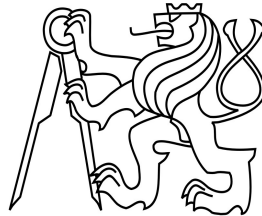


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

124 DPM – Diplomová práce

**VALIDACE MODELU KONSTRUKCE  
SLAMĚNÉHO OBJEKTU PŘI POŽÁRU**

MODEL VALIDATION STRAW BALE CONSTRUCTION IN CASE OF FIRE

Bc. Miroslav Douša

vedoucí práce: Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek

2018

---

# Obsah

<b>Zadání diplomové práce.....</b>	<b>III</b>
<b>Specifikace zadání .....</b>	<b>IV</b>
<b>Čestné prohlášení .....</b>	<b>V</b>
<b>Poděkování .....</b>	<b>VI</b>
<b>Abstrakt .....</b>	<b>VII</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>VII</b>
<b>Seznam použitých symbolů a zkratk.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>1</b>
1.1 Úvod.....	1
1.2 Motivace.....	1
1.3 Cíle výzkumu.....	2
<b>2 Konstrukce ze slaměných balíků .....</b>	<b>3</b>
2.1 Použití slámy v konstrukcích v historii.....	3
2.2 Použití slámy v konstrukcích v současnosti .....	4
2.2.1 Slaměné domy se slámou samonosnou.....	4
2.2.2 Slaměné domy se slámou výplňovou.....	5
2.2.3 Slaměné domy se slámou jako tepelným izolantem .....	6
2.3 Použití slámy z hlediska požární bezpečnosti .....	6
2.3.1 Použití slaměných balíků jako izolačního materiálu .....	8
<b>3 Vlastnosti slaměné konstrukce za požáru .....</b>	<b>10</b>
3.1 Požární zkoušky slaměných stěn .....	10
3.1.1 Požární zkouška v Kalifornii .....	10
3.1.2 Požární zkouška v Rakousku.....	12
3.1.3 Požární zkouška v České republice.....	13
<b>4 Experimentální objekt .....</b>	<b>19</b>
4.1 Projekt experimentálního objektu.....	19
4.2 Výstavba experimentálního objektu .....	20
4.2.1 Nosné prvky experimentální objektu.....	20
4.2.2 Dokončovací práce.....	23
4.3 Příprava požární zkoušky .....	25
4.4 Průběh požární zkoušky .....	28
4.5 Vyhodnocení požární zkoušky .....	30
<b>5 Podpurné výpočtové modely.....</b>	<b>42</b>
5.1 I. model slaměné stěny .....	42
5.1.1 Úvod.....	42
5.1.2 Model stěny .....	42
5.1.3 Výsledky.....	46
5.2 II. model slaměné stěny.....	47
5.2.1 Úvod.....	47
5.2.2 Praktická zkouška v požární laboratoři.....	48

---

5.2.3	Model stěny .....	53
5.2.4	Porovnání výsledků výpočtového modelu a experimentu.....	56
5.3	Model požárního zatížení .....	58
5.3.1	Úvod.....	58
5.3.2	Model .....	58
5.3.3	Praktická zkouška v požární laboratoři.....	61
5.3.4	Aproximace modelu požárního zatížení.....	65
<b>6</b>	<b>Výpočtový model experimentálního objektu .....</b>	<b>66</b>
6.1	Úvod.....	66
6.2	Model .....	66
6.3	Porovnání výsledků s požární zkouškou .....	69
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>72</b>
<b>8</b>	<b>Příloha 1 – Protokol požární zkoušky – Stěna .....</b>	<b>74</b>
<b>9</b>	<b>Příloha 2 – Průběh teploty model I.....</b>	<b>78</b>
<b>10</b>	<b>Příloha 3 - Protokol požární zkoušky – Hranice.....</b>	<b>80</b>
<b>11</b>	<b>Příloha 4 – Průběh požární zkoušky hranice.....</b>	<b>84</b>
<b>12</b>	<b>Příloha 5 – Průběh požární zkoušky objektu.....</b>	<b>86</b>
<b>13</b>	<b>Příloha 6 – Průběh teploty v podomítkové vrstvě.....</b>	<b>88</b>
<b>14</b>	<b>Příloha 7 – Protokol o požární zkoušce – Slamák.....</b>	<b>89</b>
<b>15</b>	<b>Příloha 8 – FDS model I.....</b>	<b>97</b>
<b>16</b>	<b>Příloha 9 – FDS model II. ....</b>	<b>101</b>
<b>17</b>	<b>Příloha 10 – FDS model hranice.....</b>	<b>103</b>
<b>18</b>	<b>Příloha 11 – FDS Slamák.....</b>	<b>107</b>
	Seznam obrázků .....	117
	Seznam tabulek.....	121
	Literatura .....	122



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Douša Jméno: Miroslav Osobní číslo: 409732

Zadávací katedra: K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Validace modelu konstrukce slaměného objektu při požáru

Název diplomové práce anglicky: Model validation straw bale construction in case of fire

Pokyny pro vypracování:

Rešerše slaměné výstavby a požárnětechnických charakteristik environmentálně šetrných materiálů. Vývoj matematického CFD modelu slaměné stěny. Validace a verifikace modelu pomocí velkorozměrové požární zkoušky. Příprava a realizace velkorozměrové požární zkoušky, sběr a vyhodnocení dat.

Seznam doporučené literatury:

- 1) G. Minke a F. Mahlke, Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům. Ostrava: HEL, 2009.
- 2) „Protokol o zkoušce požární odolnosti pro výrobek: Nosná obvodová stěna, Nosná stěna z balíků slámy Pr-11-2.097". Veselý nad Lužnicí: PAVUS, a.s., 19/09/2011.
- 3) Fire Tests of Building Construction - 1-HR FIRE RESISTANCE TEST OF A NONLOADBEARING STRAW BALE WALL,. San Rafael: Ecological Building Network, 2006.
- 4) manuály pro FDS

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. arch. Bc. Petr Hejtmánek

Datum zadání diplomové práce: 2.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

# SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Miroslav Douša

Název diplomové práce: Validace modelu konstrukce slaměného objektu při požáru

Základní část: KPS - požární bezpečnost staveb podíl: 100 %

Formulace úkolů:

Rešerše slaměné výstavby a požárnětechnických charakteristik environmentálně šetrných materiálů.

Vývoj matematického CFD modelu slaměné stěny.

Validace a verifikace modelu pomocí velkorozměrové požární zkoušky.

Příprava a realizace velkorozměrové požární zkoušky, sběr a vyhodnocení dat.

Podpis vedoucího DP: ..... Datum: .....

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: ..... podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů: .....

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

3. Část: ..... podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů: .....

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

4. Část: ..... podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů: .....

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

---

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci „Validace modelu konstrukce slaměného objektu při požáru“ zpracoval samostatně pod odborným vedením Ing. arch. Bc. Petra Hejtmánka a veškeré informace jsem čerpal z uvedené literatury a zdrojů.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb. o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 7. ledna 2018

Miroslav Douša

---

## Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval celé své rodině za neustálou podporu během celého studia. Velký dík patří zejména mým rodičům, kteří mě podporovali a poskytli mi neskutečně výborné podmínky pro studium. Další poděkování patří mé přítelkyni i všem, kteří mě taktéž po celou dobu studia podporovali jak ve studijním, tak v osobním životě.

Velké poděkování patří vedoucímu mé diplomové práce, panu Petru Hejtmánkovi za vynikající vedení mé diplomové práce, za morální a motivační podporu, za odborné rady při vypracování této práce, za časovou flexibilitu a čas strávený přípravou a realizací malorozměrových, ale i velkorozměrové požární zkoušky.

Tato diplomová práce vznikla za podpory grantu č. SGS 17/009/OHK/1T/11, který nám byl přidělen v rámci studentské grantové soutěže. Z tohoto důvodu bych rád poděkoval za jeho udělení, sponzorům a samozřejmě i všem, kteří se jakkoliv zúčastnili a podíleli na přípravě a realizaci experimentálního objektu, požární zkoušky a finálního úklidu stavby.

---

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá výstavbou objektů ze samonosné slámy z hlediska požární bezpečnosti. Úvod práce je věnován použití slámy ve stavebních konstrukcích a popisu již provedených požárních zkoušek takovýchto konstrukcí ve světě. Hlavní část práce je pak věnována výstavbě a požární zkoušce experimentálního objektu ze samonosné slámy a následnému porovnání naměřených výsledků s již provedeným výzkumem v České republice pod vedením pana Ing. Jana Růžičky, Ph.D. Dále jsou v této diplomové práci řešeny podpůrné modely slaměné stěny v programu FDS a validace prostupu tepla těmito modely, na jejichž základě byl vytvořen komplexní model experimentálního objektu. Výsledky tohoto modelu v porovnání s provedeným experimentem jsou interpretovány v závěru této práce.

### **Klíčová slova**

požární odolnost; slaměný dům; požárně technické charakteristiky; hliněné omítky; Fire Dynamic Simulator; CFD; validace

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the construction of self-supporting straw-bale buildings from the point of view of fire safety. The introduction of the thesis is devoted to the use of straw in building structures and to the description of fire tests already carried out on such structures in the world. The main part of the thesis is devoted to the construction and fire testing of the experimental object from self-supporting straw and the comparison of measured results with research already carried out in the Czech Republic under the leadership of Ing. Jana Růžička, Ph.D. In addition, this thesis deals with support models of straw wall in the FDS program and validation of heat transmission by these models, on the basis of which a complex model of experimental object was created. The results of this model compared to the performed experiment are interpreted at the end of this thesis.

### **Keywords**

fire resistance; straw bale construction; fire technical characteristic; clay plaster; Fire Dynamic Simulator; CFD; validation



---

## Seznam použitých symbolů a zkratek

### Latinské symboly

$c$	Měrná tepelná kapacita	$J/(kg \cdot K)$
$\Delta H_c^0$	Výhřevnost	$kJ/kg$

### Řecké symboly

$\lambda$	Součinitel tepelné vodivosti	$W/(m \cdot K)$
$\rho$	Objemová hmotnost	$kg/m^3$

### Zkratky

CFD	Computational Fluid Dynamics
FDS	Fire Dynamics Simulator (software)
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT v Praze
SDK	Sádrokarton
PP	Polypropylen

# 1 Úvod

## 1.1 Úvod

Sláma se ve stavebních konstrukcích používala již od nepaměti. Díky její nenasákavosti se začaly používat slaměné došky jako střešní krytina, ale s vynálezem lisu (lisu slaměných balíků) se její použití ve stavebnictví rozšířilo, a dokonce se slaměné balíky začaly používat jako nosný stavební prvek. Dnes je sláma v popředí především díky snaze o vytvoření ekologicky nenáročných staveb. A její vlastnosti jsou k tomuto účelu více než dobré, ať již jako slámy samonosné nebo například výplňové.

Použití slámy ve stavebních konstrukcích je ale limitováno mnoha omezujícími faktory. Jedním z těchto faktorů je náhled požární bezpečnosti staveb na použití slámy, slaměných balíků a celkové použití hořlavých materiálů.

## 1.2 Motivace

Jedním z aktuálních trendů dnešní doby je důraz na ekologickou šetrnost k životnímu prostředí, lze se také setkat s čím dál tím používanějším pojmem trvale udržitelný rozvoj. Tento trend se nevyznačuje pouze snahou občanů spotřebovávat co nejméně plastů, recyklování materiálů a využívání druhotných surovin v běžném životě, ale i čím dál tím větší snahou využívat přírodní zdroje. Tento trend se již rozšířil do všech odvětví tržního hospodářství, včetně stavebního průmyslu.

Trvale udržitelný rozvoj představuje způsob rozvoje lidské společnosti, který udává rovnováhu mezi hospodářským a společenským pokrokem s nulovým zásahem do životního prostředí. Ve stavebnictví se mluví především o udržitelné výstavbě a s ní spojené ekologické zátěži, která je spojena se stavebními materiály (jejich výroba, doprava atd.). Udržitelná výstavba nesouvisí pouze s využíváním surovin, které jsou šetrné k životnímu prostředí, využití tzv. alternativních surovin, ale také s minimální spotřebou energií při provozu budovy.

Již dříve byly dobře známy izolační vlastnosti slámy, a tak se v každém stavení přes zimu skladovala sláma, popřípadě seno, v půdních prostorech objektu. Z historie je patrné, že mnoho stavení, ve kterých byla sláma skladovaná, vyhořela, ať už kvůli nedbalosti jejich majitelů, skladování špatně proschlé slámy a jejímu samovznícení nebo úderu blesku do stavení.

Mnoho lidí nahlíží na použití slaměných balíků ve stavbě, z hlediska požární odolnosti konstrukce, negativně. Je pravda, že se konstrukční systém takovéto stavby zařídí mezi hořlavé, ale i přes to jsem přesvědčen o dobrých vlastnostech slaměných balíků za požáru a vysoké požární odolnosti konstrukce slaměné stěny. Rád bych v této diplomové práci své tvrzení prokázal při požární zkoušce experimentálního objektu a také vytvořením modelu slaměné stěny a ověřením prostupu tepla touto konstrukcí.

### **1.3 Cíle výzkumu**

Cílem této diplomové práce je prokázat dobré chování omítnuté samonosné slaměné konstrukce při požáru, proto se tato diplomová práce bude opírat o výsledky již k provedené velkorozměrové požární zkoušky, která byla provedena v rámci Projektu 1221420507: „Vybrané vlastnosti přírodních a dalších stavebních materiálů, stavebních prvků a budov“ pod vedením Ing. Jana Růžičky, Ph.D.

K tomuto ověření bude sloužit experimentální objekt. V objektu budou navrženy dvě místnosti se dvěma různými skladbami slaměné konstrukce. První skladba odpovídá výše popsanému experimentu, druhá skladba bude s použitím výztužného ocelového pletiva. Po provedení požární zkoušky experimentálního objektu budou naměřené výsledky porovnány s již dříve naměřenými hodnotami v akreditované požární laboratoři. Porovnáním naměřených výsledků lze konstatovat, zda prostup tepla konstrukcí alespoň přibližně odpovídá experimentu a zda lze v běžných podmínkách za pomoci nezaškolených pracovníků provést takovouto konstrukci ve stejné kvalitě, jako se to podařilo odborníkům v laboratorních podmínkách.

Pro ověření prostupu tepla konstrukcí slaměné stěny bude také v programu FDS vytvořen zjednodušený model slaměné stěny. Tento model bude následně validován tak, aby prostup tepla slaměnou konstrukcí odpovídal dříve naměřeným hodnotám a následně bude implementován do komplexního modelu experimentálního objektu.

## 2 Konstrukce ze slaměných balíků

Tato kapitola se bude zabývat použitím slaměných balíků ve stavebních konstrukcích z různých hledisek. Rozebráno zde bude použití slaměných balíků v historii, ale také v současnosti. Dále bude zmínka o požární bezpečnosti právě těchto staveb.

### 2.1 Použití slámy v konstrukcích v historii

První zmínka o stavbě ze slaměných balíků pochází z USA, kde se výstavba začala rozvíjet. Výstavba vznikla spolu s objevem lisů na balíky slámy v 19. století. První balíkovací lis byl podle dostupných zdrojů zkonstruován v roce 1872 a byl poháněn koňskou silou. Modernější lisy potom vznikaly již od roku 1884 a byly poháněny parou.

