabeam eingebaut. Die Enden der Deltabeams wurden durch Betonrandträger miteinander verbunden. Diese Randträger hatten lediglich die Funktion, die Ausdehnung der Hohldeckenelemente in Längsrichtung unter Wärmeeinwirkung zu behindern – die Anordnung entsprach somit einer realen Deckenkonstruktion.

In den Ecken des Versuchselements wurde zwischen den Deltabeams und den Betonrandträgern eine Bewehrung eingebaut, die zur Quereinspannung des Versuchselements dienen sollte, so dass sein Verhalten dem eines Ausschnittes einer tatsächlichen Konstruktion aus Hohldeckenelementen entsprach.

Die Versuchselemente wurden vorbehandelt, indem sie unter trockenen Witterungsverhältnissen gelagert wurden, um einen maximalen Feuchtegehalt der Hohldeckenelemente von 3% zu gewährleisten. Die Feuchte des Betons in den Deltabeams konnte dieses Niveau nicht erreichen. Die Feuchte des Vergussbetons wurde an in PVC-Rohren gelagerten Prüfzylindern gemessen, wobei ein Abstand von 300 mm zum freiliegenden Ende gegeben war. Die Messwerte lagen zwischen 6,9 und 8%.

Auswahl des Hohldeckenelements

Der Markt der Hohldeckenhersteller in Dänemark wurde sondiert, um den im Versuch einzusetzende repräsentativsten Plattentyp zu ermitteln.

Ziel war die Auswahl eines Deckenelements mit einem repräsentativen Anteil an „Schub aufnehmenden Plattenstegen“ pro Meter Auflager des Elements. Die erhobenen Daten sind in Abb. 5 dargestellt; sie wurden ur-

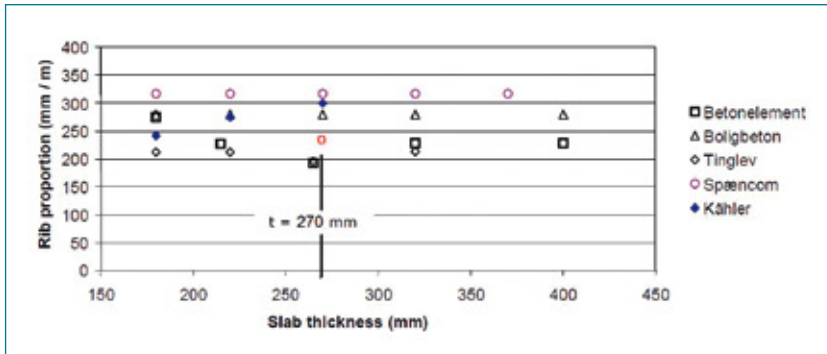


Fig. 5 Shear web (rib) per m slab.

Abb. 5 Effektive Stegbreite pro laufendem Meter.

web of 239 mm/m (marked red o in Fig. 5) and was therefore very typical for the scanned slabs. The characteristic shear capacity of the slab in a cold design situation was 133.1 kN/m.

Test loading

The load application takes place at a distance of 715 mm from the end of the hollow-core slab that was supported on the main Deltabeam (see Fig. 6). This corresponds to a distance of $675 \text{ mm} = 2.5 \cdot H_{\text{slab}}$ from the theoretical support on the bottom flange.

The piston loading could not be applied directly on the hollow-core slabs. In order to simulate a uniform distribution, the load was applied on a 2,430 mm long steel plate with a width of 100 mm placed on the surface of the hollow core slabs – see Fig. 7.

The realistic behavior of the distribution plate is shown in Fig. 8, where it can be seen that the plate follows the upper surface of the slab.

An overview of the test arrangements including the loadings is shown in Fig. 9.

The applied loading in each of the 4 tests

The first test was carried out with a 60 minutes standard fire and 120 minutes of standard cooling phase. The loading on the hollow core slab applied by the pistons was 48.0 kN/m.

