



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p. Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Certifikační orgán, Inspekční orgán, Kvalifikační orgán
Accredited Test Laboratory, Authorized Body, Notified Body, Certification Body, Inspection Body, Qualification Body

**Autorizovaná osoba 204 podle rozhodnutí č. 29/2006
Pobočka 0600 – Brno**

PROTOKOL

o výsledku certifikace výrobku
podle § 5 nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. České republiky

č. 060-025292

Název výrobku:

DELTA nosník

typ / varianta:

**ocelový svařovaný komůrkový nosník se stěnami prolamovanými kruhovými otvory,
provedení: krajní a mezilehlý**

Žadatel:

Peikko Czech Republic, s.r.o.

IČ: 2741 9444
Adresa: 147 00 Praha 4, Saveljevova 18
Výrobce: Peikko Finland Oy
Adresa: P.O.Box 104, Vipunenkatu 20
15101 Lahti, FINLAND
Zakázka: Z600600422

Počet stran protokolu včetně strany titulní: 5

Počet stran příloh: 42

Osoba odpovědná za obsah tohoto protokolu:


Ing. Pavel Juránek
vedoucí posuzovatel

Osoba odpovědná za správnost tohoto protokolu:





Ing. Miroslav Procházka
zástupce vedoucího Autorizované osoby 204

Brno, 21. prosince 2006

Upozornění: Bez písemného souhlasu vedoucího Autorizované osoby 204 nebo jeho zástupce se tento protokol nesmí reprodukovat jinak, než celý.

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., pobočka 0600 - Brno, Hněvkovského 77, 617 00 Brno, Česká republika
Tel.: +420 543 420 833, 543 420 850, Fax: +420 543 420 860 e-mail: prochazka@tzus.cz www.tzus.cz
Bankovní spojení (Bank): KB Praha 1, č.ú.: 1501-931/0100 IČ: 0001 5679 DIČ: CZ 0001 5679

1. VŠEOBECNÉ ÚDAJE

1.1. ÚDAJE O ŽADATELI

Žadatel: **Peikko Czech Republic, s.r.o.**
Saveljevova 18
147 00 Praha 4

IČ: **2741 9444**

Výrobce: **Peikko Finland Oy**
P.O.Box 104, Vipusenkatu 20
15101 Lahti, FINLAND

1.2. ÚDAJE O VÝROBKU

Výrobek: **DELTA nosník**
typ/varianta: **ocelový svařovaný komůrkový nosník se stěnami prolamovanými kruhovými otvory, provedení: krajní a mezilehlý**

Zatřídění výrobku: Konstrukční kovové stavební díly: a) hotové kovové výrobky, jako jsou například nosníky ...
příloha 2, skupina výrobků 4, položka 2a) nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.
Žadatel požádal o certifikaci výrobku podle § 5 NV č. 163/2002 Sb. ve znění NV č. 312/2005 Sb.

Deklarace výrobku: DELTA nosník je ocelový svařovaný komůrkový nosník se stěnami prolamovanými kruhovými otvory pro spráženou betonovou konstrukci stropů, jeho výška je od 200 do 600 mm. Po montáži do konstrukce a osazení stropních desek je nosník vyplněný betonem třídy min. C 30/37, po jehož zatvrdnutí konstrukce funguje jako sprážená podle EN 1994. Beton současně zajišťuje požární odolnost výrobku. Šířka a výška profilů, které jsou určeny buď pro krajní (jednostranné) nebo pro vnitřní část stropu (oboustranné), vycházejí ze standardní rozměrové řady.

1.3. SEZNAM PODKLADŮ PŘEDANÝCH ŽADATELEM

- Znalecký posudek č. 2408/168/2006, Posouzení požární odolnosti spráženého ocelobetonového nosníku DELTABEAM na R90, akce: CAMPUS – střední soukromá škola Praha 13 – Stodůlky, zpracoval Ing. Jan Karpaš, CSc., září 2006, 17 stran
- Research Report No VTT-S-2555-06, Zatěžovací zkouška na fragmentu dutinového stropu s nosníky DELTA, vydala společnost VTT, Finsko, ze dne 10.8.2006, 66 stran
- Certifikát č. 05/4204, výrobek: DELTABEAM, vydala společnost BBA, Velká Británie, datováno 3. března 2005, 12 stran
- Design of Deltabeam, worked example: BAE Offices / Filton, vydala University of Oulu, Engineering Mechanics Laboratory, revize červenec 2000

1.4. SEZNAM OSTATNÍCH PODKLADŮ POUŽITÝCH PŘI CERTIFIKACI VÝROBKU

- zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky v platném znění
- nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky



