



Zakázka číslo: 1 05 258
(Z210050274)

PAVUS, a. s.

AUTORIZOVANÁ
OSOBA AO 216

POŽÁRNÍ ZKUŠEBNA VESELÍ NAD LUŽNICÍ

zkušební laboratoř akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, o. p. s.
registrovaná pod číslem 1026

PROTOKOL O ZKOUŠCE POŽÁRNÍ ODOLNOSTI

č. Pr-05-1.02.193

vydaný dne 2005-12-06

pro výrobek

Vodorovná nosná konstrukce

**Šikmá střecha s betonovou krytinou a podhledem
ze sádkokartonu GKF 15 mm, zateplená izolací
CLIMATIZER PLUS**

Objednatel: **CIUR a. s.**
Malé náměstí 142/3
110 00 Praha 1

Zkušební metoda:
ČSN EN 1365-2
» Zkoušení požární odolnosti nosných prvků
- Část 2: Stropy a střechy «

Protokol obsahuje: 13 stran
(5 stran textu + 4 přílohy)

Počet výtisků: 3
Výtisk číslo: 1

Bez písemného souhlasu zpracovatele se protokol nesmí reprodukovat jinak než celý.

Prosecká 412 / 74, 190 00 Praha 9 – Prosek, e-mail: mail@pavus.cz, <http://www.pavus.cz>
IČ: 60193174, DIČ: CZ60193174, v OR vedeném Městským soudem v Praze oddíl B, vložka 2309
Tel.: +420 286 019 587, Fax: +420 286 019 590

Pobočka Veselí nad Lužnicí
Čtvrť J. Hybeše 879, 391 81 Veselí nad Lužnicí, e-mail: veseli@pavus.cz
Tel.: +420 381 581 128, +420 381 581 129, GSM brána: +420 603 296 301, Fax: +420 381 581 127

1 ÚVOD

Zkouška požární odolnosti šikmé střešní konstrukce byla provedena na základě objednávky firmy CIUR a. s. ve Zkušební laboratoři ve Veselí nad Lužnicí.

Zkouška připravena, provedena a vyhodnocena na základě těchto podkladů:

- [1] ČSN EN 1365-2: 2000 Zkoušení požární odolnosti nosných prvků
Část 2: Stropy a střechy
- [2] ČSN EN 1363-1: 2000 Zkoušení požární odolnosti
Část 1: Základní požadavky
- [3] Technická dokumentace vzorku (dodaná objednatelem zkoušky)

Pro účely tohoto protokolu platí definice uvedené v [1] a [2] spolu se zkratkami:

TC	termoelektrický článek
TST	termoelektrický snímač teploty vyrobený z kabelu s minerální izolací (plášťový TC)
DST	deskový snímač teploty obsahující TST Ø 1 mm
ES	tepelně exponovaná strana vzorku
NS	tepelně neexponovaná strana vzorku
PHMV	počáteční hodnoty měřených veličin podle [2] čl. 10.3

2 PŘEDMĚT ZKOUŠKY

2.1 Vzorek obecně

Pro zkoušku zhotoven jeden vzorek šikmé střešní konstrukce s betonovou krytinou a podhledem ze sádkokartonu GKF 15 mm, zateplené izolací CLIMATIZER PLUS. Rozměr tepelně exponovaného povrchu vzorku 4200 x 3000 ve spádu 30,5°.

2.2 Popis vzorku

- ◆ nosné dřevěné krokve profilu 80/160 mm (smrk) v rozteči 985 mm
- ◆ skladba (shora):
 - betonová krytina BRAMAG položená na dřevěných latích 60/40 mm přibitých na kontralatě
 - difuzní folie TYVEK SOFT
 - dutina výšky 160 mm mezi krokvemi vyplněna foukanou celulózovou tepelnou a akustickou izolací CLIMATIZER PLUS
 - parotěsná zábrana TYVEK VLC
 - podhled KNAUF K 311, profily CD 27/60 v rozteči 400 mm s přínými závěsy 55 mm, jedna vrstva GKF KNAUF tl. 15 mm, spáry vyplněny tmelem Uniflott, po obvodu dotěsněno tmelem Trenwandkit

Vzorek sestaven ve dnech 20.-21. října 2005 podle [1] čl. 7 a Přílohy 2 tohoto protokolu.

Výrobce zkoušeného vzorku byl objednatel zkoušky.

3 PROVEDENÍ ZKOUŠKY

3.1 Obecně

Zkouška požární odolnosti provedena podle ČSN EN 1365-2 na vodorovné zkušební peci upravené podle rozpětí a spádu vzorku.

Konstrukce střechy uložena jako prostý nosník ve spádu 30,5°, rozpětí 4,35 m (šikmá délka). Vzorek osazen a z boků obezděn zdivem z plynosilikátových tvárníc Ytong P2-550 tl. 250 mm. Otevřené části boků (nad GKF podhledem) a čel (mezi krokvemi) dotěsněny minerální vlnou Orsil tak, aby bylo zabráněno

bočnimu průniku tepla do dutiny i jejímu nežádoucímu odvětrávání. Boky vzorku ponechány pro potřebu zkoušky volné, dotěsněno minerální vatou Orsil neomezující volnost průhybu zatížené konstrukce.