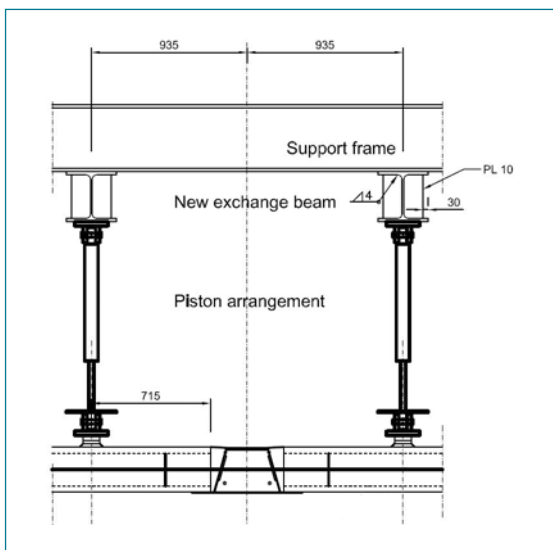


Fig. 6 Load application on the hollow core slabs.

Abb. 6 Lasteinleitung in die Hohldeckenelemente.

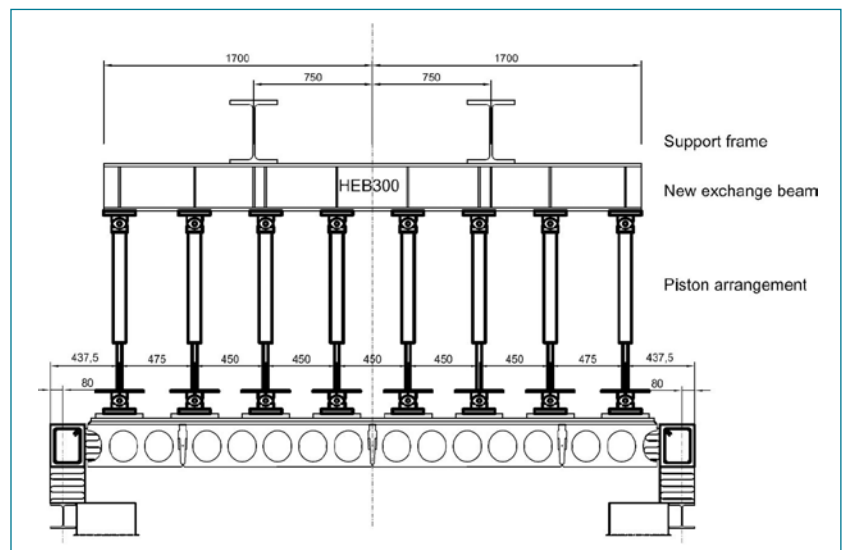


Fig. 7 Distribution of the load transverse on the hollow core slabs.

Abb. 7 Querlastverteilung in den Hohldeckenelementen.

sprünglich im Jahr 2005 vom Verband der dänischen Betonfertigteileindustrie veröffentlicht. Das ausgewählte Element Xtrumax EX27 wies eine minimale Stegbreite von 239 mm/m (rote Markierung o in Abb. 5) auf und war daher repräsentativ für die untersuchten Elemente. Die charakteristische Querkrafttragfähigkeit des Elements lag für den Kaltbemessungsfall bei 133,1 kN/m.

Versuchsbelastung

Der Punkt der Lasteinleitung lag in einer Entfernung von 715 mm vom Ende des Hohldeckenelements, das auf dem Deltabeam-Hauptträger auflag (siehe Abb. 6). Dies entsprach einer Entfernung von $675 \text{ mm} = 2.5 \cdot H_{\text{platte}}$ vom theoretischen Auflagerpunkt am unteren Trägerflansch.

Die Kolbenlast konnte nicht unmittelbar auf die Hohldeckenelemente aufgebracht werden. Zur Nachbildung einer gleichmäßigen Verteilung wurde die Last über eine 2.430 mm lange und 100 mm breite Stahlplatte eingeleitet, die auf der Oberfläche der Hohldecken auflag (siehe Abb. 7).