- ČSN EN ISO 5817 Svařování - Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (mimo elektronového a laserového svařování) - Určování stupňů jakosti (05 0110)
- ČSN EN ISO 13920 Svařování – Základní tolerance pro svařované konstrukce – Velikost délek a úhlů – Tvar a poloha (05 0205)
- ČSN EN 10025-1 Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí - Část 1: Všeobecné technické dodací podmínky (42 0904)
- ČSN EN ISO 2808 Nátěrové hmoty - Stanovení tloušťky nátěru (67 3061)
- ČSN ISO 2409 Nátěrové hmoty. Mřížková zkouška (67 3085)
- ČSN 73 0212-5 Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 5: Kontrola přesnosti stavebních dílců
- ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (73 1401)
- ČSN EN 1994-1-2 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování na účinky požáru (73 1470)
- ČSN 73 2030 Zatěžovací zkoušky stavebních konstrukcí. Společná ustanovení
- ČSN 73 2039 Náhradní zatěžovací zkoušky ocelových konstrukcí a dílců
- ČSN 73 2601 Provádění ocelových konstrukcí
- ČSN P ENV 1090-1 Provádění ocelových konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (73 2601)
- ČSN 73 2611 Úchylky rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí
- TN 4_02_01 Konstrukční kovové a kombinované dílce a prvky pro použití v nosných konstrukcích

1.5. TECHNICKÁ SPECIFIKACE VÝROBKU

- Stavební technické osvědčení č. 060-025279, vydal Technický a zkušební ústav stavební Praha s.p., pobočka Brno, ze dne 14.12.2006

1.6. INFORMACE O PŘEDCHOZÍ CERTIFIKACI VÝROBKU

- Výrobek dosud nebyl v ČR certifikován.

2. VÝSLEDKY PŘEZKOUMÁNÍ PODKLADŮ PŘEDLOŽENÝCH ŽADATELEM

Výrobce doložil dokumentaci posuzovaných výrobků v potřebném složení. Dokumentace vyhovuje požadavkům pro použití do staveb podle základních požadavků uvedených v příloze 1 NV č. 163/2005 Sb. v platném znění. Výrobek prošel prověřením nejméně v jednom dalším státě EU, žadatel o tom doložil potřebné doklady.

3. POSOUZENÍ VÝROBKU

3.1. TECHNICKÉ POŽADAVKY

Technické požadavky na výrobek jsou stanoveny ve stavebním technickém osvědčení č. 060-025279, vystaveném Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha s.p., pobočkou Brno dne 14.12.2006.



Tab. 1 Požadavky na sledované vlastnosti výrobku ve vztahu k základním vlastnostem podle nařízení vlády č. 163/2002 Sb., přílohy 1

Poř. číslo	Vlastnost	Zkušební postup	Počet vzorků		Požadovaná úroveň
			C/T	D	
1.	Únosnost a použitelnost	ČSN 73 1401, ČSN EN 1993-1, ČSN 73 2030, ČSN 73 2039	1	1	dle konkrétního statického návrhu výrobku ¹⁾)
2.	Mechanické vlastnosti materiálu	ČSN EN 10002-1	3	1	desky S420 a S355J2G3 ⁴⁾) žebírkové tyče A500HW ²⁾)
3.	Požadavky na provedení svarů	ČSN EN ISO 5817	3	1	třída svařování C, svary bez nepřipustných a dlouhých vad podle tab. H.1 ČSN P ENV 1090-1
4.	Ochrana proti korozi	ČSN EN ISO 2808, ČSN ISO 2409	3	1	nedeklarováno - bez povrchové úpravy
5.	Požární odolnost	ČSN EN 1365	1	--	min. R 90 ³⁾)

Poznámky:

¹⁾ Tloušťka spodní desky se výpočtem volí z rozsahu 5 až 25 mm.²⁾ Přídavná vkládaná výztuž, ekvivalent oceli BSt 500.³⁾ Podle ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804, platí při tloušťce krytí dodatečné výztuže min. 40 mm. Při dále zvýšené tloušťce krytí lze dosáhnout až požární odolnosti R 180.⁴⁾ Označení a vlastnosti oceli viz ČSN EN řady 10025.Poznámka: C – certifikace výrobku (§ 5 nebo § 10), T – ověření shody výrobku (§ 7)
D – dohled nad certifikovaným výrobkem (jen § 5 nebo § 10)

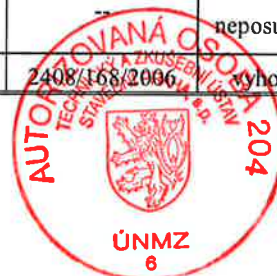
3.2. SOUPIS PROTOKOLŮ O ZKOUŠKÁCH A POSOUZENÍCH

- Znalecký posudek č. 2408/168/2006, Posouzení požární odolnosti spráženého ocelobetonového nosníku DELTABEAM na R90, akce: CAMPUS – střední soukromá škola Praha 13 – Stodůlky, zpracoval Ing. Jan Karpaš, CSc., září 2006, 17 stran
- Research Report No VTT-S-2555-06, Zatěžovací zkouška na fragmentu dutinového stropu s nosníky DELTA, vydala společnost VTT, Finsko, ze dne 10.8.2006, 66 stran