Vzorek zatížen 4 břemeny v celé šířce vzorku nahrazujícími rovnoměrné spojitě zatížení $0,677 \text{ kN/m}^2$ půdorysné plochy. Krajiní krokve navíc přitíženy tak, aby výsledné zatížení vzorku se 4 krokvemi odpovídalo 4 běžným modulům konstrukce šířky 985 mm. Napětí vyvozeno prostřednictvím příčně uložených betonových prefabrikátů a ocelových zátěží, do vzorku vneseno 30 minut před zkouškou a po celou dobu zkoušky zůstalo konstantní (podle [2] čl. 10.2). Před začátkem zkoušky byla konstrukce v rovnovážném stavu s ustálenou deformací.

Zkouška provedena dne 25. října 2005.

U zkoušky byl přítomen zástupce objednatele.

3.2 Regulace pece

Zkušební pec vytápěna soustavou naftových hořáků. Teploty v peci měřeny DST a zaznamenávány v minutových intervalech, část počtu DST rovnoměrně rozmístěna 100 mm od exponovaného povrchu vzorku a druhá část ve vodorovné rovině nejnižší hrany ES vzorku. Teploty v peci regulovány tak, aby v rozmezí předepsaných tolerancí (viz [2] čl. 5.1.2) odpovídaly vztahu podle [2] čl. 5.1.1:

$$T = 345 \log(8t + 1) + 20 \quad \text{kde } T (^{\circ}\text{C}) = \text{požadovaná teplota v peci v čase } t$$

$$t (\text{min}) = \text{čas od začátku zkoušky}$$

Přetlak ve zkušební peci měřen diferenčním manometrem a regulován pomocí škrticí klapky odtahu pece tak, aby hodnoty odpovídaly podmínkám [2] čl. 5.2.1.

3.3 Měření vzorku

Teploty na neohřívaném povrchu vzorku měřeny diskovými TC typu K a zaznamenávány v minutových intervalech. Měřicí spoje TC připájeny ke středu měděného terče o průměru 12 mm a tloušťce 0,2 mm a překryty destičkou o rozměrech 30 x 30 mm, tloušťky 2 mm (viz [2] čl. 4.5.1.2). Na povrchu vzorku upevněny podle [1] čl. 9.1.2.2 a 9.1.2.3.

Teplota okolí během zkoušky měřena jedním TST typu K (viz [2] čl. 4.5.1.5) podle [2] čl. 5.6.

Průhyb měřen dvojicí průhyboměrů umístěných v 1/2 rozpětí krajních krokví na bocích vzorku podle [2] čl. 9.3.

Před zkouškou změřena vlhkost dřevěných krokví.

Počáteční podmínky zkoušky odpovídaly normovým hodnotám podle [2] čl. 10.3.

3.4 Kondicionování

Vzorek sestaven 21. října 2005, zkouška provedena 25. října 2005. Během této doby byly zaznamenávány naměřené hodnoty vlhkosti a teploty prostředí:

Hodnota	minimální	maximální
Relativní vlhkost (%)	45	55
Teplota ($^{\circ}\text{C}$)	11,1	15,2

4 PRŮBĚH ZKOUŠKY

Čas (min): Pozorování:

- | | |
|-----|---|
| 2. | ES – tmavnutí povrchu
NS – slabý únik dýmu po obvodu vzorku |
| 15. | ES – vybělení povrchu GKF desek, odlupování a odpadávání tmelu ze spár |
| 18. | NS – kondenzování a stékání vody po povrchu krytiny |
| 20. | ES – odpadnutí části GKF pásku vloženého mezi deskami podhledu uprostřed rozpětí vzorku a vznik řady otvorů šířky cca 60 mm a délky 150-500 mm napříč vzorkem (viz Příloha 4) |
| 24. | ES – odpadávání dalších částí příčného pásku GKF, praskání hořícího dřeva, únik dýmu mezi betonovými taškami |

27. ES – intenzivní praskání hořícího dřeva pod krytinou
 NS – šlehání plamenů v čele na horní hraně vzorku z prostoru mezi krokviemi, s ohledem na nestandardní ukončení průběžné konstrukce střechy není součástí hodnocení
31. NS – podélné rozlomení 1 ks betonové tašky, rudnutí spodních spár mezi řadami tašek
32. NS – trvalý průnik plamenů a žhavých plynů prasklou taškou – porušení celistvosti
32. konec zkoušky

Teploty v peci během zkoušky vyhovovaly požadavkům [2]. Časové závislosti změřených teplot uvedeny v Příloze 2.