První zdokumentované domy pocházejí z Nebrasky. Přibližně v roce 1886 vznikla školní budova o jedné místnosti nedaleko sídla Bayard. Rané slaměné objekty byly stavěny bez dřevěných výztuh, střecha byla položena přímo na stěně z balíků slámy. Tomuto nosnému způsobu konstrukce se v literatuře později říkalo „technika z Nebrasky“. [1] Důvodem, proč se začala technologie stavění ze slámy v Nebrasce používat, byl lokální nedostatek dřeva a jiných stavebních materiálů, neboť stavění z drnů, do té doby zde běžné, představovalo devastaci lučních prostorů. Rozšíření parního stroje s sebou přineslo možnost stlačit seno nebo slámu do kubického tvaru svázaného provázkem nebo drátem. Od této technologie byl jen krok k použití balíků slámy jako stavebního materiálu. [1]

Nejstarší známé a ještě obývané slaměné domy s nosnými stěnami vznikaly v období 1900 až 1914, kolem roku 1940 byly doplněny nástavbami. Dodnes stojí ve městě Alliance (Nebraska) Burke House postavený již v roce 1903. který ale od roku 1956 není obydlen. K údivu je, že tento dům stojí i přes půl století chátrání. Největší rozkvět slaměná výstavba zažila v období 1915–1930. Z tohoto období pochází asi 70 staveb, z nichž se 11 staveb dochovalo dodnes. Stavby tohoto typu nebyly vhodné pouze pro stavby malých rozměrů, ale v roce 1928 byl postaven ze slámy dokonce kostel, tzv. Pilgrim Holiness Church, opět v Nebrasce. [1]

## 2.2 Použití slámy v konstrukcích v současnosti

V současné době je stále ve větší míře řešen environmentální pohled na život a stavitelství s ním úzce spojené. Důležitými hledisky jsou snižování spotřeby energie a důraz na ekologii celé stavby. K tomuto trendu se váže čím dál tím větší poptávka po ekologicky šetrných materiálech a sláma je právě jedním z těchto materiálů. Sláma jakožto stavební materiál má velmi dobré fyzikální vlastnosti – především tepelně-izolační, popsané v Tab. 1.

Tab. 1 - Fyzikální vlastnosti slaměných balíků vhodných pro výstavbu

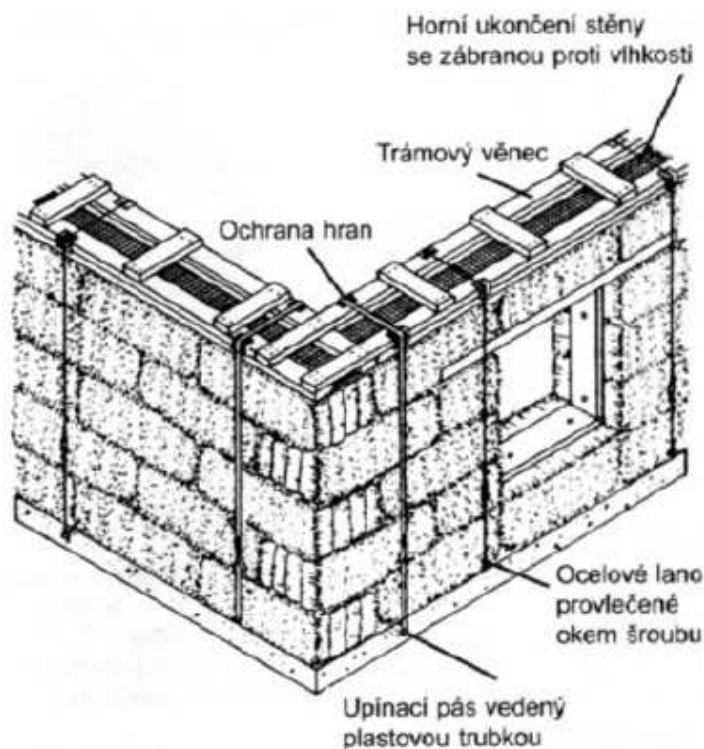
Fyzikální vlastnost		Označení	Hodnota
Objemová hmotnost		$\rho$	90–130 kg/m <sup>3</sup>
Součinitel tepelné vodivosti	Balík na výšku	$\lambda$	0,048 W/mK
	Balík na šířku	$\lambda$	0,060 W/mK
Měrná tepelná kapacita		$c$	2000 J/kgK

Technologie výstavby ze slaměných balíků se dělí na tři základní skupiny. Slaměné domy se slámou samonosnou, slaměné domy se slámou výplňovou a domy se slámou jako tepelným izolantem.

### 2.2.1 Slaměné domy se slámou samonosnou

Slaměné domy se slámou samonosnou spočívají v tom, že vertikální nosné konstrukce jsou ze samotné slámy bez použití jiných materiálů ve svislém směru.

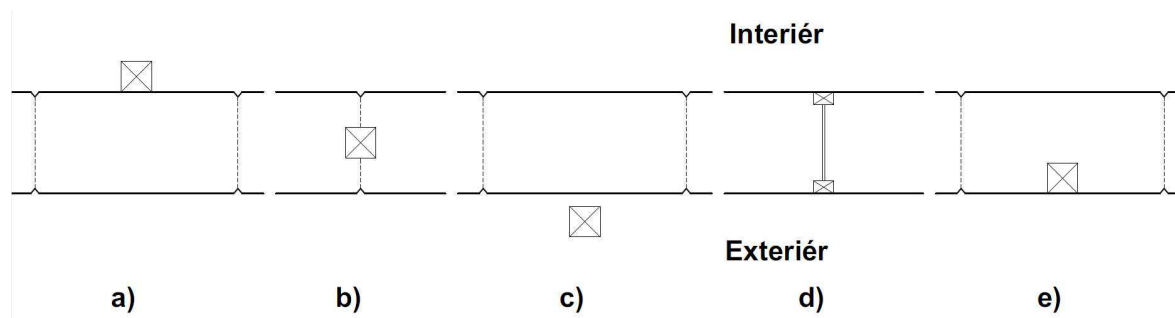
*„Nejpoužívanějším systémem výstavby stěn ze samonosné slámy spočívá ve vytvoření dvou stejných nosných trámových věnců, z nichž jeden je přikotven k základu celé stavby a druhý je položen na navrstvené slaměné balíky. Celá tato konstrukce je stažena ocelovými, nejčastěji nerezovými, páskami, viz Obr. 1. Stěny z navrstvených slámových balíků, přenášející tíhu střechy do základů bez přídatných podpěr, nás fascinují jednoduchostí konstrukce a s ní spojenou krátkou dobou stavění, ale také nízkými stavebními náklady. Proto se stavění nosných stěn spolu s vývojem lisů na slámové balíky v USA na konci 19. století začalo rychle šířit.“ [1]* U tohoto typu technologie výstavby je důležité, aby balíky slámy byly relativně silně slisovány (přibližně na objemovou hmotnost 90–130 kg/m<sup>3</sup>) a aby stěna byla dostatečně předepnuta, což se neobejde bez statického posouzení.



Obr. 1 - Nosná stěna z balíků slámy s vnějším ukotvením pomocí pásů [1]

### 2.2.2 Slaměné domy se slámou výplňovou

Technologie výstavby slamených domů se slámou výplňovou je založena na použití skeletu z dřevěných (nejčastěji ale také z ocelových nebo betonových) trámů, mezi které se kladou slamené balíky. Slaměné balíky zde neplní žádnou nosnou funkci a přebírají funkci výplňového zdiva a zároveň funkci tepelné izolace. Existuje více variant, kam umístit slamený balík v závislosti na skeletu. Balíky mohou být umístěny buď v rovině skeletu (Obr. 2 b), d), e)), případně před (Obr. 2 a)) nebo za ním (Obr. 2 c)). V každém ze zmiňovaných příkladů je nutné slamené balíky propojit se skeletovou konstrukcí, aby se docílilo dostatečné nepoddajnosti slamených balíků, které mají čelit horizontálnímu zatížení – například zatížení větrem. [1]



Obr. 2 - Různé polohy slámových balíků a skeletových struktur

### 2.2.3 Slaměné domy se slámou jako tepelným izolantem

U starých staveb se špatnou tepelnou izolací může dodatečná instalace vnější uzavřené tepelněizolační vrstvy ze slaměných balíků představovat levné a energeticky úsporné řešení. Přitom musejí být balíky slámy pevně spojeny se stávající stěnou, nebo je musí přidržovat vysunutá dřevěná sloupková konstrukce. Druhá varianta má tu výhodu, že může zároveň posloužit jako přichycení pro zezadu provětrávané vnější opláštění. V tomto případě však může hrozit nebezpečí šíření požáru přes fasádu. Z tohoto důvodu je dobré na vnější stranu slámového pláště nanést první vrstvu omítky, kterou je nutno dobře vyhladit a vyčnívající koncečky slámových stébel zatlačit do omítky, aby již nepředstavovaly takové nebezpečí pro šíření požáru. Nevýhodou tohoto řešení je také skutečnost, že vlivem takto vzniklé zvětšení tloušťky stěn narůstají konstrukční náklady. Musí se rozšířit základy, nebo si toto řešení vyžaduje u základů odpovídající konzolové nosníky, které by přebíraly zátěž vrstvy z balíků slámy. Krom tohoto opatření vzniká také fakt, že tímto způsobem vznikají hluboká okenní ostění a zpravidla je třeba zvětšit i přesah střechy. [1]

## 2.3 Použití slámy z hlediska požární bezpečnosti

Slaměně (hořlavé) konstrukce nejsou z hlediska požární bezpečnosti tak špatné, jak se na první pohled může zdát. V České republice, ale i jinde ve světě, proběhly požární zkoušky, například v Rakousku či v Kalifornii, které potvrdily velmi dobré vlastnosti slámy. V rámci rakouského experimentu byla také testována hořlavost balíků slámy. Výsledky tohoto experimentu ukazují, že chování balíků slámy při požáru je srovnatelné s rostlým dřevem. Neomítnuté balíky slámy s objemovou hmotností  $90 \text{ kg/m}^3$ , dle rakouské legislativy, dosahují požární odolnosti F30 [2]. Toto značení je český ekvivalent REI 30. Pokud se balíky slámy zakryjí hliněnou omítkou, lze dosáhnout i vyšších požárních odolností. Především zkouška z České republiky ukazuje, že hliněné omítky mají velký význam ke zvýšení požární odolnosti slaměné stěny. Při experimentu byla použita hliněná omítky, přibližně tl. 50 mm, na stěnu vystavenou požáru a omítky vápenná tl. 30 mm na stranu odvrácenou. Zkouška byla ukončena ve 145. minutě kvůli nadměrné deformaci konstrukce, a byla tak prokázána požární odolnost slaměné stěny REI 120 DP3 [3].

Při použití slámy v konstrukcích (nejběžněji používané nosné, ale i výplňové slámy v dřevěných skeletech) se z hlediska české legislativy zatřídí konstrukční systém objektu jako hořlavý konstrukční systém. Na tento konstrukční systém ale současná legislativa v České republice uvádí velké množství omezujících požadavků.

Jedním z těchto požadavků je omezení maximální výškové polohy podlahy posledního užitného nadzemního podlaží (požární výška). Při použití výplňové slámy v dřevěném skeletu je maximální povolená výška podlahy posledního užitného nadzemního podlaží 9 metrů. V případě požadavku na větší výšku stavby ji lze navýšit, avšak maximálně na 12 metrů pro hořlavý konstrukční systém za podmínky vytvoření chráněné únikové cesty s konstrukcí DP1. Při použití slaměných balíků jako nosné konstrukce není rozhodující omezení výšky posledního užitného nadzemního podlaží, spíše se klade důraz na statické působení celého objektu.

Druhým limitujícím faktorem pro hořlavé konstrukční systémy z hlediska české legislativy je použití hořlavého konstrukčního systému maximálně pro V. stupeň požární bezpečnosti a také výrazné zvýšení stupně požární bezpečnosti při stejném výpočtovém požárním zatížení v posuzovaném požárním úseku oproti konstrukčním systémům smíšeným či nehořlavým. V praxi toto znamená téměř dvakrát vyšší požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí požárních úseků se stejným provozem a stejnou požární výškou objektu v hořlavém konstrukčním systému oproti konstrukčnímu systému nehořlavému.

Použití slaměných balíků je nejčastější pro stavbu rodinných domů. Z hlediska požární bezpečnosti a požadované požární odolnosti na obvodové, popřípadě vnitřní nosné stěny, je v tomto případě bezproblémové. Na základě zkoušky z Rakouska konstrukce z neomítnutých slaměných balíků bez použití jiných nosných prvků bez problému splní požadavky na požární odolnost pro jednopodlažní či dvoupodlažní rodinné domy, viz Tab. 2. ČSN 73 0833 [4], zařídí je jednopodlažní slaměný rodinný dům do I. SPB, dvoupodlažní do II. SPB. Třípodlažní rodinný dům s hořlavým konstrukčním systémem se na základě této normy řadí do III. SPB. Pro použití slaměných balíků do nosných konstrukcí takového objektu je již nutné provést opatření pro zvýšení jejich požární odolnosti. Jednou z nejčastějších možností je použití hliněných omítek, kdy při určité skladbě omítek lze dosáhnout požární odolnosti až 120 minut.



Tab. 2 - Požadovaná požární odolnost RD

Objekt RD	SPB	Požadovaná požární odolnost stěn	
Jednopodlažní	I.	1. NP	15 minut
Dvoupodlažní	II.	1. NP	30 minut
		2. NP	15 minut
Třípodlažní	III.	1. NP a 2. NP	45 minut
		3. NP	30 minut

Z hlediska požární bezpečnosti není ale nutné držet se pouze v rovině rodinných domů, ale je možná výstavba objektů, které se řadí až do V. SPB. Na stavby tohoto typu je kladen požadavek na PO nadzemních konstrukcí maximálně 90 minut. Jak prokázala požární zkouška slaměné stěny v České republice, slaměná stěna omítnutá specifickou tloušťkou hliněné omítky tento požadavek splňuje. Nesmíme ovšem zapomínat na to, že pro získání této požární odolnosti musíme dodržet již vyzkoušenou přesně definovanou skladbu konstrukce.

### 2.3.1 Použití slaměných balíků jako izolačního materiálu

Použití tzv. volné slámy<sup>1</sup> jako izolačního materiálu je z hlediska požární bezpečnosti a z hlediska současné legislativy absolutně nevyhovující. Nejen „volná sláma“ ale také balíky s nízkou objemovou hmotností bychom při užití ve stavebních konstrukcích museli zařadit jako třídu reakce na oheň F (výrobek, který se výrazně podílí na rozvoji a intenzitě požáru), dokud se neprokáže malorozměrovou zkouškou jinak. Takovéto stavební výrobky nelze v zateplovacích systémech, dle ČSN 73 0810:2016 [5], použít.

Lepší vlastnosti slámy při požáru přicházejí až s vyšší objemovou hmotností balíků. Výsledky rakouského experimentu, provedeného dle ÖNORM B3800, prokázaly třídu hořlavosti neomítnutých slaměných balíků B2 – normální hořlavost [2]. Tato klasifikace dokazuje, že chování balíků slámy s objemovou hmotností přibližně 90 kg/m<sup>3</sup> při požáru je srovnatelné s chováním rostlého dřeva. V tomto případě lze tyto stavební výrobky považovat za třídu reakce na oheň D a lze je bez rozporu s českou technickou normou ČSN 73 0810 [5] v zateplovacích systémech použít.

<sup>1</sup> Volnou slámou se rozumí sláma neslisovaná, popřípadě jinak nezhutněná.

Použití slámy při kontaktním spojení slaměného balíku s povrchem konstrukce (něco jako ETICS) je možné teoreticky pro zateplení budov s požární výškou až 22,5 m, za předpokladu splnění požadavků příslušných právních předpisů a správného provedení konstrukčních detailů v problémových oblastech. Provést takovéto vnější zateplení (v souladu s čl. 3.3 [5]) je sice teoreticky možné, ale má také svá úskalí, která převyšují jeho výhody. Slaměné balíky mají mnohem horší součinitel prostupu tepla oproti jiným izolantům. Pro splnění doporučených normových požadavků na prostup tepla konstrukcí musíme použít větší tloušťku izolantu. Větší tloušťka hořlavého izolantu pak nadále ovlivňuje použití z hlediska požární bezpečnosti. V požárně bezpečnostním řešení stavby bychom tak museli řešit uvolněné teplo z obvodového pláště, požární uzavřenost obvodové stěny, popřípadě i torzní stín předsazené izolační slaměné stěny, což může vést k dalším problémům, jako jsou odstupové vzdálenosti. A nejen kvůli těmto důvodům pravděpodobně nikdy nedojde k zateplení, pomocí izolace ze slaměných balíků, objektu s tak vysokou výškou.

Použití slámy při nekontaktním spojení slaměného balíku s povrchem konstrukce (provětrávané fasády) lze jen u jednopodlažních objektů a u objektů, které dle ČSN 73 0802 či ČSN 73 0804 mohou tvořit jeden požární úsek. V tomto případě je nutné posoudit požární otevřenost obvodových stěn dle příslušných předpisů [5].