3.3. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK A POSOUZENÍ VÝROBKU

Tab. 2 Celkové hodnocení vlastností výrobku

Poř. číslo	Vlastnost	Požadovaná úroveň	Dosažená úroveň	Protokol	Posouzení
1.	Únosnost a použitelnost	dle konkrétního statického návrhu výrobku ¹⁾)	na nosníku D 37-500 při rozpětí 7200 mm bylo dosaženo zatížení 6x282,6 kN (mez únosnosti ve smyku použitých dutinových stropních panelů podle EN 1992-1) při deformaci cca 10 mm (cca 1/500 L), zkouška pokračovala do zatížení 6x653 kN (reakce na konci nosníku cca 1960 kN	VTT-S-2555-06	vyhovující
2.	Mechanické vlastnosti materiálu	desky S420 a S355J2G3 ⁴⁾) žebírkové tyče A500HW ²⁾)	ocel S355, mez kluzu 335 až 355 MPa, ocel A500HW, mez kluzu 500 MPa	VTT-S-2555-06	vyhovující
3.	Požadavky na provedení svarů	třída svařování C, svary bez nepřipustných a dlouhých vad podle tab. H.1 ČSN P ENV 1090-1	bez porušení při zatěžovací zkoušce	VTT-S-2555-06	vyhovující
4.	Ochrana proti korozi	nedeklarováno - bez povrchové úpravy	bez povrchové úpravy	--	neposuzováno
5.	Požární odolnost	min. R 90 ³⁾)	R 90 při tloušťce krytí 40 mm	2408/168/2006	vyhovující



Funkce výrobku byla ověřena zatěžovací zkouškou velkého fragmentu stropní konstrukce o světlém rozpětí středového nosníku DELTA 7,2 metru s uloženými předpjatými dutinovými panely na obou stranách o délce 10 metrů. Při zkoušce bylo sledováno jak chování nosníku DELTA, tak chování stropních panelů ve vztahu k jeho deformacím.

4. POSOUZENÍ SYSTÉMU ŘÍZENÍ VÝROBY

Výroba je dozorována více nezávislými stranami (SFS-Inspecta Certification, VTT Technical Research Centre, SITAC Swedish Institute for Technical Approval in Construction, Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Hannover and Ministry Of Construction Russia Federal Centre Of Certification / OS Sevzapstroisertifikatsiya St. Petersburg), výrobce dodává výrobky pro náročná použití (jaderná energetika). Na základě provedeného šetření proto konstatujeme, že systém řízení výroby zaručuje, že výrobky uváděné na trh budou vyhovovat technické specifikaci.

5. ZÁVĚR

Bylo zjištěno, že výrobek odpovídá ve sledovaných vlastnostech technické specifikaci, stanovené stavebním technickým osvědčením č. 060-025279, vydaným Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha s.p., pobočkou Brno, platným do 31. prosince 2009. Systém řízení výroby u výrobce odpovídá parametrům stanoveným technickou specifikací výrobku.

Výrobek splňuje požadavky § 5 nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

Zjištění a závěry uvedené v tomto protokolu platí za předpokladu, že nedojde ke změně skutečností, za kterých bylo posouzení shody provedeno, pokud by tato změna ovlivnila vlastnosti výrobku z hlediska základních požadavků (změna technických předpisů, změna technické specifikace, změna výrobní technologie nebo výrobního zařízení).

Technická dokumentace výrobku musí být v souladu s ustanovením § 5, odst. 4, nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. doplňována zprávami o dohledu, prováděném jednou za dvanáct měsíců.

6. PŘÍLOHY

- 6.1. Znalecký posudek č. 2408/168/2006, Posouzení požární odolnosti spřaženého ocelobetonového nosníku DELTABEAM na R90, akce: CAMPUS – střední soukromá škola Praha 13 – Stodůlky, zpracoval Ing. Jan Karpaš, CSc., září 2006, 17 stran
- 6.2. Research Report No VTT-S-2555-06, Zatěžovací zkouška na fragmentu dutinového stropu s nosníky DELTA, vydala společnost VTT, Finsko, ze dne 10.8.2006, 50 stran



REPO

Expertizní středisko požární bezpečnosti staveb
Ing. Vladimír Reichel, DrSc., Ing. Jan Karpaš, CSc.
102 21 Praha 10, Pražská 16, Tel.: 281 017 336,7
Fax : 281 017 338

Objednavatel : STÚ-K, a.s.
Saveljevova 18
147 00 Praha 4 - Braník

ZNALECKÝ POSUDEK

č. 2408/168/2006

POSOUZENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI SPŘAŽENÉHO OCELOBETONOVÉHO NOSNÍKU DELTABEAM NA R 90

Akce : CAMPUS - Střední soukromá škola
Praha 13 - Stodůlky

Počet výtisků : 2 + 1 autorský

Praha, září 2006

OBSAH

Strana :

1. Předmět posudku, výchozí podklady	3
2. Stručný popis konstrukce	4
3. Mezní stav únosnosti za požáru podle ČSN EN norem	6
4. Vyhodnocení požární zkoušky (lit./3/)	7
5. Zásady teoretického stanovení teplotního pole v konstrukci	8
6. Výpočty	10
7. Posouzení požární odolnosti navrženého nosníku	15
8. Závěr	16
Znalecká doložka	17

1 - PŘEDMĚT POSUDKU, VÝCHOZÍ PODKLADY

1.1. Předmět posudku

Posudek je proveden na základě objednávky firmy STÚ-K, a.s., Praha 4, zn.100/06 ze dne 18.9.2006.