5 VÝSLEDKY ZKOUŠKY

5.1 Kritéria dosažení mezních stavů

- + **Nosnost** (podle [2] čl. 11.1). Kritériem je doba, po kterou zkušební prvek zachovává svou schopnost nést při zkoušce zkušební zatížení. Pro účely této normy se za porušení nosnosti považuje překročení obou následujících podmínek:

a) mezní průhyb $D = \frac{L^2}{400 d}$ mm; a

b) mezní rychlost průhybu $\frac{dD}{dt} = \frac{L^2}{9\,000 d}$ mm . min⁻¹

kritérium se posuzuje od dosažení průhybu $L/30$.

kde L rozpětí zkušební vzorku v mm;
 d vzdálenost krajních vláken tlačené zóny ke krajním vláknům tažené zóny posuzovaného průřezu v mm v nezahřátém stavu

Pro konstrukci ve spádu $\alpha = 30,5^\circ$, $L = 4350$ mm (šikmá délka) a $d = 200$ mm je $D = 203,8$ mm a $dD/dt = 9,1$ mm . min⁻¹ pro průhyb $D > L/30 = 125$ mm.

- + **Celistvost** (podle [2] čl. 11.2). Kritériem je doba, po kterou zkušební prvek zachovává svou dělicí funkci, aniž by došlo k následujícímu:
- vznícení bavlněného polštářku přikládaného podle [2] čl. 10.4.5.2; nebo
 - umožnění průchodu měrky podle specifikace v [2] čl. 10.4.5.3; nebo
 - trvalému plamennému hoření.
- + **Izolace** (podle [2] čl. 11.3). Kritériem je doba, po kterou zkušební prvek zachovává svou dělicí funkci, aniž by na neohříváné straně byly dosaženy teploty, které způsobí:
- vzrůst průměrné teploty nad počáteční průměrnou teplotu o více než 140 °C; nebo
 - vzrůst teploty v kterémkoliv místě nad počáteční průměrnou teplotu o více než 180 °C.

5.2 Vyjádření výsledků zkoušky

Nosnost	- mezní průhyb	: 31 minut, bez dosažení
	- mezní rychlost průhybu	: 31 minut, bez dosažení
Celistvost	- bavlněný polštářek	: 31 minut
	- průchod měrky spár	: 31 minut, bez porušení
	- trvalé plamenné hoření	: 31 minut
Izolace	- průměrná teplota	: 31 minut ¹⁾
	- maximální teplota	: 30 minut

¹⁾ Kritérium „izolace“ se automaticky pokládá za porušené, poruší-li se kritérium „celistvost“ (viz. [2] čl. 11.4.2). Dílčího kritéria mezní průměrné teploty nebylo v průběhu zkoušky dosaženo.

6 ZÁVĚR

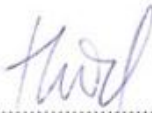
Výsledek zkoušky se týká pouze zkoušeného vzorku včetně způsobu osazení v konstrukci (viz část 2 tohoto protokolu).

Tento protokol podrobně uvádí způsob provedení vzorku, zkušební podmínky a výsledky získané při zkoušení zde popsaného specifického prvku konstrukce podle postupu uvedeného v ČSN EN 1363-1 a ČSN EN 1365-2. Protokol nepojednává o žádných význačných odchylkách, pokud jde o velikost, konstrukční detaily, zatížení, napětí, okrajové nebo koncové podmínky.

Listy protokolu a příloh
jsou platné pouze s otiskem reliéfního razítka.



Zpracoval:


.....
Ing. Jaroslav Hůzl
inženýr Požární zkušebny

Schválil:


.....
Ing. Jiří Kápl
vedoucí Požární zkušebny

PŘÍLOHA 1: ZKUŠEBNÍ A MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ, NEJISTOTA MĚŘENÍ

Zkušební zařízení:	Evidenční č.:
pec horizontální (+ zařízení pro řízení teploty a tlaku v peci)	2.001
sondy v peci	2.006
měrka spár Ø 6 mm	2.011
měrka spár Ø 25 mm	2.012
rámeček pro bavlněný polštářek	2.013

Měřicí zařízení:	Metrologické evidenční č.:
diferenční manometr AMR DPS	3 09 10
měřicí ústředna ALMEMO 5990-2	3 10 35
DST - teplota v peci (TST (K) Ø 1 mm)	3 10 08
TC (K) - teplota NS vzorku	3 10 09
TST (K) Ø 2 mm - vnitřní teplota	3 10 14
TST (K) Ø 3 mm - okolní teplota	3 10 15
svínovací metr	3 01 05
průhybnoměr Huggenberger	3 01 01, 02
stopky	3 05 01
Hydromette HT 95	3 13 04
termohygrograf THZ1int	3 13 05
THERM 2260 + MTC (K)	3 10 06

Metrologická návaznost zařízení je popsána na metrologické evidenční kartě zařízení, která je jednoznačně určena metrologickým evidenčním číslem zařízení.

Vzhledem k povaze zkoušek požární odolnosti a z toho vyplývající obtížné kvantifikace nejistoty měření požární odolnosti, není možno zajistit udaný stupeň přesnosti výsledku.