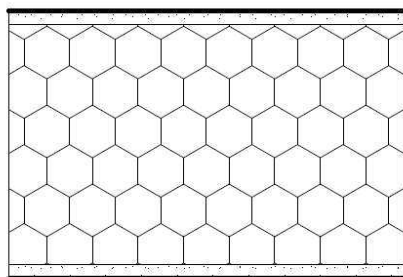
## 3 Vlastnosti slaměné konstrukce za požáru

### 3.1 Požární zkoušky slaměných stěn

V České republice i v zahraničí již proběhla řada zkoušek slaměných balíků, při kterých byly využity ke zvýšení požární odolnosti hliněné omítky. Dobré požární odolnosti dosahují i samotné lisované balíky slámy, jejichž objemová hmotnost se pohybuje v rozmezí 90 kg/m<sup>3</sup>. Na základě výsledků zkoušek z Rakouska je možné říci, že chování slaměného balíku při požáru je srovnatelné s vlastnostmi rostlého dřeva. Slaměné balíky, které nejsou omítnuty, dosahují požární odolnosti F30. Toto značení požární odolnosti je dle německých předpisů, v České republice je tomu ekvivalentní označení REI 30. [2]

#### 3.1.1 Požární zkouška v Kalifornii

V USA, přesněji v Kalifornii ve městě San Rafael, proběhla v červenci roku 2006 zkouška stěny z nenosných slaměných balíků. Teplota v peci byla řízena pomocí teplotních čidel, která zkoumala teplotu každých 15 sekund a upravovala její hodnotu tak, aby odpovídala normové teplotní křivce. Po uplynutí šedesáti minut byl test požární odolnosti ukončen a zkušební stěna byla vystavena testu proudem vody. Zkoumaná stěna (viz Obr. 3) měla rozměry 4 280 x 3 660 mm. Balíky ve stěně byly umístěny horizontálně se šířkou 457 mm v deseti vrstvách. Každý balík byl svázan dvěma propylenovými svazky tak, aby byly uvnitř stěny, a ne přímo vystavené ohni. Spáry na styku balíků byly vyplněny směsí jílu, slámy a vody, tedy hliněnou maltou.



<b>Hrubá a jemná hliněná omítka</b>	<b>26 mm</b>
<b>Balíky slámy</b>	<b>457 mm</b>
<b>Hrubá a jemná hliněná omítka</b>	<b>26 mm</b>

Obr. 3 - Skladba nenosné stěny z balíků slámy

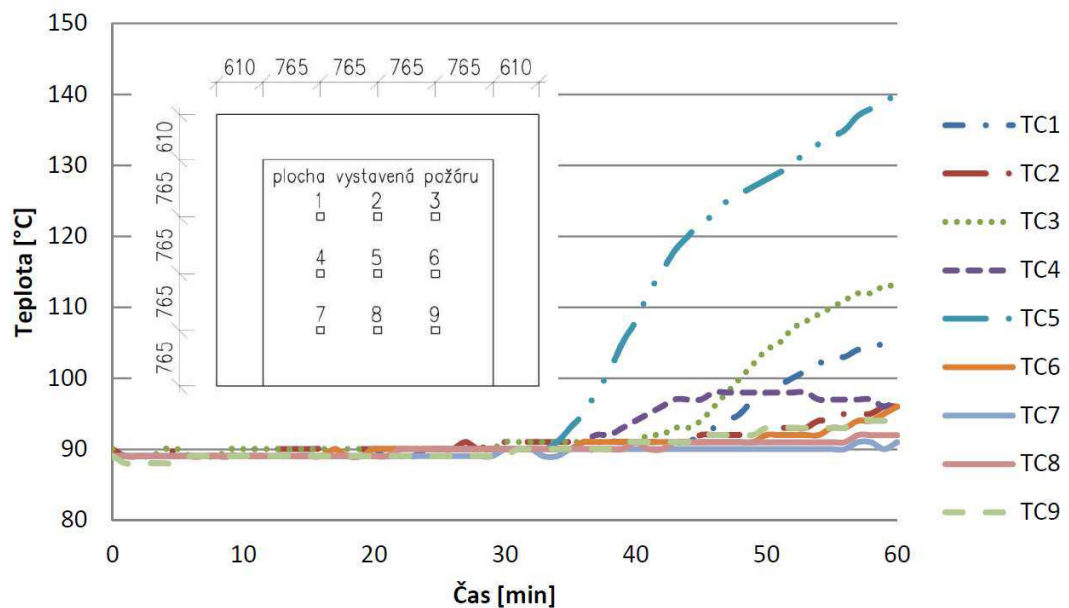
Stěna byla umístěna do zkušebního rámu s pohyblivým spodním nosníkem pro vnesení zatížení. Původním záměrem bylo zatížení stěny během zkoušky, ale jelikož se stěna po přitížení začala boulet, zkouška proběhla bez přidaného zatížení. Hliněná omítka byla nanášena ve dvou vrstvách, z nichž každá měla tloušťku 13 mm. Směs hliněné omítky se skládala ze tří dílů jílu, dvou dílů

slaměné řezanky, šesti dílů písku a z dostatečného množství vody, aby bylo dosaženo potřebné konzistence k aplikaci stříkáním. První vrstva omítky byla nanášena rozprašováním, druhá již ručně.



Obr. 4 - Průběh zkoušky v Kalifornii [6]

Při zkoušce byla zkoumána teplota na neohřívané straně zkoumané slaměné stěny. Bylo nainstalováno 9 termočlánků (viz Obr. 5). Teplotní čidla byla chráněna podložkami z minerálních vláken, které byly v rozích ke stěně přilepeny silikonovým lepidlem.



Obr. 5 - Teploty na neohřívaném povrchu vzorku a rozložení termo-elektrických článků [6]

**Průběh zkoušky:**

Ve třinácté minutě začaly odpadávat malé kousky svrchní hliněné omítky z povrchu vystaveného požáru. Po 28 minutách začalo hořet v trhlinách na straně vystavené požáru. Ve 42. minutě odpadly části hlíny se slámou na straně vystavené požáru. Test byl po 60 minutách ukončen a poté byla stěna vystavena proudu vody z hadice. Vzorek testu obstál. Důležitým faktem bylo to, že ve se plameny ve vymezené době nedostaly na druhou stranu stěny a ani samotná teplota na odvrácené straně stěny nestoupla o tolik, aby se zapálil přiložený bavlněný polštářek. Proud vody při zkoušce nezpůsobil ve stěně žádné otvory [6].

**3.1.2 Požární zkouška v Rakousku**

V Rakousku byla provedena zkouška ve Vídni v lednu roku 2001 v rámci studie „Haus der Zukunft“. [2] Zkouška byla provedena na základě rakouské normy ÖNORM B3800 [7] a byly při ní testovány dva vzorky. Cílem zkoušky bylo testování hořlavosti slaměných balíků. Výsledkem zkoušky byla třída B2 – normálně hořlavé. Dle již zmiňované rakouské normy [7] musí materiál splňovat předepsané parametry pro to, aby splnil požadavky na třídu B2 – normálně hořlavé. Zkouška je splněna, pokud špička zkušebního plamene nedosáhne měřicí značky, a to v čase dvaceti sekund po aplikaci plamene. Této podmínce slaměné balíky s objemovou hmotností 90 kg/m<sup>3</sup> vyhověly.

**Malorozměrový test**

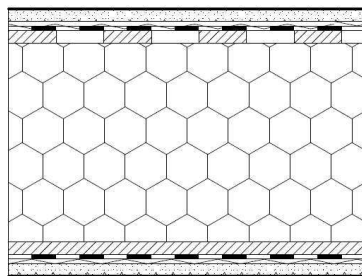
První ze dvou testů byl proveden na malém vzorku. Malý vzorek (viz Obr. 6) se skládá ze slaměných balíků v dřevěné konstrukci, která byla opatřena omítkou. Rozměr vzorku je 495 x 495 x 390 mm. Pro tento vzorek bylo použito slaměného balíku z pšeničné slámy o hustotě 90 kg/m<sup>3</sup>. Zkoumaný vzorek byl zahříván ze strany interiéru, kde byla nanesena hliněná omítky. Výsledkem testu bylo ověření požární odolnosti 60 minut.



Obr. 6 - Skladba vzorku pro malo-rozměrový test

### Velkorozměrový test

Ve druhé zkoušce byl testován výsek stěny (viz Obr. 7) o rozměrech 2 500 x 2 280 mm s tloušťkou stěny 430 mm. Testována byla dřevěná konstrukce s izolací z lisovaných balíků slámy o objemové hmotnosti 90 kg/m<sup>3</sup>. Po obou stranách byla stěna opatřena dřevěným záklopem ze smrkových prken. V exteriéru byla prkna opatřena vápennou omítkou a v interiéru byla prkna opatřena omítkou hliněnou s tím, že obě omítky měly srovnatelnou tloušťku a to 20 mm. Výsledek zkoušky prokázal odolnost konstrukce F90, což je srovnatelné s požární odolností dle českého značení REI 90. Dle rakouské normy [7] nesmí na straně exteriéru stoupnout teplota o více než 140°C. Při zkoušce musí zůstat zachována alespoň minimální tloušťka prvků. Vzorek také musí ke konci zkoušky obstát zkoušce rázem.

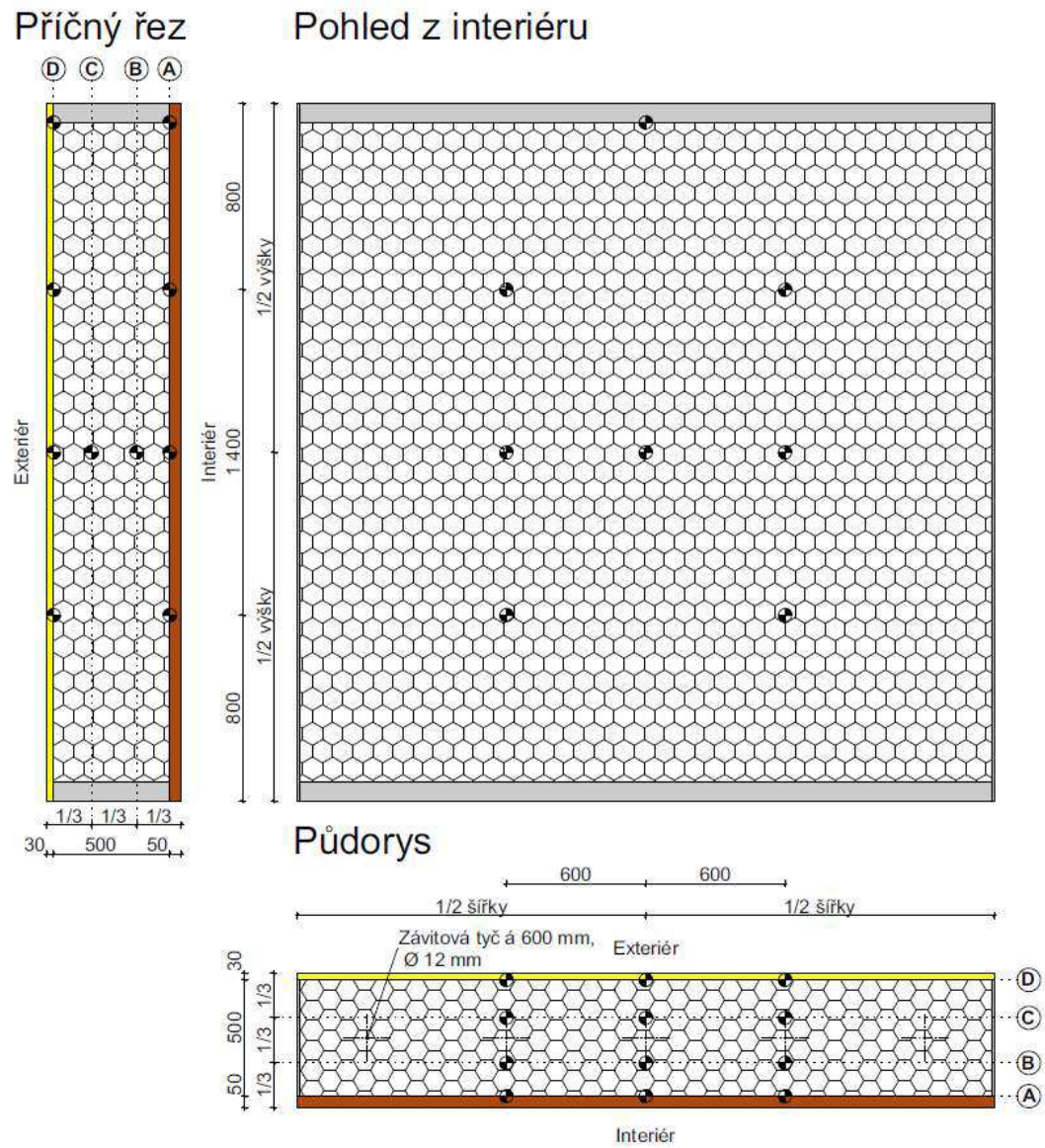


Exteriér	
<b>Vápená omítka</b>	<b>20 mm</b>
<b>Rákosová rohož</b>	
<b>Vzduchotěsná izolace</b>	
<b>Smrková prkna (diagonálně s mezerami)</b>	<b>20mm</b>
<b>Balíky slámy, neošetřené</b>	<b>350 mm</b>
<b>Smrková prkna (horizontálně bez mezer)</b>	<b>20 mm</b>
<b>Parotěsná izolace</b>	
<b>Rákosová rohož</b>	
<b>Hrubá omítka</b>	<b>20 mm</b>
Interiér	

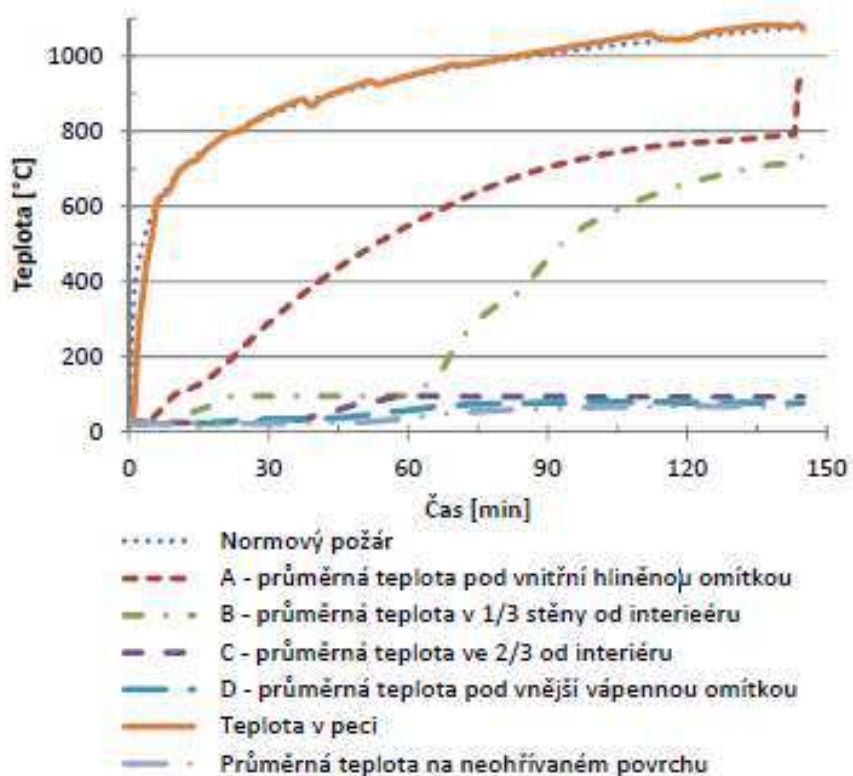
Obr. 7 - Skladba zkušebního vzorku pro velkorozměrový test

### 3.1.3 Požární zkouška v České republice

Zkouška v České republice proběhla v červnu roku 2011 ve zkušební laboratoři PAVUS, a.s., ve Veselí nad Lužnicí. Zkouška proběhla ve spolupráci s Katedrou konstrukcí pozemních staveb Fakulty stavební ČVUT v Praze. Zkouška byla provedena na třech vzorcích s hliněnými omítkami a jinými přírodními materiály. Každý ze vzorků měl rozměry 3 000 x 2 918 x 580 mm. Teplotní zatížení bylo po celou dobu zkoušky simulováno dle teplotní křivky viz Obr. 9. Každý ze zkoušených vzorků byl tepelně namáhán ze strany interiéru, kde byla také vždy nanесena hliněná omítka. Teplota během zkoušky byla měřena jak na venkovním povrchu, tak mezi jednotlivými vrstvami uvnitř konstrukce.



