

## POSÚDENIE VYHOTOVENIA POZDĹŽNEJ DRÁŽKY V ZRUBOVEJ KONŠTRUKCII

KATARÍNA DÚBRAVSKÁ<sup>1</sup>, VLADIMÍR MÓZER<sup>2</sup>, ĽUDMILA TEREŇOVÁ<sup>3</sup>

**Abstract** — When we are designing traditional rustic buildings we are dealing with the correct material execution as well as adequate structural solution. Project engineer is concerned not only with tree species, but also with depth of wooden fragments, with the way of their mutual reinforcement, with correct create a longitudinal groove etc..In terms of fire safety is exactly the place of contact of two pieces of massive elements a risk. The wrong realization may transfer the fire from one side of the construction to the other.By applying a suitable thermal insulation is guaranteed, that the design retained the required fire resistance even at this critical place. In this contribution we evaluate the results of intermediate-test, which was focused on limit states insulation and integrity of the test sample in thermal stress according to the standard curve temperature / time.

**Keywords** — longitudinal groove; intermediate-test; insulation; integrity

**Abstrakt** — Pri projektovaní tradičných zrubových stavieb sa rieši správne materiálové vyhotovenie a k tomu aj adekvátne konštrukčné riešenie. Projektant sa zaoberá nielen druhom dreveniny, ale aj hrúbkou drevených fragmentov, spôsobom ich vzájomného spevnenia, správnym vyhotovením pozdĺžnej drážky a pod.. Z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti práve miesto styku dvoch kusov masívnych prvkov predstavuje riziko. Jej nesprávnym prevedením sa môže preniesť požiar z jednej strany konštrukcie na druhú. Aplikáciou vhodnej tepelnej izolácie sa zabezpečí, aby si konštrukcia zachovala požadovanú požiarnu odolnosť aj v tomto kritickom mieste. V príspevku vyhodnotíme výsledky strednorozmerového testu, ktorý sa zameriaval na medzné stavy tepelnej izolácie a celistvosti skúšobnej vzorky pri tepelnom namáhaní podľa normovej krivky teplota/čas.

**Kľúčové slová** — pozdĺžna drážka; strednorozmerový test; tepelná izolácia; celistvosť

### Úvod

Tradičné zrubové stavby, ktoré sú vyhotovené z masívu, sú charakteristické práve svojím dizajnom. V týchto prípadoch sa neuvažuje o vyhotovení izolácii na vonkajšiu stranu obvodovej steny. Pri týchto konštrukčných prvkoch sa aplikuje miestna izolácia medzi dva kusy hranolu alebo guľatiny. Práve pozdĺžna drážka predstavuje vhodnú cestu na rozšírenie požiaru z exponovanej strany na stranu neexponovanú. Vhodným materiálovým prevedením je možné spomínané riziko znížiť na minimum.

### 1. TEORETICKÉ VÝCHODISKO STREDNORozMEROVÉHO TESTU

Všeobecný postup klasifikácie stavebných výrobkov z hľadiska požiarnej odolnosti stanovuje STN EN 13501-2 [1]. Tento predpis sa pri hodnotení nosných stien s požiarne deliacou funkciou následne odvoláva na EN 1365-1 [2]. Spomínané normy predstavovali teoretický základ pre návrh a následné vykonanie strednorozmerového testu. Jednalo sa o modelový test, pri ktorom sa podmienky skúšky nestotožňovali so skúškou vykonávanou v certifikovanej skúšobni v plnom rozsahu.

#### 1.1 Skúšobné zariadenie

Skúšobné zariadenie pre vykonanie strednorozmerového testu pozostávalo z nasledujúcich komponentov:

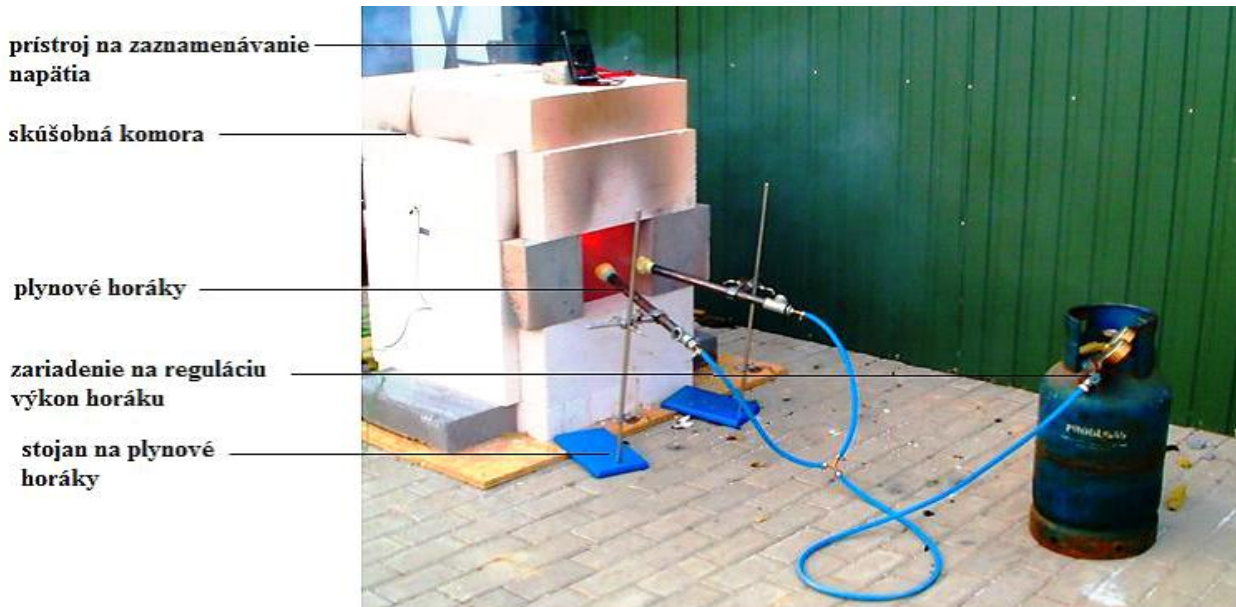
- skúšobná komora vyhotovená z pórobetónových tvárnic,
- konštrukcia pre utesnenie vzorky,
- zariadenie pre simuláciu zaťaženia skúšobnej vzorky (skrútkové tyče),
- zariadenie na tepelné namáhanie vzorky – plynové horáky,

<sup>1</sup> Katarína Dúbravská, Ing., Phd., Katedra protipožiarnej ochrany TU Zvolen, e-mail: ydubravska@is.tuzvo.sk

<sup>2</sup> Vladimír Mózer, doc., Ing., PhD., Katedra požiarneho inžinierstva, ŽU, e-mail: vladimir.mozer@fbi.uniza.sk

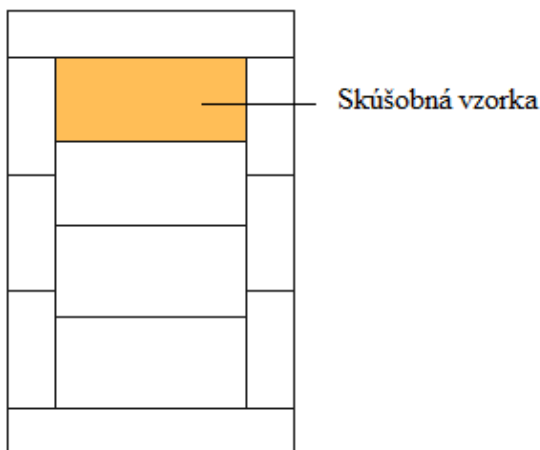
<sup>3</sup> Ľudmila Tereňová, Ing., PhD., Katedra protipožiarnej ochrany TU Zvolen, e-mail: terenova@is.tuzvo.sk

- stojan na zariadenie určené na tepelné namáhanie vzorky,
- zariadenie na reguláciu tepelného namáhania (výkonu horáka), a tým aj na reguláciu teploty v peci,
- prístroj na zaznamenávanie teplotného priebehu,
- prístroj na zaznamenávanie napätia,
- predmet hodnotiaci celistvosť skúšobnej vzorky,
- časomiera [3].



Obr. 1.: Skúšobné zariadenie pre vykonanie strednorozmerového testu

Prostredníctvom skúšobnej komory zobrazenej na Obr. 1 sa hodnotili zvislé konštrukčné prvky. Vzorka sa umiestnila do zadnej časti steny (viď Obr. 2) a bola jej súčasťou.



Obr. 2.: Zadná časť skúšobnej komory

## 1.2 Skúšobná vzorka

Skúšobná vzorka pozostávala z dvoch kusov masívneho hranolu (260 x 180 x 400 mm). Do pozdĺžnej škáry sa aplikoval izolačný materiál, konkrétne minerálna izolácia. Po celej dĺžke styku dvoch masívov na strane exponovanej sa naniesla vrstva protipožiarneho tmelu o hrúbke 5 mm. Stredno-

rozmerovému testu sa podrobili dve skúšobné vzorky totožného vyhotovenia.