Měřená veličina			Rozšířená nejistota měření
název	označení	jednotka	
Čas od začátku zkoušky	t	(min)	$3,4 \cdot 10^{-2} \text{ min}$, pro $t \leq 240 \text{ min}$
Čas porušení celistvosti		(min)	$< 0,5 \text{ min}$
Teplota: TC, resp. TST typu K + kompenzační vedení (oboje 2. toleranční tř.) + THERM 5500-3	T	(°C)	$\sqrt{(6,40 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 + 1,57 \cdot 10^1 \cdot \text{°C}^2)}$, pro $40^\circ\text{C} < T \leq 375^\circ\text{C}$ $\sqrt{(8,04 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 7,84 \cdot \text{°C}^2)}$, pro $375^\circ\text{C} < T \leq 1000^\circ\text{C}$
Rozdíl tlaku v peci vůči okolí	p	(Pa)	$\sqrt{(5,3 \cdot 10^{-4} \cdot p^2 + 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}^2)}$
Zatěžovací síla kusové zátěže	F	(kN)	0,1 kN
Průhyb (svislá deformace) vodorovného prvku		(mm)	2,0 mm

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí 95 %.

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-16/02 (EAL R2) a GUM.

PŘÍLOHA 2: MĚŘENÍ

Teploty a tlak v peci, teplota okolí

Čas t (min)	Teploty (°C)														Odch. d_e (%)		Tepl. okolí	Tlak 100mm pod vz.(Pa)		
	T	20	21	22	23	24	25	40	41	42	43	44	45	T_s	povol.	skut.		požad.	skut.	odch.
PHMV		14	13	13	13	14	14	14	13	13	14	14	14	14						
0	20	45	53	55	44	52	54	52	58	53	43	57	57	52			15	-	-	-
5	576	556	565	565	526	557	575	627	621	600	563	646	603	584	-	1,4	15	17,0(+3;-5)	13,0	-4,0
10	678	681	684	684	653	681	680	751	741	729	692	756	701	703	±15	3,1	15	17,0(±3)	18,3	1,3
15	739	735	741	734	714	734	732	796	786	771	747	804	752	754	±12,5	2,9	15	17,0(±3)	18,8	1,8
20	781	773	778	772	754	772	766	827	816	804	785	834	783	789	±10	2,4	16	17,0(±3)	18,6	1,6
25	815	779	782	764	751	776	768	802	796	793	782	815	800	784	±7,5	1,7	16	17,0(±3)	16,2	-0,8
30	842	858	846	820	808	857	850	862	862	849	831	873	872	849	±5	1,3	16	17,0(±3)	18,2	1,2
31	847	839	833	806	801	832	826	844	836	827	827	849	841	830	±4,9	1,2	16	17,0(±3)	15,3	-1,7

Teploty snímány každou minutu, v tabulce zpracovány v intervalu 5 minut.

T (°C) ... průměrná teplota v peci určená podle [2] čl. 5.1.1: $T = 345 \log(8t + 1) + 20$

t (min) ... čas od začátku zkoušky

T_s (°C) ... skutečná teplota v peci podle [2] čl. 5.1.2

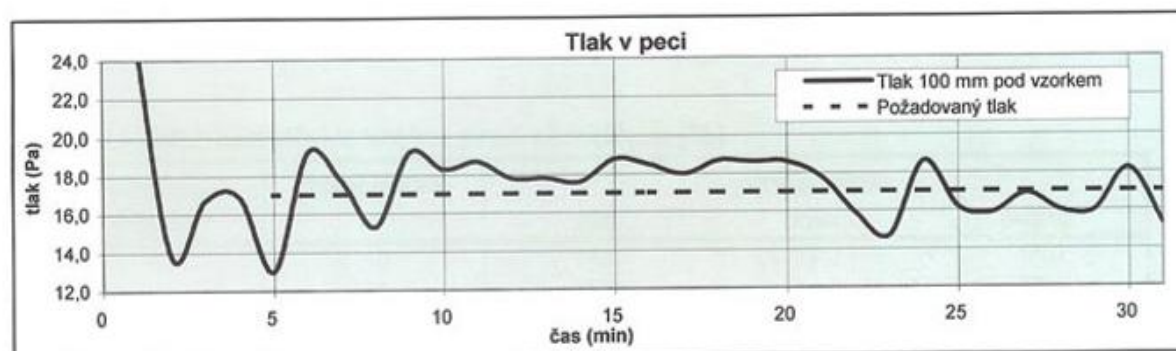
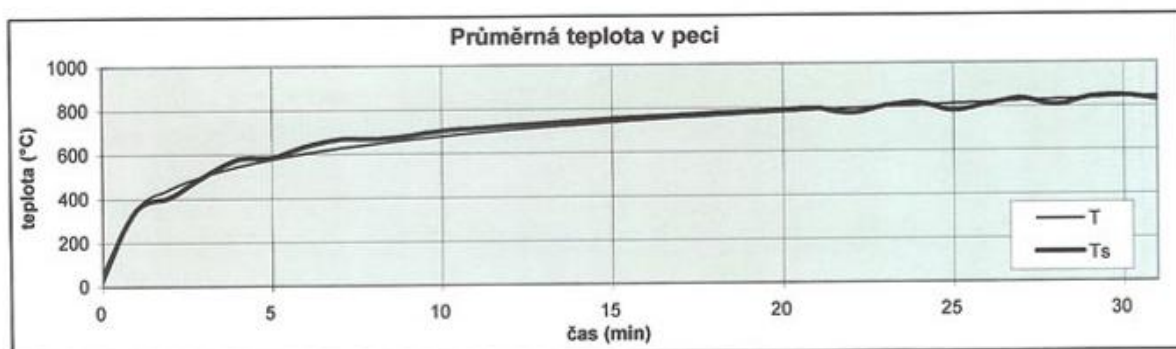
d_e (%) ... procentní odchylka v ploše křivky průměrné teploty v peci z plochy normové teplotní křivky