Das realistische Verhalten der Lastverteilungsplatte ist in Abb. 8 dargestellt. Dort ist sichtbar, dass die Platte der Oberfläche an der Oberseite des Deckenelements folgt.

Abb. 9 zeigt eine Übersicht des Versuchsaufbaus einschließlich der aufgebrachten Lasten.

Aufgebrachte Lasten in jedem der vier Versuche

Der erste Versuch wurde unter 60 Minuten Normbrandeinwirkung und 120 Minuten Normabkühlung durchgeführt. Die durch die Kolben auf das Hohldeckenelement aufgebrachte Last lag bei 48,0 kN/m.

Die wechselseitige Auflagerreaktion zwischen der Deckenplatte (von einer Seite) und dem Deltabeam wurde mit 38,7 kN/m berechnet, wobei von einer Spannweite der Platte von 2.350 mm zwischen den beiden theoretischen Auflagerpunkten (mit einer angenommenen Breite von 80 mm) auf den Unterflanschen der Deltabeams ausgegangen wurde. Dazu kam die Eigenlast der 2.430-mm Deckenelemente einschließlich des Fugenvergusses.

Der zweite Versuch erfolgte wiederum unter 60 Minuten Normbrandeinwirkung und 120 Minuten Normabkühl-



Fig. 8 Deflection of the load distribution plate / transversal deflection of the test panel.

Abb. 8 Durchbiegung der Lastverteilungsplatte / Querdurchbiegung des Versuchselements.

The mutual reaction between the slab (from one side) and the Deltabeam was calculated to be 38.7 kN/m using a span width of 2,350 mm of the slab between the theoretical supports (assumed 80 mm wide) on the bottom flanges of the Deltabeams, plus the dead load from the 2,430 mm slab elements including the joint casting.

The second test was carried out with a 60 minutes standard fire and 120 minutes of standard cooling phase. The loading on the hollow-core slab applied by the pistons was 57.6 kN/m.

The interactive reaction between the slab from one side and the Deltabeam was calculated to be 46 kN/m using a span width of 2,350 mm of the slab between the theoretical supports on the bottom flanges of the Deltabeams.

The third test was carried out with a 120 minutes standard fire and 247 minutes of standard cooling phase. The loading on the hollow-core slab applied by the pistons is the same as in the first test.

The fourth test was carried out with a 180 minutes standard fire and no cooling phase. The loading on the hollow core slab applied by the pistons was 30.0 kN/m.

The interactive reaction between the slab from one side and the Deltabeam was calculated to be 26 kN/m using a span width of 2,350 mm of the slab between the theoretical supports on the bottom flanges of the Deltabeams.

Test procedures

The test panel was placed on the supporting structure, which was outside the furnace. The Deltabeams were supported on roller bearings to allow free expansion in the span direction of the beams and angular deflection of the beams. In the transversal direction, the movement of the edge Deltabeams away from the main Deltabeam due to the expansion, was possible because the relative movement between the specimen and the furnace frame was not prevented and sliding in the steel-steel interface could occur. In this direction an elastic hindrance of the expansion in order to model a real slab structure was required.

The full test loading was reached within a minimum of 15 minutes before the fire test started.

The test loading was kept constant during both heating and cooling phases, in other words, throughout the test.



Fig. 9 Test arrangement.

Abb. 9 Versuchsaufbau.

lung. Die durch die Kolben auf das Hohldeckenelement aufgebraachte Last betrug in diesem Fall 57,6 kN/m.

Die wechselseitige Auflagerreaktion zwischen der Deckenplatte von einer Seite und dem Deltabeam wurde mit 46 kN/m berechnet, wobei von einer Spannweite der Platte von 2.350 mm zwischen den beiden theoretischen Auflagerpunkten auf den Unterflanschen der Deltabeams ausgegangen wurde.

Der dritte Versuch erfolgte unter 120 Minuten Normbrandeinwirkung gefolgt von einer Normabkühlungsphase von 247 Minuten. Die durch die Kolben auf das Hohldeckenelement aufgebraachte Last war identisch mit dem ersten Versuch.