Předmětem posudku je stanovení požární odolnosti spráženého ocelobetonového nosníku Deltabeam D26-400. Požadovaná požární odolnost nosníku je R 90.

Nosník bude použit na akci :

" CAMPUS - Střední soukromá škola, Praha 13 - Stodůlky ".

1.2. Výchozí podklady

Objednavatelem posudku byla poskytnuta tato dokumentace :

- /1/ Objednávka ze dne 18.9.2006 s udanými maximálními návrhovými hodnotami posuzovaného nosníku
- /2/ Příčný řez Delta nosníku D26-400 - 1 A4
- /3/ Prüfzeugnis : Prüfung von zwei Verbundträgern DELTA 3-400, Nr.3731/5353 -Nau/Wa-, IBMB TU Braunschweig, 7.3.1995
- /4/ DELTA NOSNÍK - Technický list ocelového spráženého nosníku, Peikko Czech Republic s.r.o., Praha 4

K posudku byla dále použita tato literatura :

- /5/ ČSN 73 0810 : 2005 Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení
- /6/ ČSN EN 1363-1 Zkoušení požární odolnosti - Část 1 : Základní požadavky
- /7/ ČSN EN 1365-3 Zkoušení požární odolnosti nosných prvků - Část 3 : Nosníky
- /8/ ČSN EN 1990 Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí
- /9/ ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí - Část 1-1 : Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

/10/ ČSN EN 1991-1-2 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí -

Část 1-2 : Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru

/11/ ČSN P ENV 1994-1-2 Navrhování sprážených ocelobetonových konstrukcí -

Část 1-2 : Navrhování konstrukcí na účinky požáru

/12/ Směrnice pro výpočet požární odolnosti ocelových konstrukcí, VÚPS Praha 1984, autor Jan Karpaš

Posouzení požární odolnosti je provedeno využitím výsledků provedené požární zkoušky, doplněných teoretickými výpočty ve smyslu norem ČSN 73 0810 čl.4.3.c) a ČSN EN 1363-1 Příloha A.3.

2 - STRUČNÝ POPIS KONSTRUKCE

Ocelobetonový sprážený nosník DELTABEAM D26-400 je dutý ocelový nosník lichoběžníkového průřezu, jehož spodní pásnice na obou stranách (u obvodového nosníku jen na jedné straně) přesahuje průřez o 130 mm. Na tento přesah se pak na stavbě ukládají stropní panely, jejichž výška 265 mm je shodná s výškou ocelového nosníku.

Ve stojinách nosníku jsou provedeny kruhové otvory, které umožňují zalítí vnitřní dutiny nosníku betonem. Otvory slouží také pro uložení příčné výztuže - minimálně 1 ϕ 12 po 1200 mm.

Protože dolní povrch spodní pásnice je na rozdíl od ostatních částí ocelového profilu vystaven přímému působení požáru, a tudíž i daleko více zahříván, je tento nepříznivý účinek vyrovnáván vložením 2 ϕ 32 a 2 ϕ 25 betonářské výztuže do dutiny nosníku.

Po složení celé stropní desky se strop včetně ocelových nosníků vyplní betonem a provede se nadbetonávka tloušťky cca 40 mm. Příčný řez ocelového DELTA nosníku je ukázán na následující stránce.

3. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI ZA POŽÁRU PODLE ČSN EN NOREM

O posuzování konstrukcí na účinky požáru pojednávají normy ČSN EN 1990 (lit./8/) a ČSN EN 1991-1-2 (lit./10/), speciálně o spřažených ocelobetonových konstrukcích potom ČSN P ENV 1994-1-2 (lit./11/).

V ČSN EN 1990 se o požáru píše v čl. 6.4.3.3 - Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace. Požár je právě zařazen mezi mimořádné návrhové situace a obecný vztah pro účinky zatížení je v tomto případě dán normovým vzorcem (6.11a) :

$$E_d = E \{ G_{k,j} ; P ; A_d ; (psf_{1,1} \text{ nebo } psf_{2,1}) Q_{k,1} ; psf_{2,1} Q_{k,1} \}$$

Podle Národní přílohy článku NA.2.6 se pro mimořádné zatížení požárem doporučuje uvažovat kvazistálou hodnotu nejúčinnějšího vzedléjšího zatížení, t.j. $psf_{2,1} Q_{k,1}$.

Pro pozemní stavby jsou hodnoty součinitelů psf_1 a psf_2 uvedeny v tabulce A1.1. Kromě skládů je možno u ostatních konstrukcí pozemních staveb použít hodnoty $psf_1 = 0,7$ a $psf_2 = 0,6$.

V ČSN EN 1991-1-2 pojednává o kombinaci zatížení článku 4.3. Článek 4.3.1 - Obecná pravidla se odvolává na výše uvedený článek normy EN 1990 včetně doporučení o použití kvazistálé hodnoty průměrného zatížení $psf_{2,1} Q_{k,1}$.