- povolená podle [2] čl. 5.1.2,

- skutečná je podle [2] čl. 5.1.2: $d_e = ((A - A_s)/A_s) \cdot 100$, kde

A = plocha pod skutečnou teplotní křivkou v peci

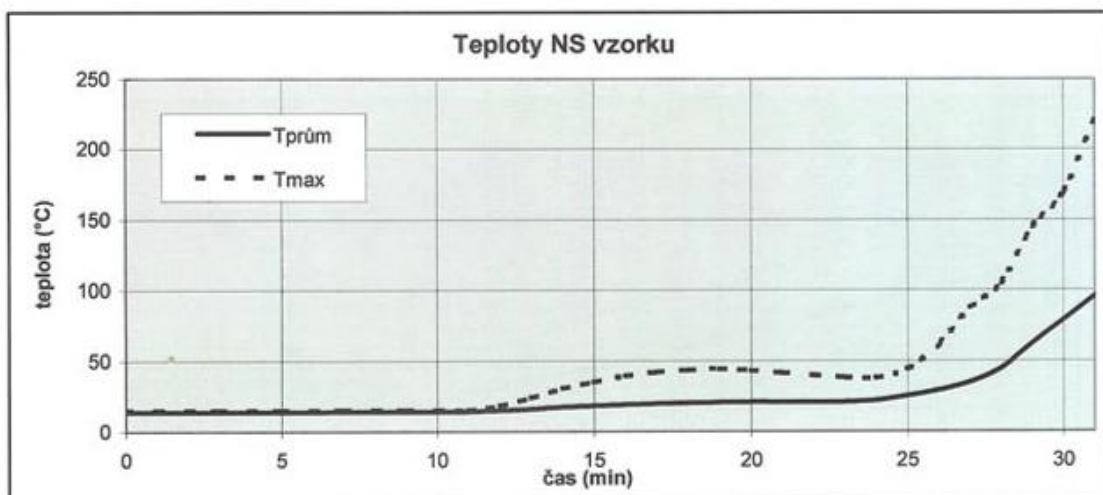
A_s = plocha pod normovou teplotní křivkou



Teploty na NS vzorku (°C)

Čas (min)	průměrná teplota						maximální teplota				
	26	27	28	29	30	$T_{prům}$	31	32	33	34	T_{max}
PHMV	13	11	12	13	12	12	12	11	12	12	13
0	14	13	15	14	13	14	14	14	14	13	15
5	14	13	15	14	13	14	14	14	14	13	15
10	14	13	16	14	14	14	15	14	14	14	16
15	35	14	16	15	14	19	15	14	14	14	35
20	44	14	16	16	16	21	17	15	17	14	44
25	39	15	16	37	20	25	30	34	44	16	44
26	42	15	16	52	21	29	39	42	61	17	61
27	47	15	16	73	23	35	49	49	87	18	87
28	54	20	16	105	28	45	65	64	103	22	105
29	70	37	16	145	44	62	102	97	111	37	145
30	101	52	16	169	57	79	108	95	121	51	169
31	114	61	17	221	68	96	121	95	158	65	221

Teploty snímány každou minutu, v tabulce zpracovány v intervalu 5 minut.
Zvýrazněn čas a teplota porušení dílčího kritéria izolace.