Der vierte Versuch wurde unter 180 Minuten Normbrandeinwirkung ohne Abkühlungsphase durchgeführt. Die durch die Kolben auf das Hohldeckenelement aufgebraachte Last betrug 30,0 kN/m.

Die wechselseitige Auflagerreaktion zwischen der Deckenplatte von einer Seite und dem Deltabeam wurde mit 26 kN/m berechnet, wobei wiederum von einer Spannweite der Platte von 2.350 mm zwischen den beiden theoretischen Auflagerpunkten auf den Unterflanschen der Deltabeams ausgegangen wurde.

Versuchsverfahren

Das Versuchselement wurde auf der Unterkonstruktion gelagert, die sich außerhalb des Ofens befand. Die Deltabeams lagen auf Rollenlagern auf, um eine ungehinderte Ausdehnung in Trägerspannrichtung und eine Winkelaußenlenkung der Träger zu ermöglichen. In Querrichtung war die Ausdehnung bewirkte Bewegung der Deltabeam-Randträger weg vom Deltabeam-Hauptträger dadurch möglich, dass die relative Bewegung zwischen dem Versuchselement und der Rahmenkonstruktion des Ofens nicht verhindert sodass ein Gleiten zwischen den Stahloberflächen ermöglicht wurde. In dieser Richtung war eine elastische Behinderung der Ausdehnung erforderlich, um eine reale Hohldeckenkonstruktion nachzubilden.

Die maximale Versuchslast wurde mindestens 15 Minuten vor Beginn des Brandversuchs erreicht.

Die Versuchslast blieb sowohl in der Erwärmungs- als auch in der Abkühlungsphase konstant, d. h. während der gesamten Versuchsdauer.



Fig. 10 Bottom of the main Deltabeam after 180 minutes of standard fire.

Abb. 10 Unterseite des Deltabeam-Hauptträgers nach 180 Minuten Normbrandeinwirkung.

Test measurements

The test panel was produced with cast-in-situ instrumentation to measure temperatures and stress in the relevant spots of the test panel. The placement of each temperature cell and strain gauge was measured carefully prior to the casting of the joints and the interior of the Deltabeam.

Furthermore, temperature and deflection measurements were installed on the test panel prior to the fire test. These temperature and deflection cells were placed on the upper side of the test panel.

Test results

All four tests were successful. The specimens did not fail, but maintained their load bearing capacity during the

Versuchsmessungen

In das Versuchselement wurden Messvorrichtungen einbetoniert, um die Temperaturen und Spannungen an den betreffenden Punkten des Versuchselements zu messen. Die Position jeder Temperaturmesszelle und jedes Dehnungsmessstreifens wurde vor dem Verguss der Fugen und des Innenraums des Deltabeam sorgfältig vermessen.

Darüber hinaus wurden vor dem Brandversuch auf dem Versuchselement Vorrichtungen zur Messung der Temperatur und Durchbiegung aufgebracht. Diese Messfühler zur Erfassung der Temperatur und Durchbiegung wurden auf der Oberseite des Versuchselements angeordnet.

Versuchsergebnisse

Alle vier Versuche verliefen erfolgreich. Es kam zu keinem Versagen der Versuchselemente. Über den gesamten Versuchszeitraum blieb ihre Tragfähigkeit erhalten. Darüber hinaus wurden während der Brandversuche die Stabilität und das Isolationsvermögen der Elemente nicht beeinträchtigt.

Die Interaktion zwischen dem Hohldeckenelement und dem Deltabeam blieb ebenfalls erhalten. Bei der Kraftübertragung vom Deckenelement auf den Deltabeam kam es zu keiner lokalen Biegeverformung des Unterflansches des Deltabeam (siehe **Abb. 10**).