Obr. 8 - Vzorek 1: Rozložení teplotních čidel v konstrukci



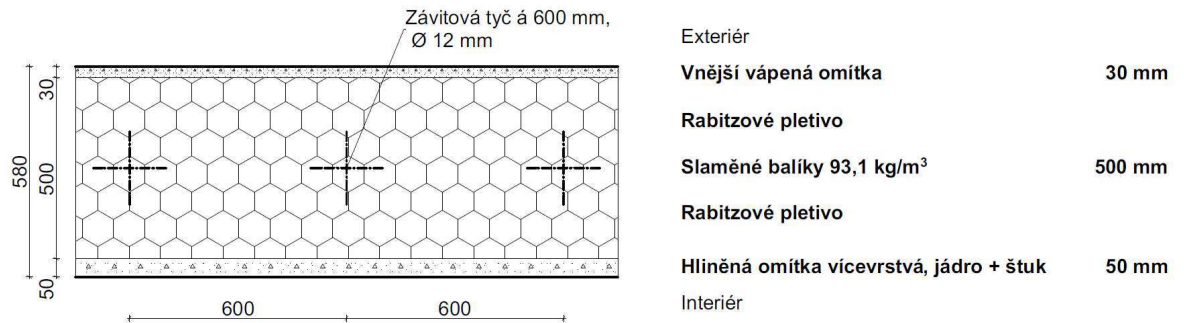
Obr. 9 – Vzorek 1: Teplotní profil stěny ze samonosných balíků slámy [8]

### **Vzorek č. 1: Nosná stěna ze slaměných balíků**

Vzorek č. 1 byl podroben tzv. zkoušce deklarační, která byla prováděna na vzorku normovém a slouží jako deklarační požární odolnosti zkoušené konstrukce. Normová stěna byla postavena ze slaměných balíků o tloušťce 500 mm, přičemž objemová hmotnost při stlačení dosáhla  $93,1 \text{ kg/m}^3$ . Stěna byla stažena vždy po dvou řadách balíků pomocí závitových tyčí. Z interiérové strany byl vzorek stěny opatřen hliněnou omítkou – vše viz Obr. 10. Stěna byla omítnuta více vrstvami hliněné omítky, která byla nanášena na rabicové pletivo. Celková tloušťka omítky dosáhla 50 mm. Byla použita míchaná směs omítky od společnosti PICAS. Na vnější straně zkoušené slaměné stěny byla nanášena vápenná omítka tl. 30 mm.

Během zkoušky byla stěna namáhána rovnoměrným svislým zatížením o velikosti  $12 \text{ kN/m}$ , které působilo přes ocelový zatěžovací rám.





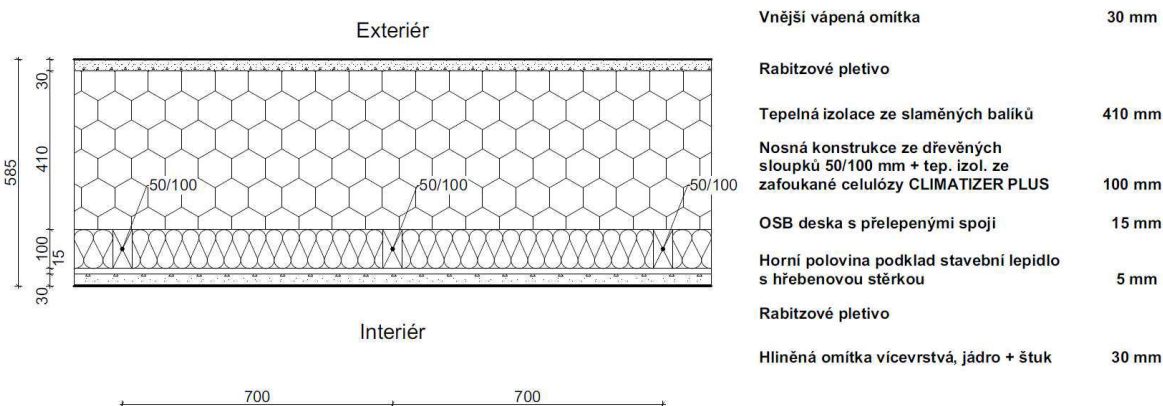
Obr. 10 - Skladba nosné stěny ze slaměných balíků

Zkouška byla ukončena po 145 minutách, jelikož se slaměná stěna začala nadměrně deformovat a přestala splňovat mezní stav požární odolnosti R – únosnost a stabilitu. Již od patnácté minuty se na stěně začaly objevovat první trhliny, nicméně mezní stavy celistvosti a izolace po dobu testu nebyly porušeny. Na základě hodnot zjištěných během zkoušky (viz Obr. 9) je patrné, že hliněné omítky mají velký význam v požární ochraně slaměných konstrukcí. Teplota pod hliněnou omítkou byla řádově o 200 °C nižší oproti teplotě, která v peci vznikala. Problém nastal ve 144. minutě, kdy hliněná omítka odpadla ze slaměné stěny úplně. V danou chvíli je znatelný prudký nárůst teploty a stěna se začala prudce deformovat průhybem vzorku, což vedlo k ukončení zkoušky. Výsledkem celého testu bylo dosažení požární odolnosti REI 120 DP3.

### **Vzorek č. 2: Nosné stěny s tepelnou izolací ze slámy**

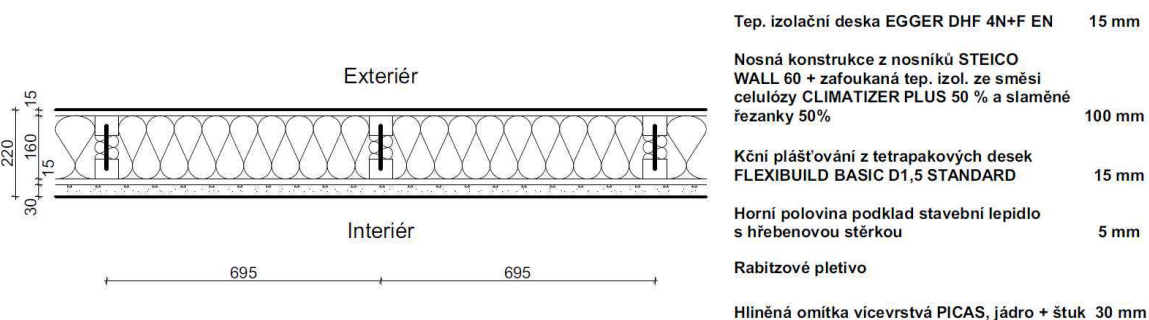
Vzorek č. 2 byl vystaven zkoušce nenormové, tudíž experimentální. Zkoušená stěna se skládala ze dvou vzorků, které se odlišovaly v různých částech skladby [9].

První část vzorku byl tvořen nosnými sloupky 50 x 100 mm opláštěnými OSB deskami. Dutina mezi sloupky byla vyplněna fukanou směsí celulózy. Slaměné balíky zde tvořily tepelnou izolaci a to v tloušťce 410 mm. Na straně interiéru byla nanесena hliněná omítka od společnosti PICAS se slaměnou řezankou o celkové tloušťce 30 mm. Na straně exteriéru byla nanесena omítka vápená. Obě zmiňované omítky byly nanесeny na rabičové pletivo.



Obr. 11 - Vzorek 2A: Skladba stěny s dřevěnými sloupky a s izolací ze slámy a foukané celulózy

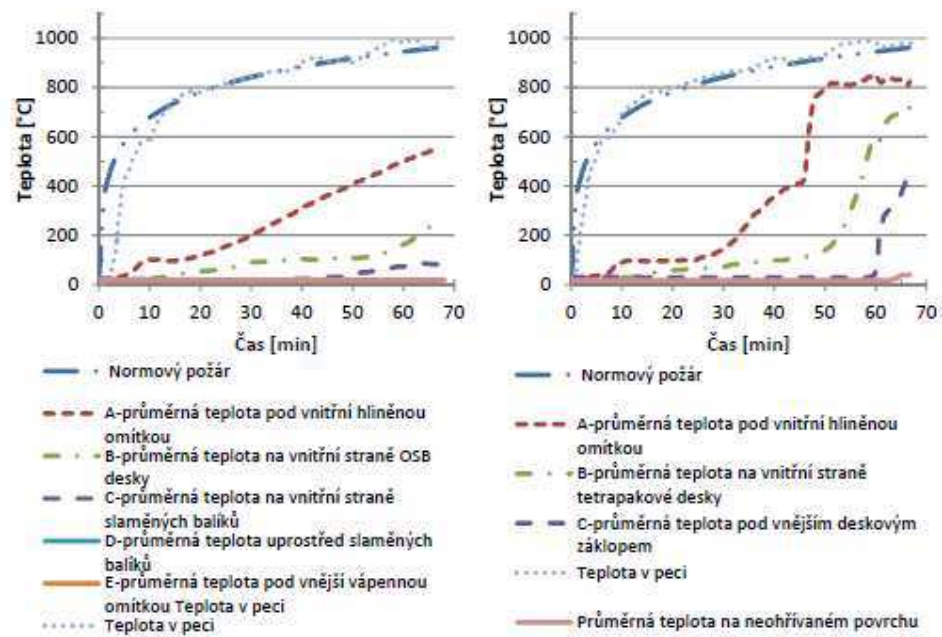
Druhá část vzorku byla tvořena nosnými dřevěnými I-nosníky STEICO WALL 60 x 160 mm. Mezera mezi nimi byla opět vyplněna směsí foukané celulózy, ale tentokrát byla tato směs obohacena o slaměnou řezanku. Z exteriérové strany byla stěna zaklopena dřevovláknitou deskou EGGER, ze strany interiérové byly zabudovány recyklované tetrapakové obaly tloušťky 15 mm. Na straně interiéru byla provedena hliněná omítka společnosti PICAS společně se slaměnou řezankou na rabitzovém pletivu, kompletně v tloušťce 30 mm. Na straně exteriéru byla provedena opět omítka vápenná. Obě části vzorku byly zahřívány na interiérové straně při zatížení 22,5 kN/m.



Obr. 12 - Vzorek 2B: Skladba stěny s nosníky STEICO a s foukanou izolací ze směsi celulózy a slaměné řezanky

Zkouška druhého vzorku byla ukončena po 66 minutách. Vzorek s nosníky STEICO byl porušen dle kritéria celistvosti E, jelikož došlo k průniku plamenů skrze zkušební část stěny. V době, kdy byl celý test ukončen, zůstala druhá část vzorku bez porušení, pouze vznikaly malé trhlinky, které neměly vliv na odolnost vzorku. U vzorku se STEICO nosníky byly trhliny viditelné již od 15. minuty a po 31. minutě začala omítka zcela opadávat. V grafu, viz obr. 16, je viditelný nárůst teploty ve 45. minutě, což způsobilo odkrytí tetrapakových desek po odpadnutí hliněné

omítky. Pro obě části druhého vzorku byl test dokončen s dosaženou požární odolností REI 60 DP3.



Obr. 13 - a) Vzorek 2A: Teplotní profil stěny s dřevěnými sloupky a s izolací ze slámy a foukané celulózy. [8], b) Vzorek 2B. Teplotní profil stěny s nosníky STEICO a s foukanou izolací se směsí celulózy a slaměné řezanky [8]

## 4 Experimentální objekt

### 4.1 Projekt experimentálního objektu

V rámci studentské grantové soutěže nám byl přidělen grant č. SGS 17/009/OHK/1T/11, z kterého byl financován experimentální objekt slaměného domu. Stavba byla umístěna na experimentálních plochách Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze (UCEEB). Výstavba tohoto objektu byla započala dne 11. 3. 2017 a včetně dokončovacích prací trvala čtyři měsíce. Tento projekt vznikl ve spolupráci tří kateder ČVUT v Praze, Fakulty stavební. Jednalo se o katedry K124 – Katedra konstrukcí pozemních staveb, K122 – Katedra technologie staveb a K134 – Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí. Celkem se na výstavbě podílelo 9 studentů magisterského studia a 6 Ph.D. studentů a zaměstnanců fakulty.

Experimentální objekt byl navržen jako samostatně stojící objekt o maximálních půdorysných rozměrech 4,0 x 6,0 m a výšce objektu cca 3,5 m. Svislé nosné konstrukce byly navrženy z balíků slámy, které tvořily hlavní nosný prvek. Nosnou konstrukci střechy tvořily dřevěné trámy o průřezu 80 x 160 mm. Střecha objektu byla navržena jako pultová, se střešní krytinou z asfaltových pásů. Na slaměné balíky byla navržena skladba hliněných a vápenných omítek.

Uvnitř objektu byly navrženy dvě referenční místnosti, které mezi sebou byly propojeny průchodem. Aby bylo možné provést nezávislé dlouhodobé měření v obou místnostech zároveň byl průchod v průběhu výstavby zapraven pomocí slaměných balíků omítnutých hliněnou omítkou a až těsně před požárním experimentem byl opět zprůchodněn, kvůli zajištění alespoň podobného průběhu teplot v obou místnostech. Z tohoto důvodu měla každá místnost samostatný vstup (ze západní a východní strany) a v každé místnosti bylo osazeno jedno plastové okno (o rozměrech 800 mm x 1400 mm) do jižní fasády objektu.

Předmětem tohoto výzkumu, respektive této diplomové práce, bylo ověření chování slaměné stěny ze samonosných balíků, omítnutých hliněnou omítkou v porovnání s již dříve získanými hodnotami při velkorozměrové zkoušce v České republice. Zájmovým prvkem pro účely této diplomové práce byla severní fasáda objektu. Požadavkem mé diplomové práce bylo, aby v každé místnosti byla navržena rozdílná skladba omítek (omítka vyztužená / nevyztužená pomocí výztužného pletiva) a aby na této fasádě nebyly navrženy žádné prostupy či jiné stavební otvory, které by dané měření znehodnotily. Původní návrh objektu, respektive návrh skladeb slaměných stěn a rozmístění termočlánků, vycházelo z již dříve provedeného experimentu

popsaného v kap. 3.1.3 tak, aby skladba slaměné stěny v jedné místnosti odpovídala skladbě vyzkoušené. Druhá navržená skladba nebyla odzkoušena, a proto ji nelze hodnotit s požární odolností. Z tohoto důvodu bylo snahou výzkumu provedené skladby namodelovat ve výpočtovém programu FDS a následně ověřit chování takovýchto skladeb při velkorozměrové zkoušce slaměného objektu.

## 4.2 Výstavba experimentálního objektu

### 4.2.1 Nosné prvky experimentální objektu

#### Základové konstrukce

V prvním pracovním týdnu byly zřízeny základy celé stavby. Základové konstrukce byly řešeny jako betonové patky, o půdorysných rozměrech 500 x 400 mm. Pomocný prvek betonového základu tvořily prolévací tvarovky, které byly kladeny na stávající betonovou plochu. Prolévací tvárnice byly propojeny s betonovou plochou pomocí betonářské výztuže, která byla dodatečně zavrtaná do desky, která byla již na místě realizace osazena. Jako výplň tvárnic byl použit pytlovaný beton třídy C16/20.

Po vyplnění tvárnic betonem byl na patky ihned osazen spodní nosný dřevěný věnec (viz Obr. 14), který spolupůsobil se základovými patkami pomocí závitových tyčí, které tyto dva prvky spojovaly. Pro dosažení co nejvyššího spolupůsobení těchto dvou nosných prvků a zároveň pro dostatečnou pevnost betonu, byla výstavba na 14 dní zastavena.



Obr. 14 - Základy s osazeným spodním věncem

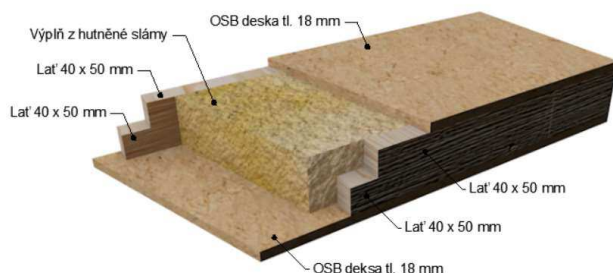


Obr. 15 - Základy po osazení kastlíků pro dveře

#### Věnec a kastlíky pro dveře a okna

Spolu se základy byly v prvním týdnu vyrobeny i veškeré dřevěné nosné prvky pro montáž svislých nosných konstrukcí. Nosný dřevěný věnec byl tvořen OSB deskami tloušťky 18 mm a dvěma řadami latí o průřezu 40 x 50 mm (viz Obr. 16). Pro dobré spolupůsobení dvou latí

umístěných nad sebou byly latě propojeny vruty po 200 mm. Na propojené latě se následně přišroubovaly OSB desky o šířce 400 mm z obou stran a vzniklý kastlík byl vyplněn zhutněnou slámou.