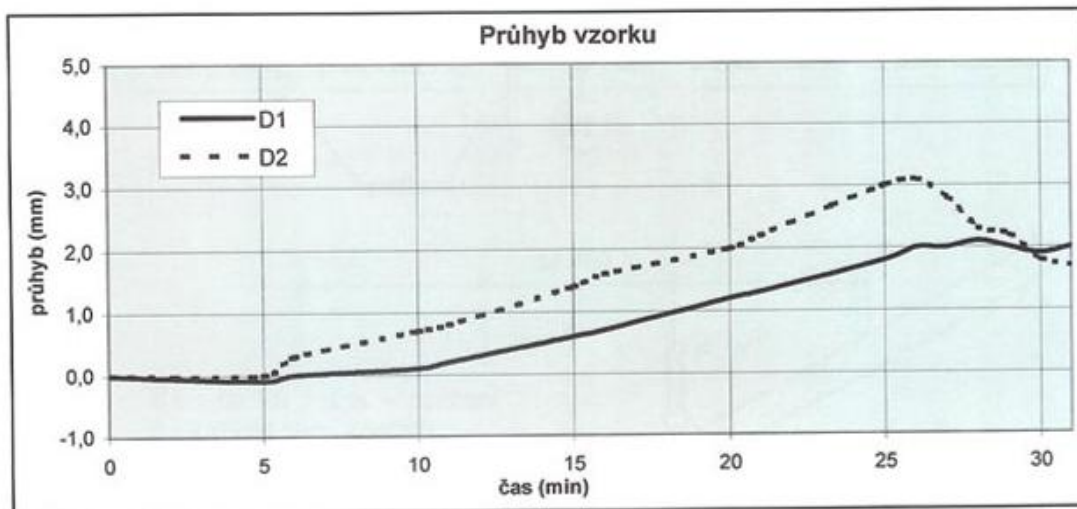

Měření vlhkosti dřeva krokví před zkouškou (%)

Označení nosníku	Počet měření	vlhkost dřeva		
		min.	max.	průměr
1	10	14,1	17,3	15,0
2	10	13,8	14,9	14,4
3	10	13,8	14,6	14,2
4	10	13,9	15,8	14,6

Průhyb vzorku

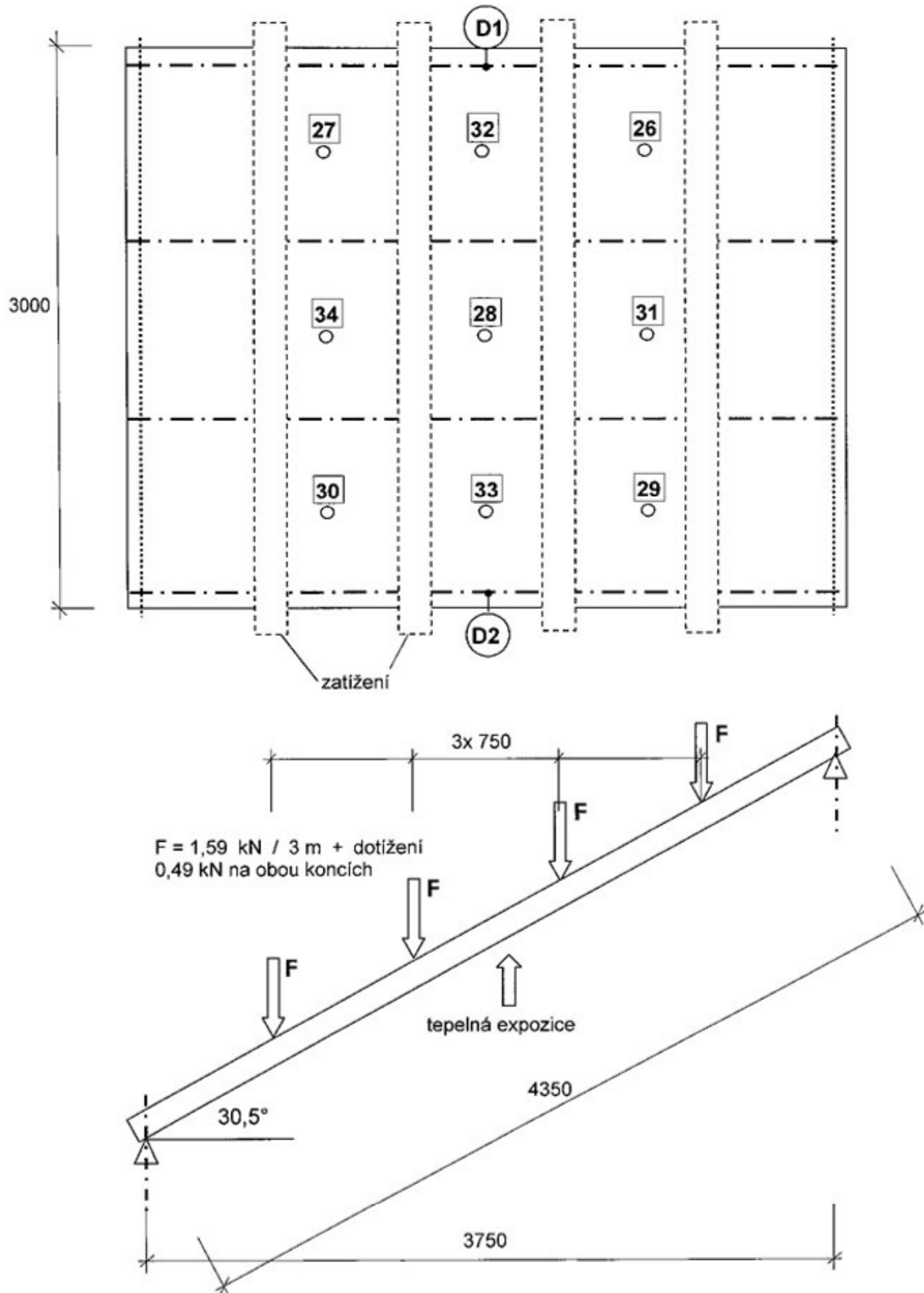
Čas (min)	Průhyb vzorku (mm)		Přírůstek průhybu (mm.min ⁻¹)	
	D ₁	D ₂	dD ₁ /dt	dD ₂ /dt
0	0,0	0,0		
5	-0,1	0,0		
6	0,0	0,3	0,10	0,30
10	0,1	0,7		
11	0,2	0,8	0,10	0,10
15	0,6	1,4		
16	0,7	1,6	0,10	0,20
20	1,2	2,0		
21	1,3	2,2	0,10	0,20
25	1,8	3,0		
26	2,0	3,1	0,20	0,10
27	2,0	2,8	0,00	0,30
28	2,1	2,3	0,10	0,50
29	2,0	2,2	0,10	0,10
30	1,9	1,8	0,10	0,40
31	2,0	1,7	0,10	0,10