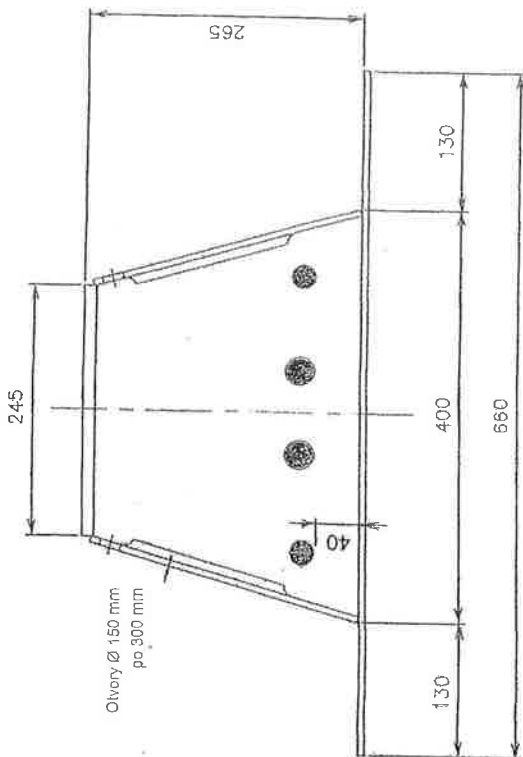
Článek 4.3.2 - Zjednodušená pravidla nabízí jednodušší způsob stanovení účinků zatížení během působení požáru a to jejich odvozením z účinků stanovených v návrhu při normální teplotě :

$$E_{fi,d} = \text{étáfi} E_d$$

kde $E_{fi,d}$ je návrhová hodnota účinků zatížení pro požární situaci

E_d návrhová hodnota příslušných účinků zatížení ze základní kombinace podle EN 1990
 étáfi redukční součinitel definovaný v EN 1992 až 1999 pro navrhování konstrukcí na účinky požáru

Pro náš konkrétní případ spřažené ocelobetonové konstrukce je hodnota redukčního součinitele stanovena v ČSN P ENV 1994-1-2. Podle článku 2.4.3 bod (5) lze pro obvyklé ocelobetonové budovy brát $\text{étáfi} = 0,6$, a pro konstrukce kategorie E, $\text{étáfi} = 0,7$. Průměrná hodnota tohoto součinitele je tedy $\text{étáfi} = 0,65$.



Materiály:
 dolní pásnice plech tl. 8mm
 horní pásnice plech tl. 20mm
 sloužna plech tl. 6mm
 přídavná výztuž 2 Ø 32 BSt 500S + 2 Ø 25 BSt 500S

	AKCE: Campus	KRESLIL	1 A4
		FORMÁT	1 A4
OBSAH: Delta nosník D26-400	KRESLIL FORMÁT MĚŘÍTKO DATUM: Č. VÝKRESU	MĚŘÍTKO	1:1
		DATUM:	19.2005
		Č. VÝKRESU	Č. PARE

PEIKKO CZECH REPUBLIC s.r.o.
 Saveljova 16, Praha 4, 147 00
 Tel. +420 244 466 217
 Fax +420 244 461 536
 www.peikko.cz

4. VYHODNOCENÍ POŽÁRNÍ ZKOUŠKY (Lit. / 3 /)

Prüfzeugnis : Prüfung von zwei Verbundträgern DELTA 3-400,
Nr. 3731/5353 -Nau/Ma-, IBMB TU Braunschweig,
Datum vydání : 7.3.1995

Zkouška byla provedena v TU BRAUNSCHWEIG, Úřední zkušebna materiálu pro stavebnictví při Ústavu pro stavební hmoty, stavební konstrukce a požární ochranu.

Zkušební vzorek tvořila stropní konstrukce se dvěma spřaženými DELTA nosníky. Rozpětí nosníků bylo 4750 mm, šířka zkušebního vzorku 2600 mm. Provedení zkušební vzorku odpovídalo popisu uvedenému ve 2.kapitole tohoto posudku s jedinou odchylkou, a to, že přídavná požární výztuž 2 ϕ 32 + 2 ϕ 25 byla uložena 70 mm od spodní pásnice, kdežto v našem posuzovaném případě je uložena jen 40 mm. Tento rozdíl bude v dalším textu posouzen.

Při zkoušce byl vzorek zatížen zatížením, které odpovídalo přímkovému zatížení na jeden nosník $q = 59,40$ kN/m (včetně vlastní tíhy nosníku a nadbetonávky).

V časech požární zkoušky 90 a 180 minut byly naměřeny tyto teploty nebo jejich přírůstky :

- plech stojiny ve výšce 60 mm nad spodní pásnicí : $T_{90} = 310$ °C
: $T_{180} = 450$ °C
- $T_{90} = 155$ °C
: $T_{180} = 300$ °C
- přechod stojina - horní pásnice
: $T_{90} = 100$ °C
: $T_{180} = 100$ °C
- povrch stropu na straně odvrácené od požáru
: $\delta T_{90} = 25$ K
: $\delta T_{180} = 50$ K

Zkouška byla ukončena ve 181.minutě, aniž by došlo k dosažení mezního stavu únosnosti.