Die unter der Unterseite des Versuchselements gemessene Temperatur (siehe **Abb. 10**) dokumentiert die Ofentemperatur während der vier Brandversuche (siehe **Abb. 11**). In der Abbildung ist ebenfalls sichtbar, dass das Erreichen der Normabkühlungsphase nicht möglich war, nachdem die Temperatur ca. 300 °C erreichte. In der Praxis war es nicht möglich, den Innenraum des Ofens

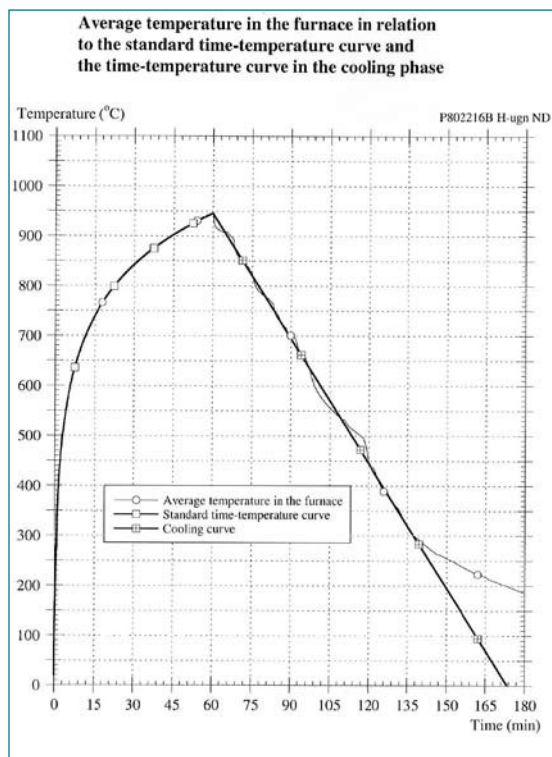


Fig. 11 Temperature in furnace. 60 minutes fire test with cooling phase.

Abb. 11 Temperatur im Ofen. 60-Minuten-Brandversuch mit Abkühlungsphase.

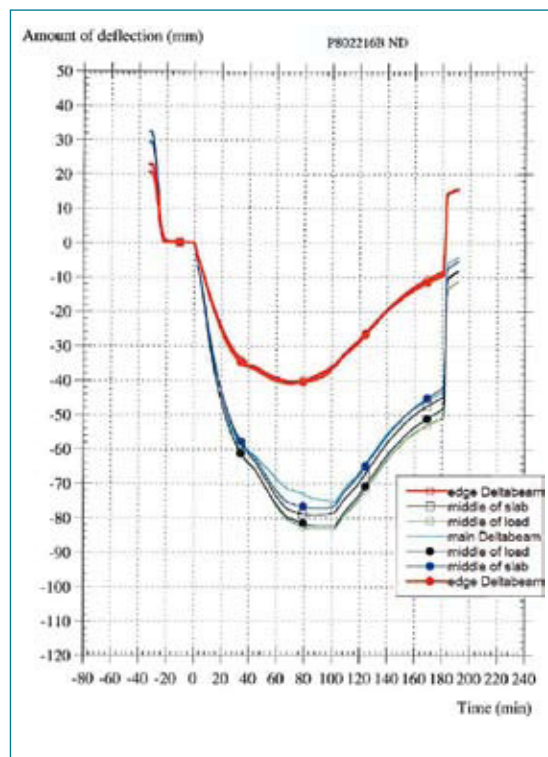


Fig. 12 Measured deflections.

Abb. 12 Gemessene Durchbiegungswerte.

entire test period, and they also preserved integrity and insulation capacity during the fire tests.

The interaction between the hollow-core slabs and the Deltabeam was also preserved. The force transmission from slab to Deltabeam occurred with no local bending deformation of the bottom flange of the Deltabeam – see Fig. 10.

The temperature measured below the bottom of the test panel – see Fig. 10 – indicated the furnace temperature during the four fires; see Fig. 11. In the figure it can also be seen that it was not possible to follow the standard cooling phase when the temperature reached about 300 °C. In practice it was not possible to cool the interior of the furnace quicker than the speed shown.