Obr. 16 - schéma nosného věnce



Obr. 17 - schéma kastlíku

Dalším výrobkem, který byl nutný pro montáž stěn ze slaměných balíků, byly kastlíky pro osazení dveří a oken. Nadpraží a práh / parapet kastlíků tvořila stejná konstrukce jako u nosného věnce. Ostění tvořila OSB deska tl. 18 mm, šířky 400 mm, která byla po obou stranách vyztužena latěmi průřezu 40 x 50 mm, viz Obr. 17.

### Svislé nosné konstrukce

Po uplynutí 14 dní byla zaručena přibližně 70 % pevnost betonu, což ale prozatím pro naše účely stačilo. Během následujících dní nebyl beton namáhán žádným značným zatížením, tudíž se mohlo pokračovat ve výstavbě experimentální objektu. Prvním krokem bylo dotažení nosného věnce k betonovým patkám pomocí velkoformátových podložek a matek umístěných na zabetonované závitové tyče. Dalším krokem byla instalace kastlíků pro osazení dveří na nosný spodní věnec objektu (viz Obr. 15) a následně se do připraveného spodního věnce instalovala betonářská výztuž průměru 10 mm, která zajišťovala větší soudržnost kladených slaměných balíků na dřevěný věnec.



Obr. 18 - Založení svislých nosných stěn



Obr. 19 - Svislé nosné stěny po osazení věnce

Po této přípravě se mohlo začít s budováním kompletních svislých slaměných stěn (viz Obr. 18). První řada těchto balíků byla napichována na již připravenou betonářskou výztuž, tudíž byla zajištěna jejich stabilita. Na druhou řadu balíků, která byla propojena s první řadou, byly osazeny kastlíky pro osazení oken. Následně byly kladeny další řady slaměných balíků, které byly dále propichovány mezi sebou další betonářskou výztuží, s přesahem alespoň 1 balík na výšku, dokud jsme nedosáhli navrhované výšky. Po dosažení projektované výšky jsme instalovali horní nosný věnec (viz Obr. 19). Nutno podotknout, že vše bylo instalováno ručně, bez pomoci strojní techniky.

Pro celkovou stabilitu objektu bylo nutné celou konstrukci stáhnout ocelovými páskami, viz Obr. 20. Původně byly navrženy pásy z polypropylenu, ale pro jejich snadnou deformaci při vzrůstajících teplotách, byly navrženy pásy ocelové, které odolávají zvýšené teplotě podstatně lépe. Po instalaci těchto pásků, byla konstrukce již připravena pro realizaci nosné konstrukce střechy a střešní krytiny.



Obr. 20 - Stažení objektu páskami



Obr. 21 - Zastřešení objektu

### Nosná konstrukce střechy a střešní krytina

Střecha byla řešena jako pultová, s krytinou z asfaltových pásů. Nosnou konstrukci střechy tvořilo celkem 12 trámů, které byly pravidelně rozmístěny po délce objektu. Trámy měly průřez 80 x 160 mm a byly uloženy na horním nosném věnci, ke kterému byly přichyceny z boku, a to pomocí vrutů a úhelníků. Mezi trámy byla vložena minerální izolace, která byla v určitých místech podbita rabicovým pletivem. Na tyto trámy byl poté ze spodní strany přichycen podhled z OSB desek tl. 12 mm. Z vrchu byly trámy taktéž zaklopeny OSB deskami tl. 12 mm. Na OSB desky byly uloženy další trámy, tentokrát ale v podélném směru objektu pro vytvoření spádové konstrukce střechy viz Obr. 21. Přes tyto trámy byla položena další vrstva OSB desek tl. 18 mm, na kterou se položila střešní krytina. Střešní krytinu tvořily asfaltové pásy, které byly kladeny ve dvou vrstvách na vazbu.

## 4.2.2 Dokončovací práce

### Podlaha

Konstrukci podlahy tvořily dřevěné palety, které byly položeny na betonové desce. Přes palety byla položena foliová hydroizolace, na kterou se následně umístila vrstva slaměných balíků. Na slaměné balíky byl, pro lepší roznášení zatížení do podlahy, umístěn křížem sbíjený rošt z dřevěných latí průřezu 40 x 50 mm, na který byly přišroubovány OSB desky tl. 12 mm.

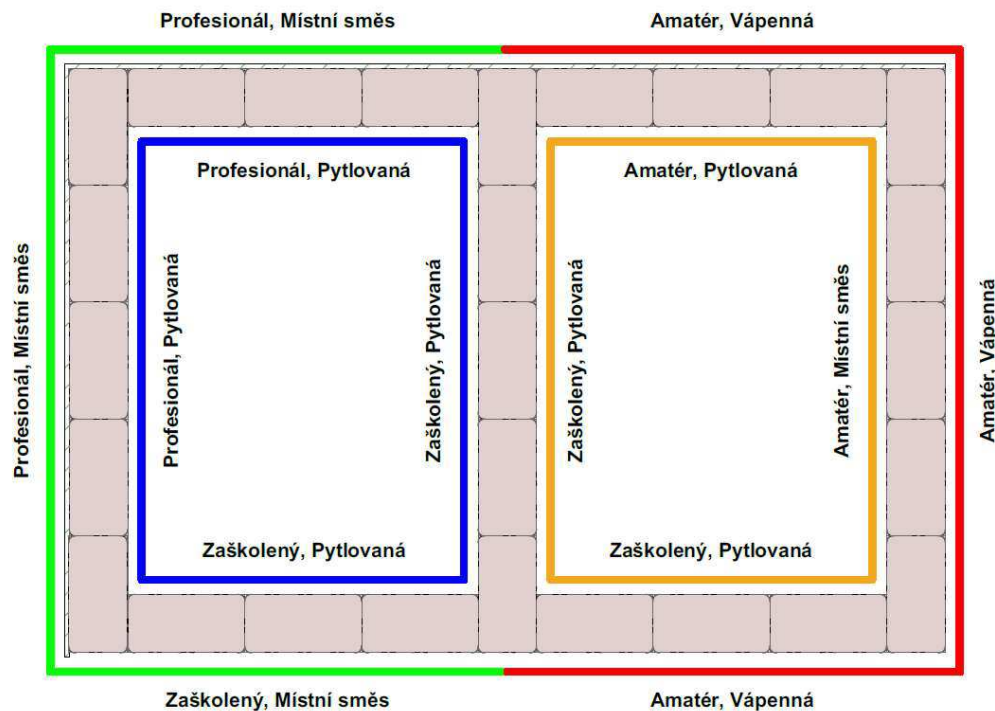
### Osazení oken a dveří

Dveře a okna byly osazeny do již vyrobených a v konstrukci zabudovaných kastlíků. Dveřní kastlík byl vyroben se značnou rezervou na konstrukční výšku dveří, proto bylo hlavní snahou při osazování dveří dostat dveřní křídlo co nejvíce pod úroveň nadpraží kastlíku a následně vyrobit práh, který vyplní dveřmi nezakrytý prostor. Pro snazší osazení dveří do požadované výšky byla z vnější strany kastlíku přimontována pomocná konstrukce z dřevěných latí. Na dřevěnou konstrukci byly z jedné strany přimontovány tři dveřní závěsy, na které se následně osadilo dveřní palubkové křídlo. Pro možné uzavření, a především uzamčení dveří, byl na druhé straně pomocné konstrukce (naproti dveřním závěsům) vydlabán prostor pro umístění západky dveří, která zde byla následně osazena. Po osazení dveří bylo možné doměřit zbývající nekrytý prostor a z odřezků trámů a zbylých OSB desek vytvořit práh dveří, který výškově navazoval na úroveň přilehlé podlahy.

### Omítky

Realizace omítek probíhala pomocí dobrovolníků, kteří se zúčastnili pořádaných workshopů. Stěny experimentálního objektu byly rozděleny pro různé pracovní skupiny. Některé stěny měl na starosti profesionální omítač, některé byly přiděleny lidem, kteří prošli školením, jak omítky na slaměnou konstrukci nanášet a zbylé byly realizovány díky široké veřejnosti, která se zúčastnila organizovaných workshopů. Složení použitých omítek na stavbu objektu bylo taktéž rozdílné. Přibližně na polovinu stěn objektu byla použita hotová pytlovaná směs, kterou jsme si nechali doručit od společnosti PICAS. Omítky použité na druhé polovině stěn, na kterých byla nanášena hliněná omítka, byly míchány přímo na staveništi z takzvaných místních zdrojů. V podstatě se jednalo o směs jílu, písku a vody dovezené z nedalekého okolí staveniště. Omítky použité na vnějších stěnách byly obohaceny o polymer, který zajišťuje lepší odolnost omítek proti nepříznivým povětrnostním vlivům. Pro zjednodušení bude dále používán pouze souhrnný název „hliněné omítky“. Rozdělení skladeb omítek, včetně rozdělení pracovních sil, je znázorněn na níže uvedeném schématu (viz Obr. 22).



**LEGENDA:**

- |   |                        |   |                                   |
|---|------------------------|---|-----------------------------------|
|    | Hliněná omítka vnitřní |    | Hliněná omítka s polymerem        |
|  | Vápenná omítka         |  | Hliněná omítka vnitřní, vyztužená |

Obr. 22 - schéma rozdělení použitých druhů omítek a pracovního nasazení

V každé místnosti byla navržena různá skladba omítek. Zatímco v pravé části objektu byla realizována klasická hliněná omítka, bez použití výztužného pletiva, nanášená přímo na slaměné balíky, tak v levé části objektu se realizovala hliněná omítka vyztužená pomocí výztužného rabicového pletiva. Nanášení vrstev omítky probíhalo klasicky, ve třech vrstvách. První vrstvu hliněné omítky tvořil takzvaný podhoz. Podhoz tvořila řídká směs hliněné omítky, která se na stěny nanášela pomocí zednické naběračky, či pomocí lopaty. Po vytvrnutí podhozu byly stěny v levé části objektu opatřeny rabicovým pletivem, které se na stěnu přichycovalo pomocí tenkých dlouhých drátků zapíchaných skrz podhoznou vrstvu až do slaměných balíků. Po aplikaci pletiva se mohla začít nanášet druhá, vyrovnávací, vrstva omítek. Tato vrstva se nanášela v přibližné tloušťce 5 až 6 cm. Po vytvrnutí této vrstvy, byla nanesena poslední vrchní, štuková, vrstva.

Vnější omítky byly navrženy také s různou skladbou. Na levé polovině objektu byla navržena klasická hliněná omítka, taktéž bez použití výztužného pletiva. Na pravé polovině byla navržena omítka vápenná. Realizace vnějších hliněných omítek probíhala stejným způsobem jako realizace omítek vnitřních. Vápenné omítky byly, oproti omítkám hliněným, na provádění, a především na přípravu, mnohem náročnější. Před jejich realizací se nejdříve muselo nakoupené

pytlované vápno namočit ve stavebních vanách, pořádně promíchat a vytvořit z něj hustou hmotu, která se následně nechala odležet po dobu 14 dnů. Poté se již začaly realizovat vápenné omítky na slaměné stěny. Následný postup byl stejný, jako při provádění omítek hliněných, bez použití výztužného pletiva. Na slaměné balíky byl na nesen podhoz (viz Obr. 23) a následně, po vytvrdnutí, byla nanesena vyrovnávací vrstva. Finální vrstva vápenné omítky byla tvořena pytlovanou štukovou směsí pro venkovní omítky (viz Obr. 24).



Obr. 23 - Realizace podhozové vrstvy



Obr. 24 - Finální vrstva omítky

### 4.3 Příprava požární zkoušky

#### Rozmístění termočlánků

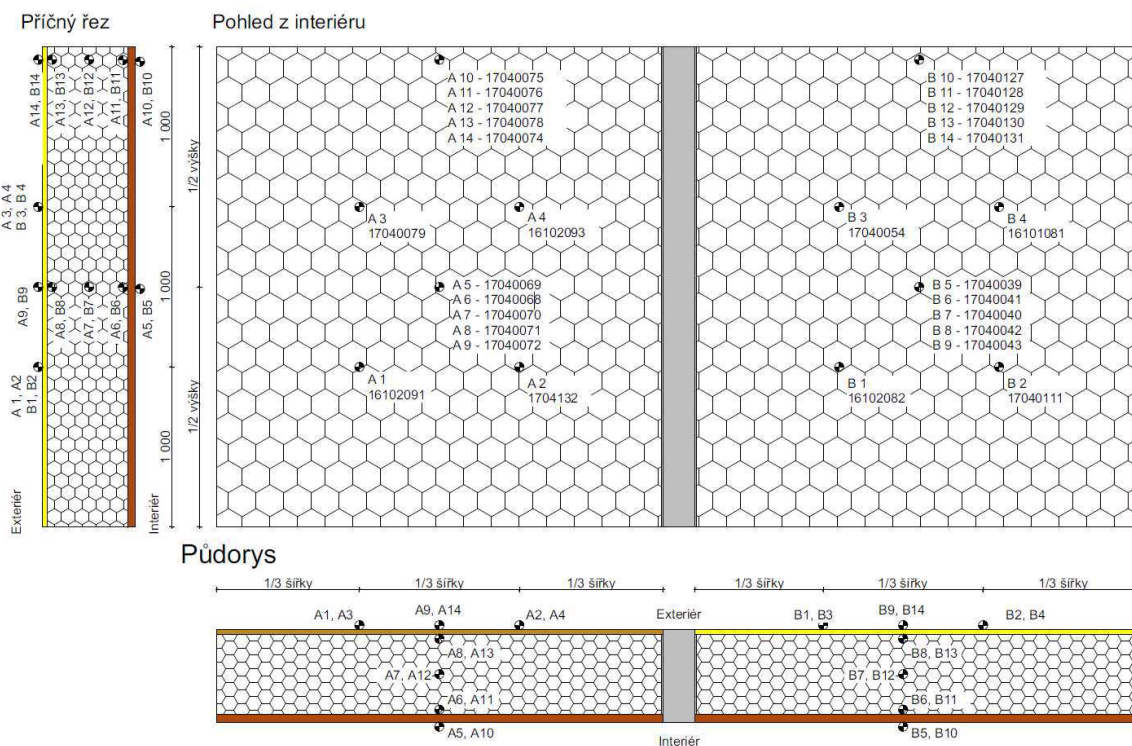
Aby bylo možné porovnávat naměřené hodnoty s již dříve získanými teplotami uvnitř konstrukce (např. experiment v ČR), muselo rozmístění termočlánků v konstrukci odpovídat požadavkům normy na zkoušení požární odolnosti nosných stěn (ČSN EN 1365-1). S ohledem na snížený rozpočet celého experimentu, byly ale některé termočlánky vyřazeny.

V obou částech bylo rozmístěno celkem 14 terčíkových termočlánků. Přehled použitých termočlánků viz Tab. 3. Rozmístění termočlánků včetně jejich výrobních čísel je znázorněno na Obr. 25. Termočlánky uvnitř konstrukce byly umístěny v polovině délky, pod horním věncem slaměné stěny a v polovině výšky stěny. Tyto termočlánky byly po průřezu rozmístěny následovně: povrch vnitřní omítky, rozhraní vrstev vnitřní omítky a slaměného balíku, uprostřed vrstvy slaměného balíku, na rozhraní vrstev slaměného balíku a vnější omítky a na povrchu vnější omítky. Termočlánky na neohřívaném povrchu stěny byly vždy rozmístěny ve třetinách délky i výšky stěny.