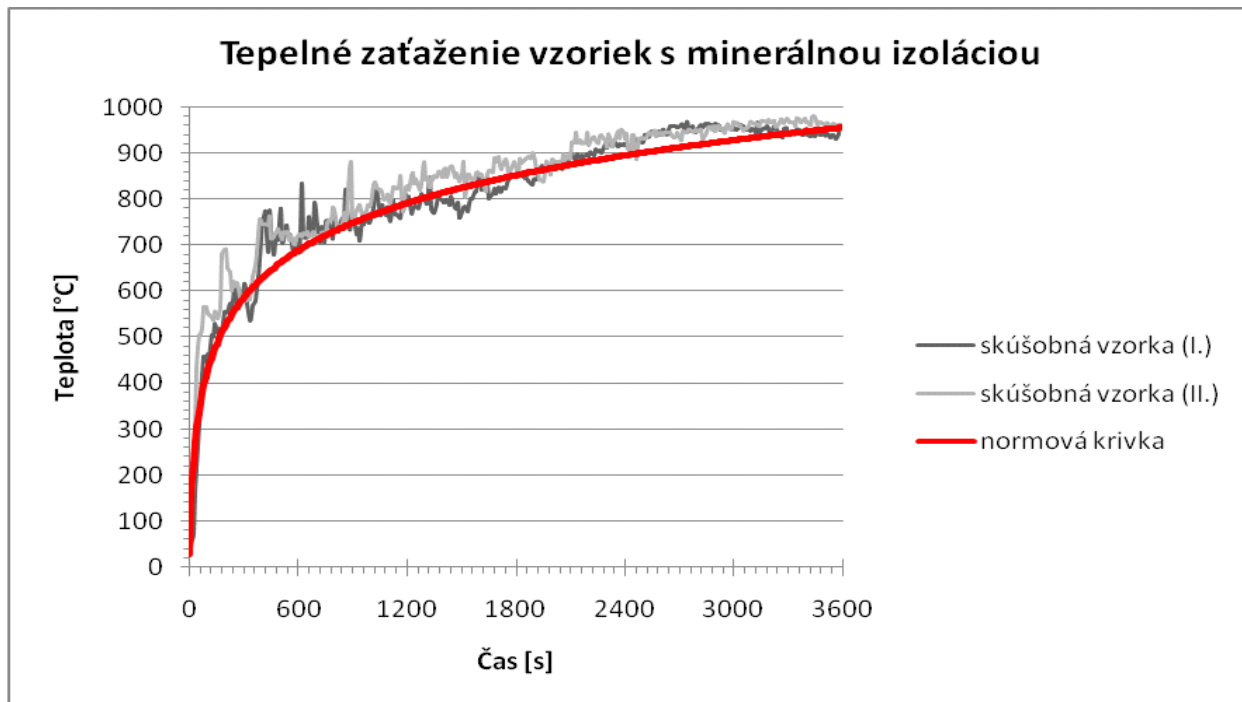
Zaznamenávanie teplotného nárastu v priebehu strednorozmerového testu sa vykonávalo prostredníctvom 6 kusov termočlánkov, ktoré sa umiestnili naprieč pozdĺžnou drážkou, a to nasledovne:

- termočlánok TC1 – 5 mm od exponovanej strany (pod vrstvou protipožiarneho tmelu),
- termočlánok TC2 – 55 mm od exponovanej strany,
- termočlánok TC 3 – 80 mm od exponovanej strany,
- termočlánok TC4 – 155 mm od exponovanej strany,
- termočlánok TC5 – 205 mm od exponovanej strany,
- termočlánok TC6 – 255 mm od exponovanej strany.

## 1.3 Tepelné namáhanie skúšobnej vzorky

Exponovaná strana skúšobnej vzorky sa zaťažovala požiarom kolmo na smer vlákien dreveného prvku. Tepelné namáhanie sa vykonávalo prostredníctvom dvoch kusov injektorových horákov na propán-bután. Prostredníctvom nich, dvoch termočlánkov umiestnených v skúšobnej komore tesne pred konštrukčným prvkom a zariadenia na zaznamenávanie

teploty sa nasimulovala normová krivka teplota/čas.  
Výsledky simulácie požiarneho scenáru sú zobrazené na  
Obr. 3.