The fire test was stopped after the standard time required for a normal cooling phase. At this time the test loading was released. The heat input during the actual test was a little more than the prescribed amount. It can therefore be concluded that the actual test slightly exceeded the requirements of a standard fire test with cooling phase.

The deflection of the test panel was measured during the fire tests – see Fig. 12.

At the initial loading, before the start of the fire, the measurement included the deformation of the loading frame of the test rig. After that the loading was kept constant and the measured deflections were only the actual deformation of the test panel induced by the fire. The maximum fire induced deflection for the 60 minutes test was 82 mm for the slab and 75 mm for the Deltabeam. The corresponding values for the 120 minutes test were 145 mm and 110 mm respectively.

Concluding remarks

The Deltabeam was able to carry the load from the hollow-core slab during all four fire tests.

The transfer of load from the hollow-core slab to the Deltabeam did not happen through the support of the slab on the bottom flange of the Deltabeam, as the bending capacity of the bottom flange in all fire tests was practically zero due to the high temperatures.

The load transfer must therefore rely on the compression of the slab to the inclined web of the Deltabeam, a bow action, plus friction along the web surface. The compression arises from tension in the joint reinforcement between the hollow-core slabs and possibly also from the expansion of the slab structure.

The applied load in the fire tests corresponds to uniformly distributed load situations on slab structures with 7.2 m or 9.6 m span as shown in the following table:

Span of 270 mm slab	R60 + cooling	R120 + cooling	R180
7.2 m	16.0 kN/m ²	10.7 kN/m ²	8.3 kN/m ²
9.6 m	12.0 kN/m ²	8.1 kN/m ²	6.2 kN/m ²

Table 1 Uniform design loads in fire situations (incl. dead load of the slab).

Due to the choice of typical hollow-core slab, the test results can be assumed valid for all normal hollow-core slabs supported on Deltabeams. The bearing capacity of the load transfer from a hollow-core slab to the Deltabeam in fire situations is given as a fraction of the characteristic shear bearing capacity in a cold situation.

schneller als mit der angegebenen Geschwindigkeit abzukühlen.

Der Brandversuch wurde nach Ablauf der für eine Norm-Abkühlungsphase erforderlichen Zeit beendet. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch das Aufbringen der Versuchslast beendet. Die Feuerungswärmeleistung lag während des eigentlichen Versuchs geringfügig über dem vorgeschriebenen Wert. Daher kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der durchgeführte Versuch die Anforderungen eines Normbrandversuchs mit Abkühlungsphase leicht übertraf.

Während der Brandversuche wurde die Durchbiegung des Versuchselements gemessen (siehe Abb. 12).

Bei der anfänglichen Belastung vor Beginn der Brandeinwirkung enthielt der Messwert die Verformung des Belastungsrahmens des Versuchsaufbaus. Danach wurde die einwirkende Last auf gleichbleibendem Niveau gehalten, und die gemessenen Durchbiegungswerte entsprachen ausschließlich der durch die Brandeinwirkung hervorgerufenen tatsächlichen Verformung des Versuchselements. Hierbei betrug der Höchstwert der brandbedingten Durchbiegung im 60-Minuten-Versuch 82 mm beim Deckenelement und 75 mm beim Deltabeam. Die entsprechenden Werte für den 120-Minuten-Versuch lagen bei 145 bzw. 110 mm.

Schlussbemerkungen

In allen vier Brandversuchen konnte der Deltabeam die Last des Hohldeckenelements aufnehmen.

Die Lastabtragung vom Hohldeckenelement auf den Deltabeam erfolgte nicht über den Auflagerpunkt der Deckenplatte auf dem Unterflansch des Deltabeams, da das Biegevermögen des Unterflansches aufgrund der hohen Temperaturen in allen vier Brandversuchen praktisch bei Null lag.

Daher muss die Last zwangsläufig über die Druckspannung des Deckenelements auf den geneigten Steg des Deltabeams, über einen Druckspannungsbogen sowie die Reibung entlang der Stegoberfläche abgetragen werden. Die Druckspannung entsteht durch Zugspannungen in der Fugenbewehrung zwischen den Hohldeckenelementen und möglicherweise ebenfalls durch die Ausdehnung der Deckenkonstruktion.