Tab. 3 - Přehled použitých termočlánků

Název měřidla	Evidenční čísla	Rozsah	Kontrolní lhůta
měřicí ústředna	N	-	-
28 ks terčíkových termočlánků	A1-A14 / B1-B14	0–1200 °C	1x 4roky
kompensačního vedení	N	-	-
notebook	N	-	-
Pozn.: N = údaj není definován			

Termočlánky byly do konstrukce zabudovávány pomocí prutu betonářské výztuže, kdy se termočlánky pomocí lepenky přidělaly k prutu, protáhly se skrze celou tloušťku konstrukce dovnitř objektu, následně se termočlánky uvolnily a pozvolným pohybem se spolu s prutem vytahovaly ven, dokud nezůstaly v požadovaném místě.



Obr. 25 - Schéma rozmístění TČ v experimentální objektu

Měření teploty uvnitř objektu probíhalo pomocí dvou plášťových termočlánků (v každé místnosti jeden), které byly prostrčeny skrz obvodovou konstrukci vně objektu. Termočlánky byly umístěny těsně pod podhledem z OSB desek, přibližně metr od obvodové stěny a jejich označení bylo A0 (levá místnost) a B0 (pravá místnost).

### Požární zatížení

Požární zatížení bylo v objektu rozmístěno rovnoměrně tak, aby hodnota nahodilého požárního zatížení ( $p_n$ ) odpovídala požadavku ČSN 73 0802 (40 kg/m<sup>2</sup> pro rodinné domy). V našem případě celkové množství požárního zatížení odpovídalo hodnotě přibližně 615 kg (Obr. 26). V každé místnosti bylo rozmístěno 6 hranic o celkových půdorysných rozměrech 800 x 800 mm, ale pouze dvě z nich měly pravidelný tvar (Obr. 27). Zbylé čtyři hranice byly upraveny tak, aby mohly být uvnitř místnosti umístěny podpěry pod trámy, které byly zkoumány v rámci jiné diplomové práce.



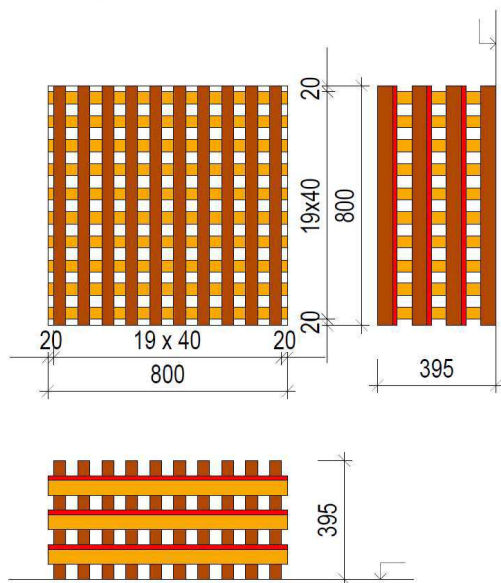
Obr. 26 – Množství požárního zatížení



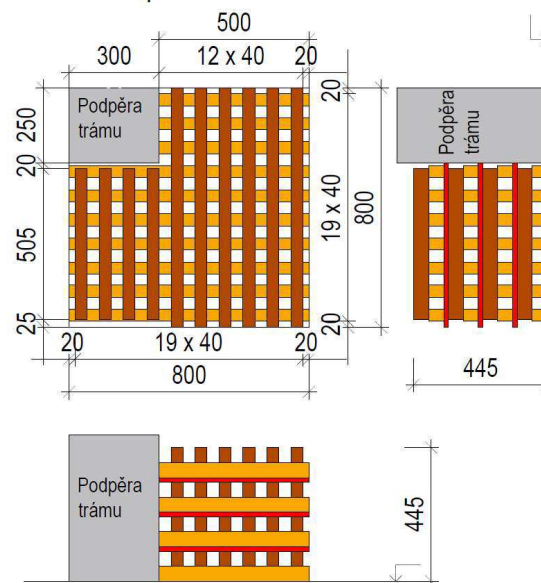
Obr. 27 - Rozmístění hranic uvnitř objektu

Pravidelné hranice požárního zatížení tvořily latě o průřezu 40 x 50 mm, délky 800 mm, vrstvené křížem vždy v 7 řadách a po dvou řadách proloženy OSB deskami tl. 15 mm, o rozměrech 800 x 800 mm. Nepravidelné hranice byly tvořeny kombinací dvou různých délek latí (800 a 500 mm), o stejném průřezu jako pravidelné hranice, vrstvené v 8 řadách a taktéž proložené OSB deskami o stejné tloušťce vždy po dvou řadách. Schéma hranic viz Obr. 28. Latě mezi sebou měly mezery velké 40 mm. Vložené OSB desky zajišťovaly delší životnost hranice, a především dosažení vyšších teplot uvnitř objektu. Předpokladem pro použití OSB desky v hranici požárního zatížení byla simulace průběhu teploty dle normové teplotní křivky ISO 834.

Hranice - pravidelná



Hranice - nepravidelná



Obr. 28 - Hranice požárního zatížení

Iniciace hranic probíhala pomocí motorového benzínu. Pod hranicemi byla rozmístěna soustava kanálků z minerální vaty (viz Obr. 29) tak, aby došlo k zapálení veškerého požárního zatížení v jeden okamžik. Kanálky byly napuštěny benzínem až těsně před zahájením požární zkoušky, aby nedošlo k prosáknutí benzínu do podlahy experimentálního objektu. Zkušební vzorek kanálku napuštěného benzínem viz Obr. 30.



Obr. 29 - Kanálek z MV



Obr. 30 - Zkušební kanálek

#### 4.4 Průběh požární zkoušky

Požární zkouška experimentálního objektu slaměného domu proběhla dne 20. 09. 2017 na místě stavby. Požární se zkoušky se zúčastnili studenti, kteří na experimentu spolupracovali, včetně jejich vedoucích a techniků požární laboratoře, kteří pomáhali s finální přípravou požární zkoušky.

Experimentu byly přítomny jednotky hasičského záchranného sboru obce JDH Hřebeč, JPO Kladno i široká veřejnost z řad studentů středních a vysokých škol a odborníků z praxe, která prošla bezpečnostním školením.

Měření teplot uvnitř objektu a uvnitř konstrukcí probíhalo pomocí termočlánků, které byly propojeny se dvěma ústředními kompenzačním vedením. Ústředny byly umístěny východní straně objektu a byly ochráněny před tepelným tokem, který by je mohl poškodit, pomocí dvou sádrokartonových desek. Průběh zkoušky zaznamenávaly tři kamery, které byly umístěny na jihovýchodní, jihozápadní a severozápadní straně objektu a dále dvě termokamery, které snímaly severní a východní stranu objektu.

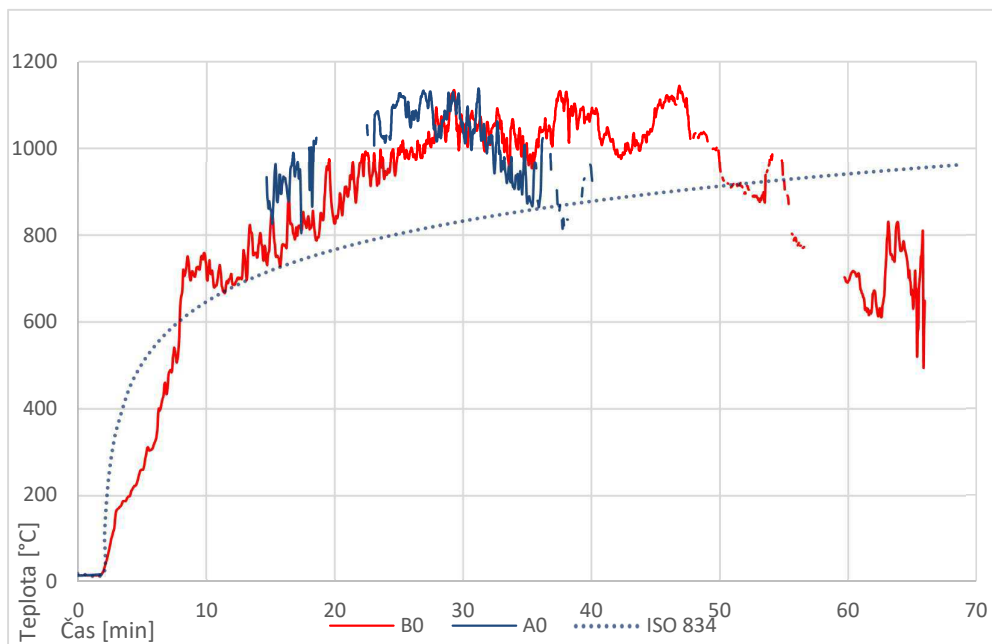
Požární zkouška započala přibližně v 10:50 v čase 00:00 spuštěním všech měřících zařízení. Iniciace hranic požárního zatížení proběhla v čase 02:00. Ihned po zapálení začal pronikat kouř prostupy na jižní straně objektu a následně i netěsnostmi v rámu okna a v podhledu. V čase 4:30 došlo k vysklení prvního okna. Následně začal plamen prošlehávat ven z dveří, které vzplanuly a poté odpadly. V 11. minutě se oheň rozšířil na střechu objektu a začala celoplošně odhořívát střešní krytina tvořena asfaltovou lepenkou. Flashover nastal přibližně v 11. minutě v levé místnosti objektu a ve 14. minutě v pravé místnosti. Přibližně ve 20. minutě došlo k prohoření nechráněných OSB desek zárubní což znamenalo, že se plameny dostaly k vrstvě slaměných balíků, která začala postupně odhořívát a odpadávat, dokud nedošlo k vytvoření zuhelnatělé vrstvy, která znemožnila přístup plamene hlouběji do konstrukce. Následně došlo i k prohoření OSB desky v podlaze a požár se rozšířil i do tepelně izolační vrstvy podlahy. Přibližně v čase 25:30 začaly vznikat první trhliny na odvrácené straně objektu. Tepelný tok v okolí objektu byl, především z důvodu rozšíření ohně do podlahy, tak veliký, že muselo, z preventivních důvodů, dojít k ochlazování okolí hasiči. Postupně docházelo odpadávání části hořící lepenky, či OSB desek ze střechy objektu. Po 40. minutě požární zkoušky začala postupně odpadávat omítka z vnější strany objektu. První větší kus vápenné omítky odpadl na severovýchodním rohu objektu přibližně ve 45. minutě. Poté začaly kolabovat i nosné spodní věnce objektu, ale stěny zůstávali, díky jejich soudržnosti, i nadále celistvé. V 55. minutě vypadlo nadpraží pravého okna a následně se začaly uvolňovat i slaměné balíky a objekt držel jen za pomoci ohořelých zbytků horního nosného věnce. Celkový kolaps objektu nastal v čase 66:30. Kolaps objektu nastal v důsledku konstrukčních detailů (dřevěné nechráněné kastlíky dveří / oken). Kdyby byly tyto prvky ochráněny například provedením hliněné omítky, nedošlo by k tak rychlému kolapsu celého objektu. Detailní průběh požární zkoušky je zaznamenán v obrázkové příloze 5 a také v protokolu o požární zkoušce (viz příloha 7).

## 4.5 Vyhodnocení požární zkoušky

Při vyhodnocování požární zkoušky byly mezi sebou porovnávány vždy dva termočlánky, které byly umístěny ve stejném místě stěny vzhledem k pozici přilehlé místnosti. Porovnávat se budou dvě rozdílné skladby konstrukcí, které jsou blíže popsány v kap. 4.2.2. Termočlánky označeny písmenem A byly umístěny v levé místnosti, v konstrukci s vloženým výztužným ocelovým pletivem s vnější hliněnou omítkou. Termočlánky označené písmenem B byly umístěny v pravé místnosti v konstrukci bez pletiva s vnější vápennou omítkou. V místech, kde je to možné, budou získané teploty porovnávány také s hodnotami naměřenými v akreditované požární laboratoři při zkoušce popsané v kap. 3.1.3, tyto termočlánky jsou označeny písmenem R.

### Teploty uvnitř objektu

Během návrhu kompozice hranic požárního zatížení a jeho rozmístění uvnitř experimentálního objektu slaměného domu, bylo snahou dosáhnout v prostoru interiéru průběhu teploty podobající se normové teplotní křivce ISO 834 a zajištění dostatečného množství požárního zatížení, alespoň pro 45 minut požární zkoušky. Oba požadavky byly splněny díky OSB deskám, kterými byla hranice proložena. Porovnání teplot uvnitř levé (A0) a pravé (B0) části objektu s normovou teplotní křivkou viz Obr. 31.



Obr. 31 - Průběh teploty uvnitř experimentálního objektu

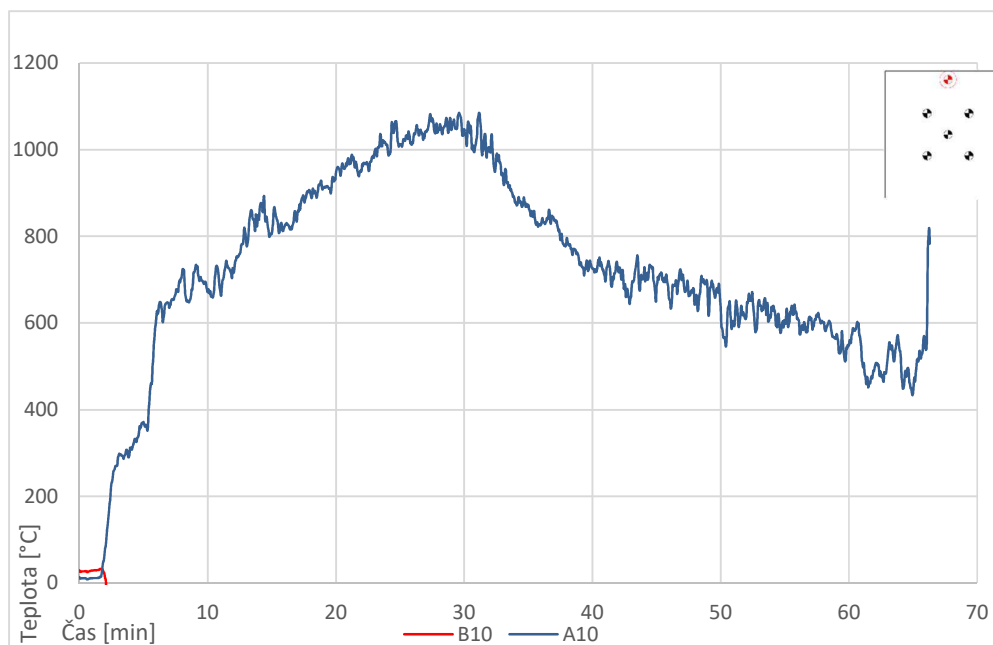
Z grafu (Obr. 31) je patrné, že se uvnitř sledovaného objektu podařilo nasimulovat průběh teploty vyšší, než udává normová teplotní křivka ISO 834. Teplota uvnitř objektu ve 30. minutě

byla oproti ISO 834 větší přibližně o 20,5 %. Takovýto nárůst teploty by byl v akreditované zkušební požární laboratoři nepřijatelný, neboť se v čase 30 minut toleruje maximální odchylka pouze  $\pm 5\%$  od normového průběhu [10]. V tomto případě však nelze teplotu uvnitř objektu nikterak redukovat a teplota uvnitř objektu vychází z množství a rozmístění navrženého požárního zatížení, proto je pro účely této zkoušky zcela dostačující takovýto schodek teplot.

Kvůli vadnému termočládku (A0) není zcela dobře zaznamenán průběh teploty uvnitř levé části objektu, ale i přesto je z naměřených hodnot viditelné, že teploty uvnitř levé části byly o pár stupňů větší, než v pravé části objektu. Vyšší teploty v levé části lze přisuzovat zeměpisné orientaci objektu a faktu, že se levá část vyskytla na návětrné straně.

### Teploty na povrchu konstrukcí – uvnitř objektu

Teploty na povrchu stěn byly měřeny pomocí terčkových termočládků, které byly prostrčeny skrze slaměnou konstrukci dovnitř objektu a byly zarovnané v rovině povrchu hliněné omítky. Uvnitř objektu byly měřeny povrchové teploty celkem ve 4 bodech. Termočládky s označením A10 a B10 byly umístěny pod zavěšeným podhledem. Termočládky A5 a B5 byly umístěny přibližně v polovině výšky místnosti. Průběh teploty v každém bodě je zaznamenán v níže přiložených grafech (viz Obr. 32 a Obr. 33).