Obr. 3.: Tepelné namáhanie skúšobnej vzorky

Skúšobné vzorky sa zaťažovali po dobu 60 minút, v priebehu ktorých sa každých 10 sekúnd zaznamenávala teplota jednotlivými termočlánkami. Po ukončení modelového testu sa hodnotilo kritérium celistvosti a tepelnej izolácie nasledovným spôsobom [3]:

- Kritérium celistvosti obvodovej steny vyhotovenej zo smrekového hranola sa hodnotí najskôr vizuálne na strane neexponovanej. V prípade, že došlo v priebehu skúšky k vzniku trhlín a prasklín, nasleduje hodnotenie pomocou mierky. Posudzuje sa prechod mierky skúšobnou vzorkou a zaznamenanie konkrétnych rozmerov vzniknutých trhlín a prasklín.
- Kritérium izolácie obvodovej steny vyhotovenej zo smrekového hranola sa vyhodnotí na základe výstupných hodnôt zoskenovaných v meracích miestach a ich následnom vyhodnotení.

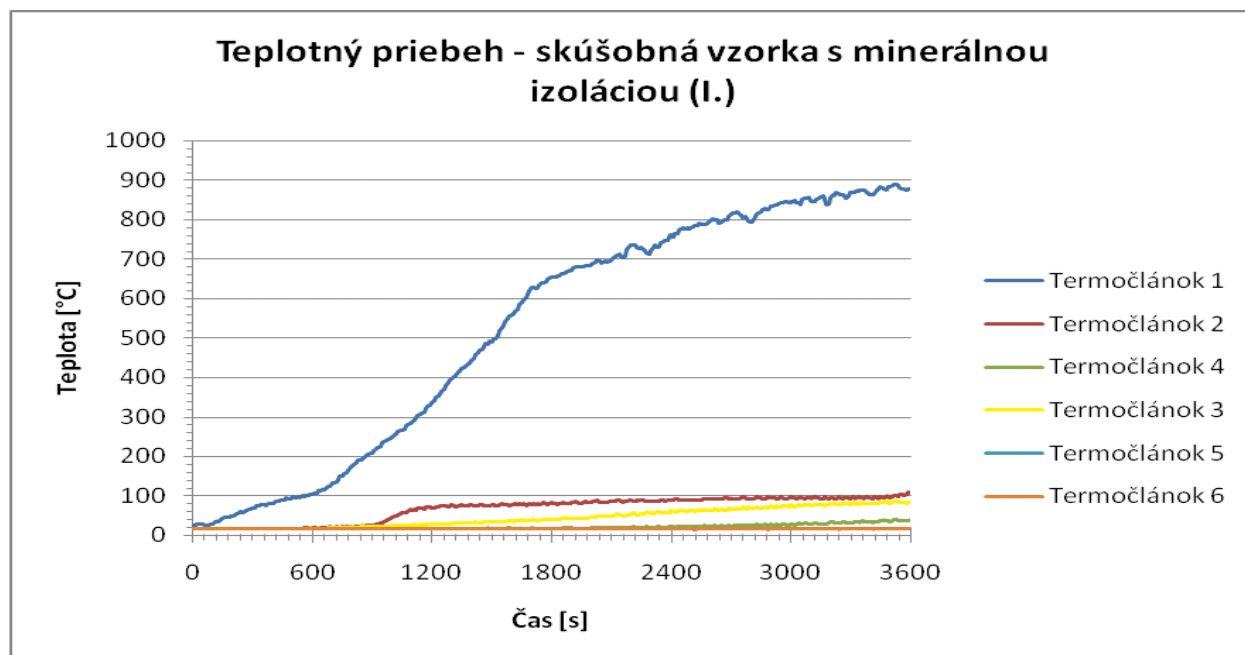
## 2. VÝSLEDKY STREDNOROZMEROVÉHO TESTU PRE SKÚŠOBNÚ VZORKU S MINERÁLNOU IZOLÁCIOU

V priebehu trvania strednorozmerového testu sa teploty snímali jednotlivými termočlánkami (TC1 – TC6) zaznamenávali prostredníctvom meracej ústredne (offline meranie). Následne sa zozbierané dáta z externej pamäte preniesli do PC a vyhodnotili sa

(Obr. 4). Ako sa predpokladalo, najväčší teplotný nárast zaznamenal termočlánok TC1, ktorý sa umiestnil tesne pod vrstvu protipožiarneho tmelu. Tento približne v 40 s tepelného namáhania sublimoval. Od 80 s vypenená vrstva nepredstavovala ochranu z hľadiska tepelnej izolácie (rázny nárast teploty na TC1).

Tepelná izolácia (kamenná vlna) umiestnená medzi dvomi kusmi hranolu pozostáva z dvoch komponentov – kamenných vlákien a spojiva. Kamenné vlákna sú stabilné minimálne do teploty 1000 °C. Preto sme sa zamerali na procesy v spojive tepelnej izolácie, ku ktorým dochádza pri ich ohreve. Pri teplote cca. 200 °C sa zo spojiva kamennej vlny začali uvoľňovať nehorľavé plyny CO<sub>2</sub>, približne 1000 s od začiatku strednorozmerového testu. Tieto uvoľnené plyny sa v pozdĺžnej drážke akumulovali a následným privádzaním tepelnej energie do vzorky dochádzalo k ich ďalšiemu ohrevu. Tento proces je zaznamenávaný termočlánkom umiestneným vo vzdialenosti 55 mm od exponovanej strany (viď Obr. 4 – teplotný priebeh TC2).