Kladná hodnota znamená průhyb do pece.


Legenda k následující straně

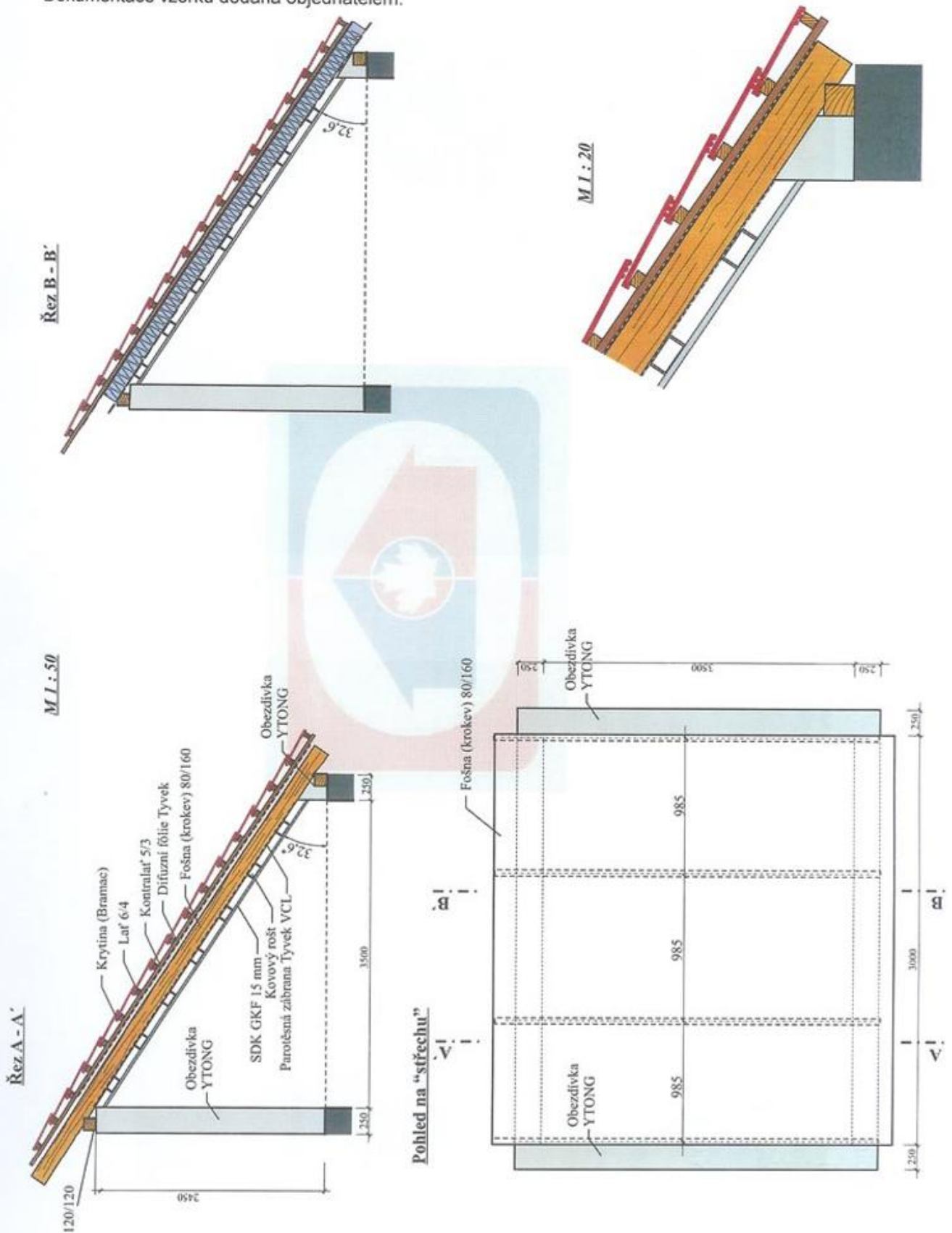
- 26 + 30 - TC pro průměrnou a maximální teplotu NS
- 31 + 34 - TC pro maximální teplotu NS
- D1, D2 - měření průhybu

Schéma rozmístění zatížení, TC na NS vzorku a bodů pro měření průhybu



PŘÍLOHA 3: DOKUMENTACE

Dokumentace vzorku dodaná objednatelem.