Die in den Brandversuchen aufgebrauchte Last entspricht gleichmäßig verteilten, auf Deckenkonstruktionen mit Spannweiten von 7,2 oder 9,6 m einwirkenden Lasten (siehe folgende Tabelle):

Spannweite der 270-mm-Platte	R60 + Abkühlung	R120 + Abkühlung	R180
7,2 m	16,0 kN/m ²	10,7 kN/m ²	8,3 kN/m ²
9,6 m	12,0 kN/m ²	8,1 kN/m ²	6,2 kN/m ²

Tabelle 1 Angenommene gleichmäßige Lasten im Brandfall (inkl. Eigenlast der Platte).

Aufgrund der Auswahl eines repräsentativen Hohldeckenelements können die Versuchsergebnisse auf alle üblichen Hohldeckenelemente übertragen werden, die auf Deltabeams aufliegen. Das Lastabtragungsvermögen von einem Hohldeckenelement auf den Deltabeam im Brandfall ist als Verhältniswert zur charakteristischen Querkrafttragfähigkeit im Kaltbemessungsfall angegeben.

Introduction to Peikko Group

Peikko Group, a Finnish family-owned company, is a pioneer in the fastening technology of concrete structures. The company was founded in 1965 with the name "Teräs-peikko"; in English "Steel troll". The company offers a wide variety of standardized fastening products for the precast industry in all the 30 countries its operates. In addition to the fastening products, Peikko Group offers unique composite beam for its customers, Deltabeam. The product was invented by Peikko in 1990 and there are already several thousands of buildings throughout Europe where Deltabeams have been used.

State-of-the-art manufacturing, automation, and robot welding guarantee high quality and competitive prices for the products. Most customers' orders of fastening products are delivered directly from stock or manufactured from order within a few days. The dedicated Deltabeam factories in Finland and Slovakia represent cutting-edge, world-class technology for manufacturing of beams: the weekly production capacity is more than 500 beams and every single manufactured beam is customer-specific.

Informationen über die Peikko-Gruppe

Die Peikko-Gruppe, ein finnisches Familienunternehmen, ist ein Marktführer in der Befestigungs- und Verankerungstechnik für den Betonbau. Das Unternehmen wurde 1965 unter dem Namen „Teräspeikko“ gegründet (deutsch „Stahl troll“). In allen 30 Ländern, in denen Peikko vertreten ist, wird eine breite Palette an genormten Befestigungsmitteln für die Fertigteilindustrie angeboten. Über die Befestigungsprodukte hinaus bietet die Peikko-Gruppe ihren Kunden den einzigartigen Verbundträger Deltabeam an. Dieses Produkt wurde von Peikko 1990 erfunden. Deltabeams wurden bereits in mehreren Tausend Gebäuden in ganz Europa eingesetzt.

Modernste Fertigungsprozesse, ein hoher Automatisierungsgrad und Roboterschweißvorrichtungen sichern eine hohe Produktqualität und konkurrenzfähige Preise. Die Mehrzahl der von den Kunden bestellten Befestigungsprodukte wird direkt vom Lager geliefert oder innerhalb weniger Tage nach Eingang der Bestellung als Sonderanfertigung hergestellt. In den Deltabeam-Werken in Finnland und der Slowakei wird zur Fertigung der Träger modernste Technologie eingesetzt: Die Produktionskapazität liegt bei über 500 Trägern pro Woche, wobei jeder einzelne hergestellte Träger exakt auf die Kundenanforderungen zugeschnitten ist.

*Simo Peltonen, Peikko Group Oy, Finland;
Carsten Munk Plum, ES-Consult A/S, Denmark*

*Peikko Group Oy
P.O.Box 104, Voimakatu 3
15101 Lahti, FINLAND
phone: +358 3 844 511
fax: +358 3 733 0152
www.peikko.com*