Ohrievané nehorľavé plyny šírili teplo aj do vrstiev vzdialenejších od sálavého zdroja (mierny nárast teploty na termočlánkoch TC3 a TC4). Tento transfer bol zapríčinený súčiniteľom tepelnej vodivosti izolácie z kamennej vlny, ktorý je daný hodnotou  $\lambda = 0,039 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .



Obr. 4.: Skúšobné zariadenie pre vykonanie strednorozmerového testu

## 2.1 Hodnotenie kritéria celistvosti

Ako je vyššie v príspevku uvedené kritérium celistvosti obvodovej steny sa hodnotí na základe vizuálnej kontroly neexponovanej strany (Obr. 5). V priebehu strednorozmerového testu nedošlo k vzniku trhlín a prasklín, teda hodnotenie prostredníctvom mierky nebolo aplikované. Kritérium celistvosti v priebehu 60-minútového strednorozmerového testu sa zachovalo.



Obr. 5.: Neexponovaná strana skúšobnej vzorky s minerálnou vlnou po 60 min

## 2.2 Hodnotenie kritéria tepelnej izolácie

STN 13501-2 [1] uvádza, že pre deliace prvky okrem dverí, uzáverov a uzáverov dopravníkových systémov sa za medzný stav na určenie tepelnej izolácie považuje vzrast priemernej teploty na nenamáhanom povrchu, obmedzený na 140 °C nad začiatočnú priemernú teplotu, pričom vzrast maximálnej teploty v ktoromkoľvek bode je obmedzený na 180 °C nad

začiatočnú teplotu. V prípade strednorozmerového testu sa hodnotil teplotný nárast vzhľadom na začiatočnú teplotu na termočlánoch umiestnených vo vzdialenostiach 55 mm, 80 mm, 155 mm, 205 mm, 255 mm od exponovanej strany. Výsledky sú zaznamenané v Tab. 1 a Tab. 2.

Diferencie sú determinované vzdialenosťou od exponovanej strany a dobou tepelného zaťaženia.

Na jednotlivých termočlánoch nedošlo k nárastu priemernej teploty o 140 °C vzhľadom na začiatočnú teplotu. Zároveň maximálna teplota nevzrástla o 180 °C vzhľadom na začiatočnú teplotu. Kritérium tepelnej izolácie sa zachovalo počas celej doby strednorozmerového testu.

Tab. 1.: Nárast teploty vzhľadom na začiatočnú teplotu (čas 0-30 min)

Sk.vz/Čas [min]	5	10	15	20	25	30
55 mm	0,6	1,7	12,9	29,9	36,6	40,7
105 mm	0,5	0,8	0,0	0,2	2,3	5,3
155 mm	0,5	0,6	0,2	0,0	0,0	0,1
205 mm	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
255 mm	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 2.: Nárast teploty vzhľadom na začiatočnú teplotu (čas 30-60 min)

Sk.vz/Čas [min]	35	40	45	50	55	60
55 mm	48,2	60,4	69,8	76,5	76,4	80,4
80 mm	8,3	13,0	22,3	36,3	52,1	66,4
155 mm	0,5	0,8	1,0	3,0	5,0	11,6
205 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
255 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6

### 3. ZÁVER

Vykonaním strednorozmerového testu sme získali podrobnejšie poznatky o šírení požiaru naprieč pozdĺžnou drážkou zrubovej konštrukcie. Aplikáciou vhodnej izolácie z hľadiska triedy reakcie na oheň a z hľadiska súčiniteľa tepelnej vodivosti sa dá zabrániť prenosu požiaru zo strany exponovanej na stranu neexponovanú. V priebehu trvania strednorozmerového testu sa medzné stavy tepelnej izolácie a celistvosti skúšobnej vzorky zachovali.

### ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] STN EN 13501-2+A1:2010 : Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 2: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok požiarnej odolnosti (okrem ventilačných zariadení) (Konsolidovaný text).
- [2] STN EN 1365-1:2010 : Skúšanie požiarnej odolnosti nosných prvkov. Časť 1: Steny.
- [3] DÚBRAVSKÁ, K. 2013. *Modelové testy vybraných výplňových materiálov v zrubových stykoch pri požiari*. Dizertačná práca.