Výsledné zhodnocení zkoušky :
Nosníky DELTA prokázaly požární odolnost R 180.

5. ZÁŠADY TEORETICKÉHO STANOVENÍ TEPLOTNÍHO POLE V KONSTRUKCI

Teoretické stanovení časového průběhu teplotního pole v konstrukci při působení normového požáru vychází z Fourierovy parciální diferenciální rovnice nestacionárního vedení tepla, která má tvar :

$$\frac{dT}{dt} = a \frac{d^2T}{dx^2} \quad \{ 5.1 \}$$

kde dT je přírůstek teploty (°C)
 dt přírůstek času (s)
 dx tloušťka dílčí vrstvy ohřivaného materiálu (m)
 a součinitel teplotní vodivosti materiálu (m^2/s)

Součinitel teplotní vodivosti lze vyjádřit vztahem :

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad \{ 5.2 \}$$

kde λ je součinitel tepelné vodivosti (W/m.K)
 c měrné teplo (J/kg.K)
 ρ objemová hmotnost (kg/m^3)

Výpočet teplotního pole probíhá postupně v časových intervalech dt . V každém časovém intervalu se určují teploty v rovinách, oddělujících jednotlivé dílčí vrstvy materiálu. Obtížnost řešení nestacionárního vedení tepla spočívá v proměnnosti tepelné technických parametrů ohřivaných materiálů v závislosti na jejich teplotě.

Časový interval výpočtu je nutno volit tak, aby pro každý vyskytující se materiál byla splněna podmínka :

$$dt \leq \frac{dx_i^2}{2a_i} \quad \{ 5.3 \}$$

Dosažením rovnice (5.2) do rovnice (5.3) získáme podmínku pro maximální hodnotu časového kroku výpočtu :

$$\Delta t \leq \frac{\sum dx_i \cdot c_i \cdot r \cdot \rho_i}{2 \cdot \lambda_{\text{min}} \cdot \Delta T_i} \quad (5.4)$$

V rovnicích (5.3) a (5.4) značí :

- dx_i - tloušťku dílčí vrstvy i-tého druhu materiálu (m)
- a_i - nejvyšší hodnotu součinitele teplotní vodivosti i-tého druhu materiálu ve vyšetřované teplotní oblasti 20°C až 1200°C (m²/s)

Okrajová podmínka na straně povrchu konstrukce vystavené normovému požáru je stanovena normovou rovnicí :

$$T_N = T_0 + 345 \log(st + 1) \quad (5.5)$$

kde T_0 je počáteční teplota (ve výpočtech $T_0 = 20$ °C)
 t čas v minutách od počátku vzniku požáru

Detailní sestavy rovnic a postup výpočtu teplotního pole jsou uvedeny ve Směrnici lit./12/.

Pro provedení výpočtů byl autorem posudku sestaven vlastní výpočetní program pro osobní počítače.

6. VÝPOČTY

Podle teorie, uvedené ve 5.kapitole, byly provedeny výpočty teplot přidavné betonářské výztuže v průběhu vystavení konstrukce účinkům normového požáru. Byly spočteny dvě úlohy - první simulace je provedena zkouškovou (přídavná výztuž je 70 mm od spodní pásnice) a slouží k ověření zadávaných parametrů, ve druhé úloze je spočtena teplota přidavné výztuže pro námi posuzovaný případ (výztuž je 40 mm od spodní pásnice).

Ve výpočtech jsou uvažovány tyto tepelné technické parametry jednotlivých materiálů :

Ocel				
objemová hmotnost	$\rho_0 = 7850$			kg/m ³
tepelná vodivost	$\lambda = 54 - 0,0333 \cdot T$			W/m.K
měrné teplo	$c = 425 + 0,56 \cdot T$			J/kg.K
hmotnostní vlhkost	$v = 0$			%

Beton				
objemová hmotnost	$\rho_0 = 2300$			kg/m ³
tepelná vodivost	$\lambda = 1,96 - 31 \cdot 10^{-4} \cdot T + 32 \cdot 10^{-7} \cdot T^2 - 11 \cdot 10^{-10} \cdot T^3$			W/m.K
měrné teplo	$c = 900 + 0,4 \cdot T - 2 \cdot 10^{-4} \cdot T^2$			J/kg.K
hmotnostní vlhkost	$v = 2$			%

VIPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDENI TEPLA
 DIFERENCNI METODOU
 POKRACOVANI

uloha : DELTABEAM - kryti vyztuze 70 mm cislo = 1

alpha i = 25.000 + .70000 * 5.67E-8 * (aTP^4 - aTW^4) / (TP - TW)
 alpha e = 9.000
 pocatecni teplota = 20.000 [st. C]

pocet materialu = 4
 material cislo : 1
 lambda = 54.0000 - .033300* T^2 + .0000E+00* T^3
 c = 425.00 + .560000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 7850.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .01000 [m]
 pomerna vlhkost materialu = .00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 2
 material cislo : 2
 lambda = 1.9600 - .003100* T + .3200E-05* T^2 - .1100E-08* T^3
 c = 900.00 + .400000* T - .2000E-03* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 2300.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .11000 [m]
 pomerna vlhkost materialu = 2.00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 10

material cislo : 3
 lambda = 1.9600 - .003100* T + .3200E-05* T^2 - .1100E-08* T^3
 c = 900.00 + .400000* T - .2000E-03* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 2300.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .14000 [m]
 pomerna vlhkost materialu = 2.00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 10
 material cislo : 4
 lambda = 54.0000 - .033300* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 c = 425.00 + .560000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 7850.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .01500 [m]
 pomerna vlhkost materialu = .00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 2

interval vypoctu = .50000 [sec]
 interval tisku = 15.00000 [min]
 doba vypoctu = 181.00000 [min]
 mnozstvi vody premenene na paru = 40.00000 [%]

pozarni krivka : 1 standardni pozar ; T=To+345*log(8*t+1)

VIPOCET

doba min	teplota pozaru	teplota vrstva 1	teplota vrstva 3	teplota vrstva 10	teplota vrstva 25
15.0	738.6	362.3	353.9	23.6	20.0
30.0	841.8	621.4	611.0	44.2	20.0
45.0	902.3	764.2	754.0	71.9	20.0
60.0	945.3	846.3	836.7	100.0	20.2
75.0	978.7	900.7	891.5	130.5	20.8
90.0	1006.0	940.9	932.0	159.7	21.9
105.0	1029.1	972.8	964.2	186.5	23.6
120.0	1049.0	999.2	990.8	211.2	25.9
135.0	1066.7	1021.7	1013.5	235.7	28.8
150.0	1082.4	1041.4	1033.3	258.1	32.2
165.0	1096.7	1058.8	1050.9	279.9	36.0
180.0	1109.7	1074.5	1066.7	300.4	40.0

vyipocet ukoncen

Teplota vrstva 10 = teplota pridane betonarske vyztuze

VIPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDENI TEPLA
 DIFERENCNI METODOU

uloha : DELTABEAM - kryti vyztuze 70 mm cislo = 1

alpha i = 25.000 + .70000 * 5.67E-8 * (aTP^4 - aTW^4) / (TP - TW)
 alpha e = 9.000
 pocatecni teplota = 20.000 [st. C]

pocet materialu = 4
 material cislo : 1
 lambda = 54.0000 - .033300* T^2 + .0000E+00* T^3
 c = 425.00 + .560000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 7850.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .01000 [m]
 pomerna vlhkost materialu = .00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 2
 material cislo : 2
 lambda = 1.9600 - .003100* T + .3200E-05* T^2 - .1100E-08* T^3
 c = 900.00 + .400000* T - .2000E-03* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 2300.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .11000 [m]
 pomerna vlhkost materialu = 2.00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 10

material cislo : 3
 lambda = 1.9600 - .003100* T + .3200E-05* T^2 - .1100E-08* T^3
 c = 900.00 + .400000* T - .2000E-03* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 2300.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .14000 [m]
 pomerna vlhkost materialu = 2.00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 10
 material cislo : 4
 lambda = 54.0000 - .033300* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 c = 425.00 + .560000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 RO = 7850.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
 tlouстка materialu = .01500 [m]
 pomerna vlhkost materialu = .00000 [%]
 pocet vrstev materialu = 2

interval vypoctu = .50000 [sec]
 interval tisku = 15.00000 [min]
 doba vypoctu = 181.00000 [min]
 mnozstvi vody premenene na paru = 40.00000 [%]

pozarni krivka : 1 standardni pozar ; T=To+345*log(8*t+1)

VIPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDEDNI TEPLA
DIFERENCNI METODOU

uloha : DELTABEAM - kryti vyztuze 40 mm cislo = 2

alfa i = 25.000 + .70000 * 5.67E-8 * (aTP^4 - aTM^4)/(TP - TM)
alfa e = 9.000
pocatecni teplota = 20.000 [st. C]

pocet materialu = 4

material cislo : 1
lambda= 54.0000 - .033300* T^2 + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
c = 425.00 + .560000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
RO = 7850.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
tloustka materialu = .01000 [m]
pomerna vlhkost materialu = .00000 [%]
pocet vrstev materialu = 2

material cislo : 2
lambda= 1.9600 - .003100* T + .3200E-05* T^2 - .1100E-08* T^3
c = 900.00 + .400000* T - .2000E-03* T^2 + .0000E+00* T^3
RO = 2300.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
tloustka materialu = .12000 [m]
pomerna vlhkost materialu = 2.00000 [%]
pocet vrstev materialu = 10

material cislo : 3
lambda= 1.9600 - .003100* T + .3200E-05* T^2 - .1100E-08* T^3
c = 900.00 + .400000* T - .2000E-03* T^2 + .0000E+00* T^3
RO = 2300.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
tloustka materialu = .13000 [m]
pomerna vlhkost materialu = 2.00000 [%]
pocet vrstev materialu = 10

material cislo : 4
lambda= 54.0000 - .033300* T^2 + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
c = 425.00 + .560000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
RO = 7850.00 + .000000* T + .0000E+00* T^2 + .0000E+00* T^3
tloustka materialu = .01500 [m]
pomerna vlhkost materialu = .00000 [%]
pocet vrstev materialu = 2

interval vypoctu = .50000 [sec]
interval tisku = 15.00000 [min]
doba vypoctu = 91.00000 [min]
mnostvi vody premenene na paru = 40.00000 [%]

pozarni krivka : 1 standardni pozar : T=To+345*log(8*t+1)

VIPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDEDNI TEPLA
DIFERENCNI METODOU

POKRACOVANI

uloha : DELTABEAM - kryti vyztuze 40 mm cislo = 2

VIPOCET

dobu min	teplota pozzaru	teplota vrstva 1	teplota vrstva 3	teplota vrstva 7	teplota vrstva 25
15.0	738.6	361.6	353.2	42.1	20.0
30.0	841.8	621.1	610.7	96.8	20.0
45.0	902.3	764.1	753.9	151.4	20.0
60.0	945.3	846.3	836.7	206.2	20.2
75.0	978.7	900.7	891.5	254.6	20.8
90.0	1006.0	940.9	932.1	297.6	21.9

vypocet ukoncen

Teplota vrstva 7 = teplota pridavne betonarske vyztuze

7 - POSOUZENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI NAVRŽENÉHO NOSNÍKU

Teoretickými výpočty č.1 a 2 byla u posuzovaného nosníku zjištěna teplota přidavné betonářské výztuže v 90.minutě požáru. Nejprve byly srovnáním teoretického výpočtu s provedenou požární zkouškou ověřeny zadávané vstupní parametry. Při zkoušce měl zkoušební vzorek krytí přidavné výztuže 70 mm a její teplota ve 180.minutě byla naměřena v hodnotě $T_{180} = 300$ °C. Teoretickým výpočtem č.1 vyšla teplota výztuže v hodnotě $T_{180} = 300,4$ °C, což je velmi dobrá shoda, která potvrzuje správnost vstupních parametrů.

Teoretickým výpočtem č.2 byla stanovena teplota přidavné výztuže u posuzovaného nosníku, který má krytí výztuže betonem pouze 40 mm. V 90.minutě byla vypočtena teplota výztuže v hodnotě $T_{90} = 297,6$ °C, což je prakticky stejná teplota, která byla naměřena na výztuži při požární zkoušce ve 180.minutě.

Proto můžeme konstatovat, že výsledky, dosažené ve 180.minutě na zkoušeném nosníku při požární zkoušce můžeme aplikovat na posuzovaný nosník pro dobu tepelné expozice požárem 90 minut.

Posouzení únosnosti nosníku :

Při zkoušce byl nosník zatížen přímkovým zatížením $q = 59,4$ kN/m
Maximální ohybový moment $M_{fi,d} = 59,4 \cdot 4,75^2 / 8 = 167,5$ kNm

Podle lit./1/ je posuzovaný nosník zatížen maximálním návrhovým momentem $M_d = 255$ kNm.

Podle kap.3 je redukční součinitel $\eta_{fi} = 0,65$, takže
 $\max M_{fi,d} = 0,65 \cdot 255 = 165,75$ kNm $\hat{=} 167,5$ kNm

Nosník vyhovuje požární odolnosti R 90

8 . ZÁVĚR

Jak bylo prokázáno v 7.kapitole posudku, vyhoví posuzovaný spřažený ocelobetonový nosník DELTABEAM D26-400, popsaný ve 2.kapitole tohoto posudku, požadované požární odolnosti

R 90

podle ČSN 73 0810.

Tento posudek je omezen na akci : CAMPUS - Střední soukromá škola
Praha 13 - Stodůlky

V Praze dne 26.zář 2006



Ing. Milan B a u m a, CSC.

spolupráce



Ing. Jan K a r p a š, CSC.

soudní znalec

Ing. Jan Karpas, CSC.
Expertizní středisko požární
bezpečnosti staveb
Pražská 16, 102 21 PRAHA 10
tel.: 281017336 fax: 281017338

ZNALECKÁ DOLOŽKA

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím Krajského soudu v Praze ze dne 23.9.1994 č.j. Spr.40099/94

pro odvětví : s t a v e b n í c t v í
pro základní obor : p o ž á r n í o c h r a n a
se specializací : p o ž á r n í o d o l n o s t
s t a v e b n í c h k o n s t r u k c í

na základě doporučení :

MINISTERSTVA VNITRA, Ředitelství Hasičského záchranného sboru
(dříve Hlavní správa Sboru požární ochrany)
ze dne 3.8.1994, č.j. PO-1973/I-94.

Znalecký úkon je zapsán ve Znaleckém deníku
pod pořadovým číslem 2408/168/2006.

V Praze dne 26. září 2006

Ing. Jan Karpaš, CSc.,
ul. Svatoptice Čechy 1211/20
250 86 ČELÁKOVICE