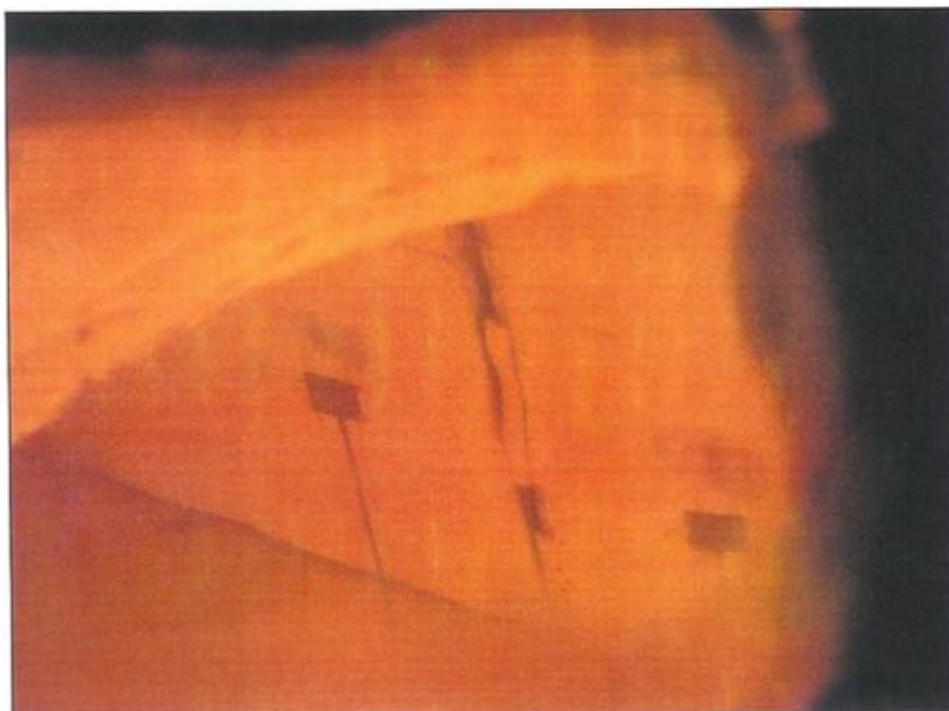
PŘÍLOHA 4: FOTODOKUMENTACE



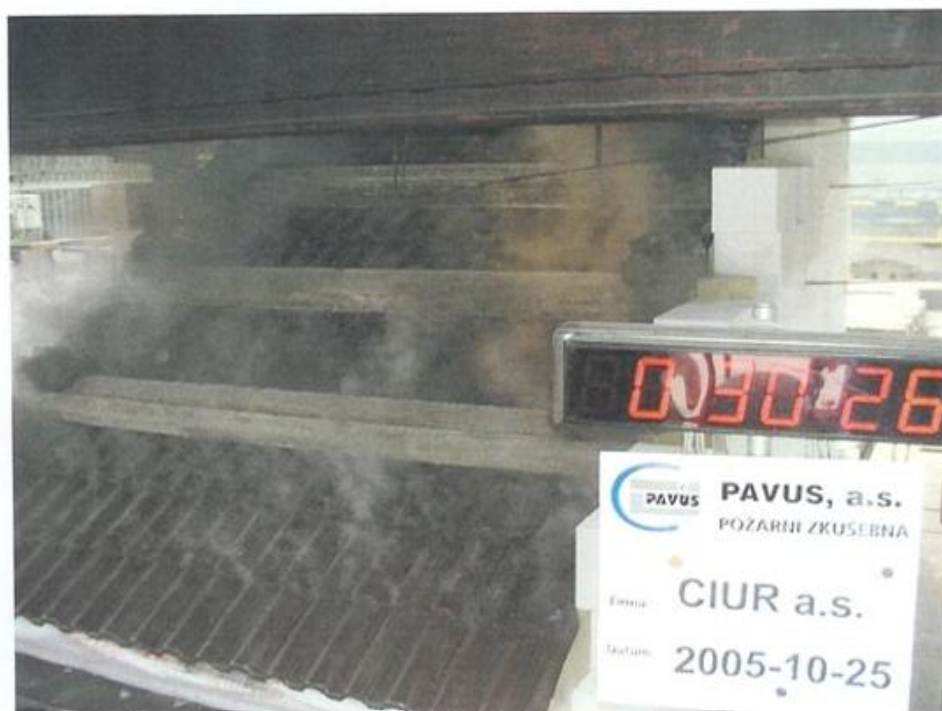
NS před zkouškou



ES před zkouškou



Průběh zkoušky – 20. minuta



Průběh zkoušky – 31. minuta