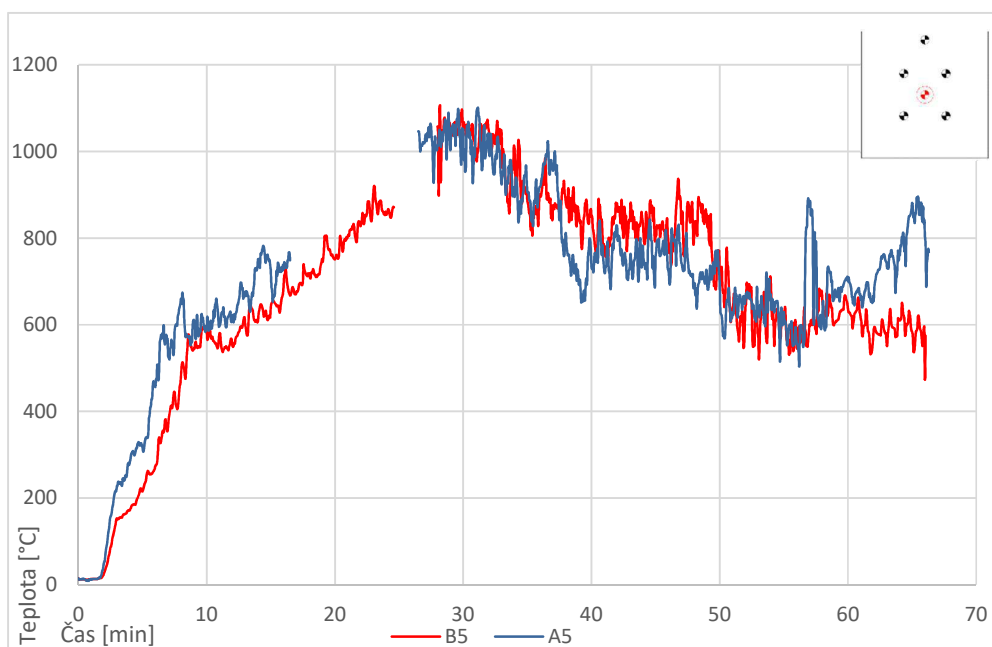
Obr. 32 - Teploty na povrchu konstrukce – pod stropem

Termočlánek B10 z neznámého důvodu zkolaboval již ve druhé minutě požární zkoušky. Z tohoto důvodu nebude dále hodnocen. Z grafů je patrné, že průběh teploty na povrchu konstrukcí



odpovídá průběhu teplot uvnitř objektu, i uvnitř jednotlivých místností (v levé části objektu je průběh teploty vyšší než v části pravé). Rozdíl teplot, především v termočlánku A10 (pod stropem), je téměř minimální (v řádu desítek) a je způsoben odjímáním tepla stěnou při přestupu tepla do konstrukce objektu.

Teploty naměřené termočlánky A5 a B5 (v polovině výšky místnosti), stejně jako termočlánky umístěné pod stropem objektu, odpovídají průběhu teplot uvnitř objektu. Oproti termočládkům umístěným pod stropem, mají v prvních 30 minutách teploty nižší (v řádu desítek stupňů), ale po uplynutí této doby začínají naměřené hodnoty stoupat a převyšovat hodnoty naměřené pod stropem. Tento jev nastal v důsledku odhoření střešního pláště. Pod pohledem se již nemohlo kumulovat uvolněné teplo a unikalo do okolního prostoru.



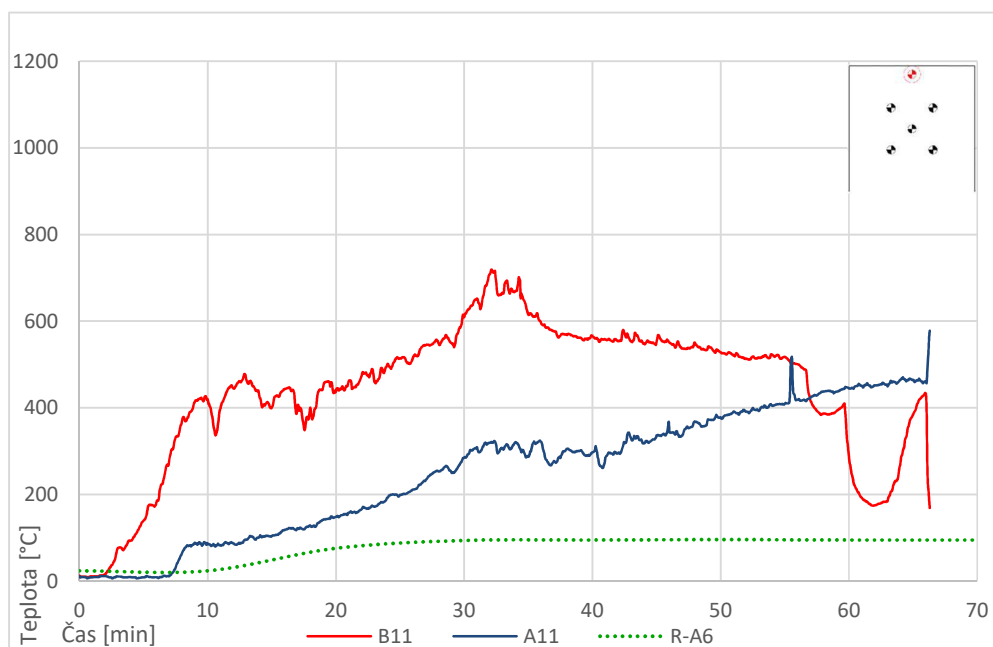
Obr. 33 - Teploty na povrchu konstrukce – střed stěny

### Teploty na rozhraní hliněné omítky a slaměného balíku

Měření teploty na rozhraní materiálů (hliněné omítky a vrstvy slaměných balíků) probíhalo ve 4 bodech. Termočlánky byly umístěny v levé i pravé místnosti, vždy ve dvou výškových úrovních. Termočlánky byly nejprve protaženy skrz celou konstrukci, byly zarovnané s povrchem hliněné omítky a následně byly vytahovány nazpět spolu s pomocnou ocelovou tyčí, dokud nebyly umístěny přibližně 5 cm pod povrchem hliněné omítky. Tato vrstva odpovídala provedené tloušťce omítky.

Z Obr. 34 je patrný průběh teploty ve výškové úrovni pod stropem (pod nosným věncem) v porovnání s hodnotami (R-A6) naměřenými, přibližně ve stejném místě zkoušené stěny při

požární zkoušce popsané v kap. 3.1.3. Naměřený vyšší průběh teploty v podomítkové vrstvě v pravé místnosti (B11) je důsledkem špatného načasování instalace termočlánku. Termočlánky, pro účely požární zkoušky, byly zabudovávány přibližně týden před požární zkouškou, a to do míst, ve kterých byly v průběhu dlouhodobého měření umístěna čidla pro měření vlhkosti. Aby nedošlo k poškození vlhkostních čidel, došlo při jejich odstraňování k velkým zásahům do provedené omítky. Poškozená místa omítky byla zapravena v jedné vrstvě, ihned po osazení termočlánků, které sloužily pro účely požární zkoušky. K zapravení došlo přibližně 6 dnů před požární zkouškou, což byla krátká doba pro kvalitní vyschnutí a vytvrnutí provedené omítky. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že došlo k vypálení a následnému odpadnutí části hliněné omítky a naměřené hodnoty zobrazují průběh teploty pod hliněnou omítkou, ale s menším krytím omítky, než bylo původně navrženo.



Obr. 34 - Teploty na rozhraní hliněné omítky a slaměného balík – pod stropem

Průběh teplot naměřený termočlánkem A11 se příliš neshoduje s průběhem teplot naměřeným ve stejném místě konstrukce v akreditované požární laboratoři (R-A6). Naměřené hodnoty spíše odpovídají hodnotám z termočlánku R-A3, který byl umístěn ve středu výšky konstrukce. Dojde-li k porovnání těchto dvou termočlánků (A11 a R-A3) dostáváme se přibližně na odchylku  $\pm 12\%$  mezi naměřenými hodnotami. Tento jev je důsledkem polohy plynových hořáků umístěných v akreditované peci. Hořáky jsou umístěny přibližně v polovině výšky místnosti a největší tepelný tok ozařuje střed zkoušené stěny, kdežto při takovéto požární zkoušce se teplo kumuluje pod stropem objektu, a proto jsou zde naměřeny větší teploty.

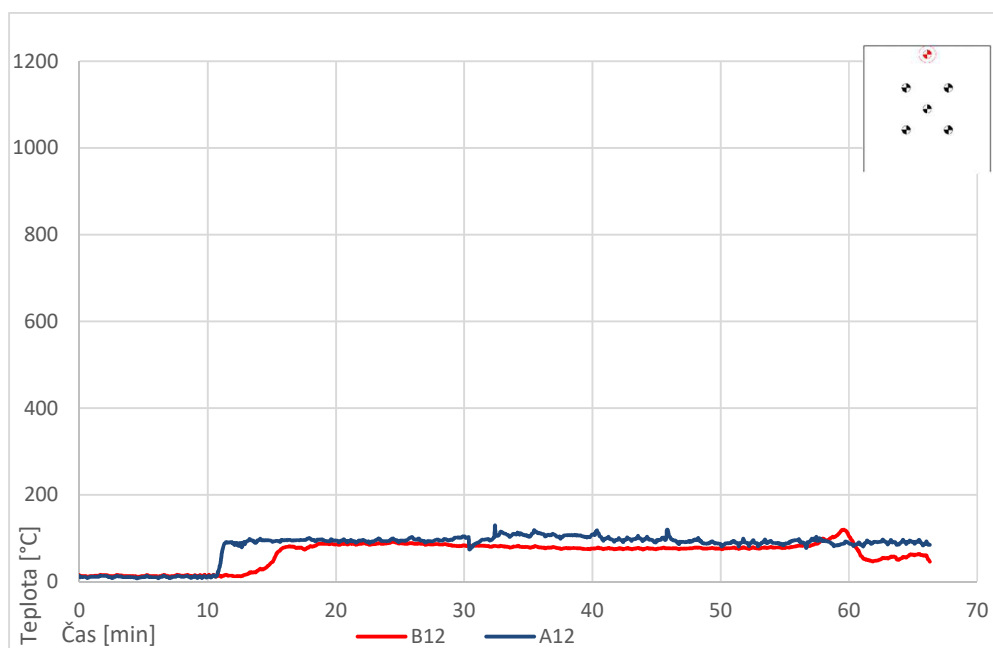
Průběh teplot uprostřed výšky konstrukce je znázorněn na Obr. 35. Z naměřených hodnot není patrný průběh teplot v levé části objektu, neboť termočlánek A6 zkolaboval již během 16. minuty požární zkoušky. Při porovnání hodnot naměřených termočlánekem B6 a hodnot získaných při požární zkoušce v požární laboratoři (termočlánek R-A6) se v průběhu prvních 30 minut dostáváme na odchylku  $\pm 15\%$ . Po 30. minutě požární zkoušky začíná naměřená teplota uvnitř konstrukce z neznámého důvodu klesat. Jednou z možných variant poklesu naměřené teploty je kolaps termočlánu, neboť termočláanky umístěné hlouběji uvnitř konstrukce naměřili v tomto čase teploty přibližně o  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  větší.



Obr. 35 - Teploty na rozhraní hliněné omítky a slaměného balíku – střed stěny

### Teploty uprostřed konstrukce

Měření teploty uprostřed konstrukce stěny probíhalo, stejně jako v přechozích případech, pomocí terčkových termočláneků ve 4 nezávislých bodech (v levé i pravé místnosti, uprostřed výšky a pod horním nosným věnce). Instalace termočláneků probíhala rovněž stejným způsobem. Termočláanky byly vytahovány tak, aby zůstaly 25 cm pod povrchem hliněné omítky.

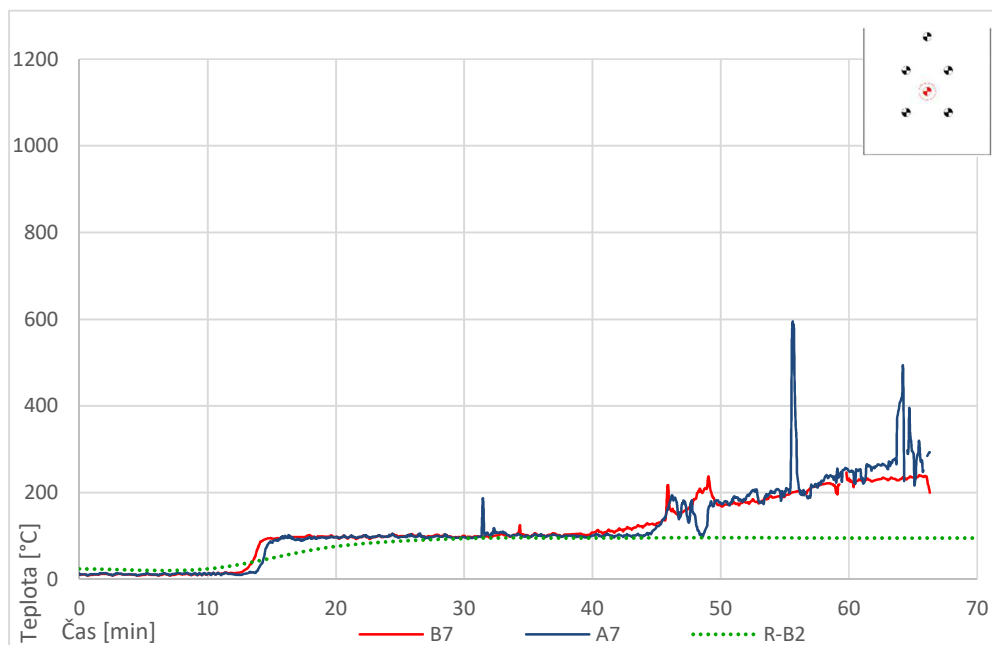


Obr. 36 - Teploty uprostřed konstrukce – pod stropem

Průběhy teplot naměřené uprostřed konstrukce, pod horním nosným věncem, jsou znázorněny na Obr. 36. Termočláanky umístěné v této úrovni zaznamenávají přibližně podobný průběh teploty. Z grafu je patrné, že se konstrukce v levé části objektu (místnosti s použitým výztužným pletivem ve skladbě stěny) začala zahřívat již v 10. minutě požární zkoušky, což je přibližně o 5 minut dříve než skladba bez použití výztužného pletiva. Konstrukce se v obou výše uvedených místnostech zahřály na teplotu 100 ° a poté se z vrstvy slaměných balíků začala odpařovat voda. Voda se díky nízkým teplotám uvnitř konstrukce vypařovala až do celkového kolapsu objektu v 66. minutě, a proto teplota uvnitř konstrukce nevzrostla nad hodnotu 110 °C. Z grafu (Obr. 36) je dále patrné, že se, v této vrstvě konstrukce (25 cm pod povrchem hliněné omítky), kvůli tepelně izolačním vlastnostem slámy, vyrovnal teplotní rozdíl vzniklý odpadnutím části hliněné omítky v pravé místnosti.

Průběh teplot uprostřed konstrukce, v polovině její výšky, je znázorněn na grafu (Obr. 37) a je obdobný jako graf s hodnotami naměřenými pod horním nosným věncem. V tomto případě se však obě konstrukce začaly zahřívat ve stejném okamžiku, což vyvrací původní předpoklad, že se konstrukce s použitým výztužným ocelovým pletivem zahřívá rychleji, než konstrukce bez jeho použití. V porovnání s naměřenými hodnotami v požární laboratoři (termočlánek R-B2) se přibližně do 44. minuty dostáváme na odchylku teplot  $\pm 5\%$ , ale je nutné vzít v potaz fakt, že se termočlánek (R-B2) nacházel ve třetině tloušťky zkoušené konstrukce, což je přibližně 20 cm od povrchu hliněné omítky. Po 44. minutě začaly teploty uvnitř konstrukce opět narůstat. Nárůst

teplot mohl být zapříčiněn odpařením dostatečného množství vody z konstrukce nebo deformacemi vnitřní hrany konstrukce (trhliny v omítce).



Obr. 37 - Teploty uprostřed konstrukce – střed stěny

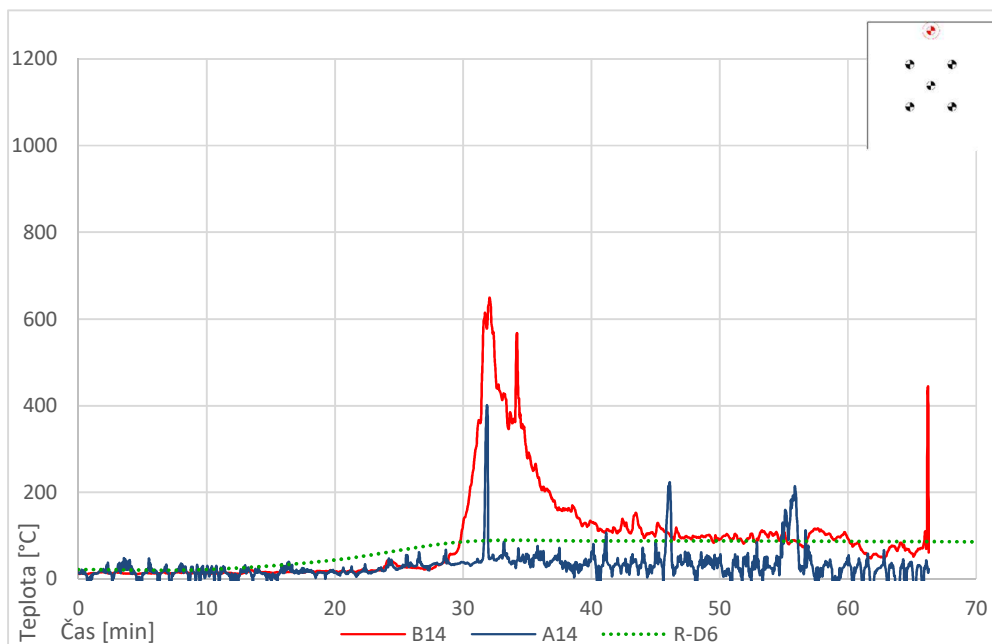
V porovnání s teplotami naměřenými pod horním věncem může být nárůst teploty po 44. minutě (znázorněný na Obr. 37) prisuzován již dříve popsanému jevu, kdy se z důvodu plošného odhoření podhledové konstrukce nemohlo kumulovat teplo v horní části místnosti a střed stěny byl vystaven většímu účinku sálajícího tepla než v horní vrstvě.

### Teploty na povrchu konstrukcí – vně objektu

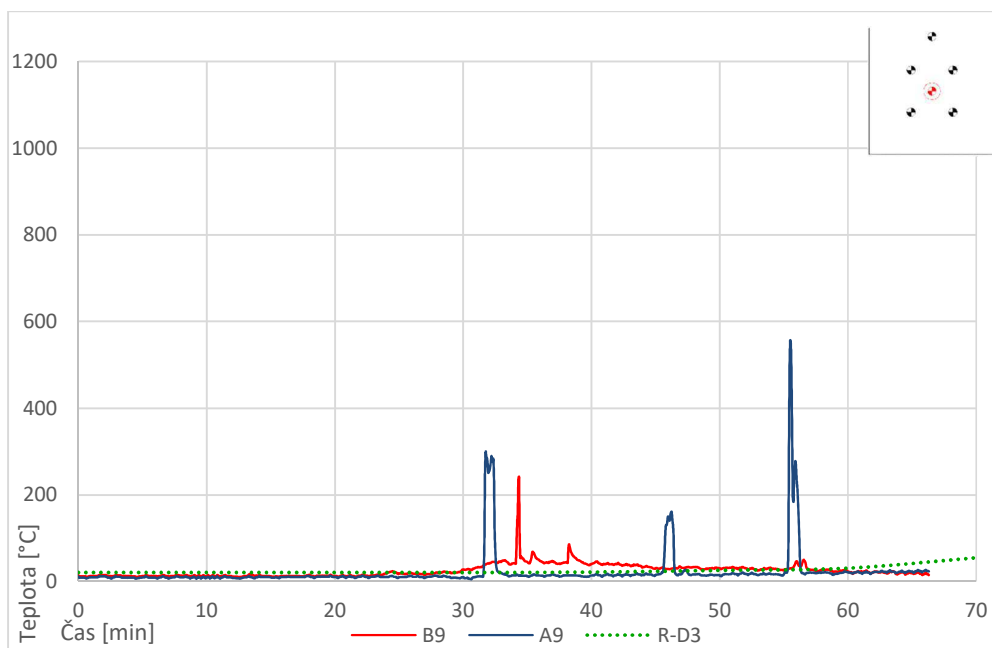
Teploty na povrchu konstrukcích vně objektu byly měřeny ve 12 bodech pomocí 12 terčíkových termočlánků. Terčíky termočlánků byly přisazeny k omítce a byly stabilizovány pomocí drátu, který byl přichycen k vrutu. Vruty byly přišroubovány do omítky v okolí každého termočlánku tak, aby neovlivňovaly jednotlivá měření.

Na Obr. 38 jsou znázorněny průběhy teplot na exteriérové straně konstrukce v úrovni pod horním nosným věncem. Z naměřených hodnot lze pozorovat, že průběh teplot, na požáru odvrácené straně konstrukce, byl při zkoušce experimentálního objektu až do 30. minuty na obou stěnách nižší než při zkoušce v požární laboratoři. Zatímco průběh teplot naměřený termočlánkem A14 byl nižší po celou dobu průběhu požární zkoušky, kromě drobných anomálií, které lze prisuzovat odpadávajícím zbytkům střešního pláště, které mohly lokálně zvednout teplotu a zneprávnit tak dané měření, tak průběh teplot na druhé straně objektu začal prudce narůstat.

Zvýšený průběh teploty naměřený po 30. minutě termočlánkem B14 je nejspíše zapříčiněn odchlípnutím termočlánku od konstrukce stěny. Jelikož se termočlánek nacházel v horní části konstrukce, lze předpokládat, že měření v tomto místě znehodnotil tepelný tok uvolněný z horčího střešního pláště.



Obr. 38 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – pod stropem

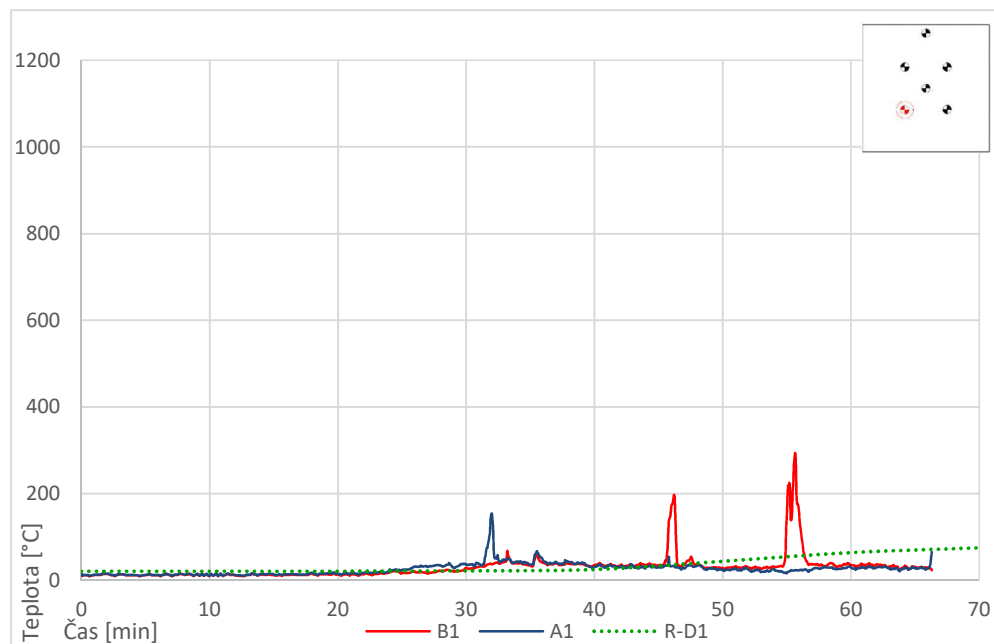


Obr. 39 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – střed stěny

Průběh teploty naměřený vně objektu, ve středu výšky konstrukce stěny, je znázorněný v grafu (Obr. 39). Z naměřeného průběhu teplot je patrné, že jsou teploty na odvrácené straně konstrukce, při zanedbání drobných anomálií, menší (řádově o jednotky stupňů) než teploty naměřené na odvrácené straně při zkoušce v požární laboratoři. Tyto anomálie mohly být, stejně jako v předchozím případě, způsobeny odpadáváním popela a odhořelých zbytků střešního pláště na kompenzační vedení termočlánků.

Při hodnocení těchto skladeb (experimentální objekt / zkouška v ČR) a teplot naměřených na odvrácené straně konstrukce je nutné brát v patrnosti, že celková tloušťka konstrukce experimentálního objektu byla přibližně 500 mm, ale celková tloušťka konstrukce zkoušená v požární laboratoři byla přibližně o 80 mm masivnější (580 mm, viz kap. 3.1.3).

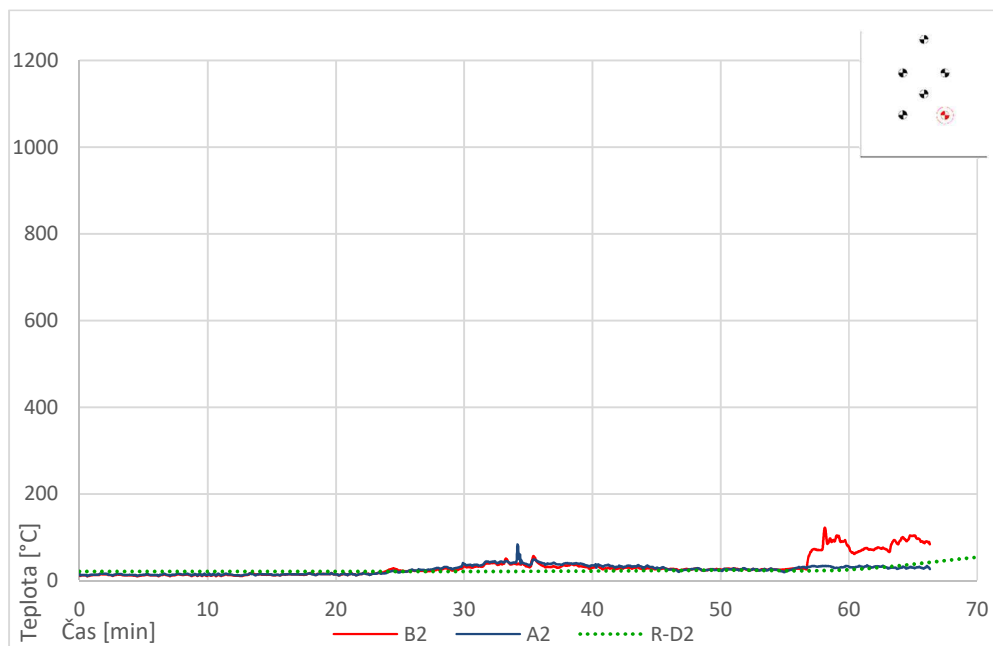
Kromě výše vyhodnocených čtyřech bodů, ve kterých probíhalo měření teplot po celém průřezu konstrukce, bylo na požáru odvrácené straně umístěno dalších 8 nezávislých termočlánků, vždy pro jednu skladbu 4. Termočlánky byly umístěny do třetin výšky i délky stěny. Pro vyhodnocení těchto míst byla stěna rozdělena na 4 kvadranty. I. kvadrant se nachází v levém dolním rohu, II. Kvadrant v pravém dolním rohu, III. a IV. kvadrant pak v levém a pravém horním rohu, vzhledem k přilehlé místnosti.



Obr. 40 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – I. kvadrant

Teploty na vnější straně, ve spodní části konstrukce (ve třetině výšky stěny – měřeno od výšky podlahy objektu), jsou znázorněny na Obr. 40 a Obr. 41. Naměřené hodnoty jsou v levé i

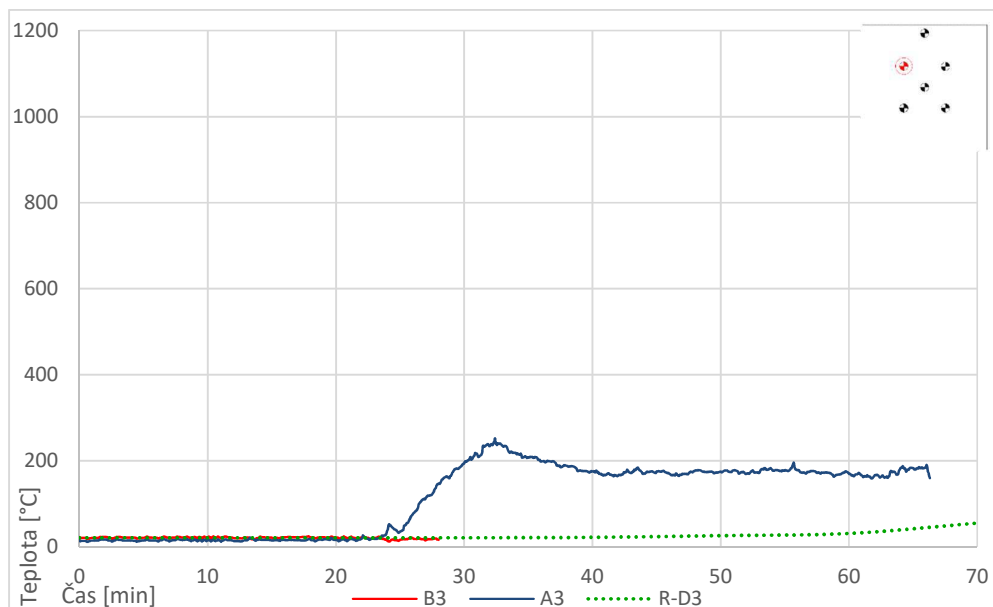
pravé části objektu velice podobné. Ani v jednom případě teploty nepřesáhnou hodnotu 80 °C, kromě drobných anomálií vzniklých po 30. minutě, které lze vysvětlit obdobně jako v předchozích případech. I přes fakt, že zkoušená konstrukce měla tepelně izolační vrstvu slaměných balíků o 100 mm tenčí, je rozdíl naměřených teplot při požární zkoušce objektu a experimentu v požární laboratoři do  $\pm 5\%$ .



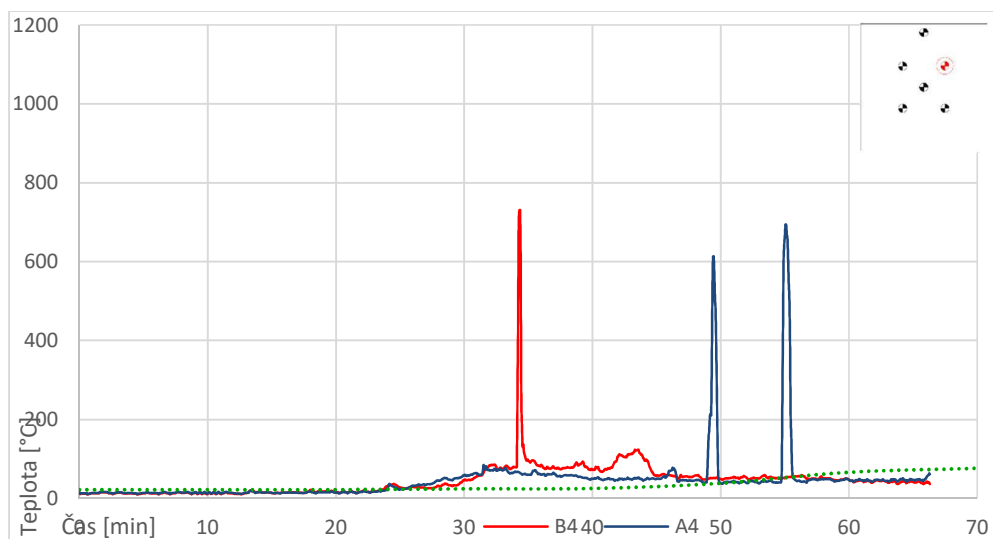
Obr. 41 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – II. kvadrant

Teploty na vnější straně, v horní části konstrukce (ve dvou třetinách výšky stěny – měřeno od výšky podlahy objektu), jsou znázorněny na Obr. 42 a Obr. 43. Z Obr. 42 je patrné, že termočlánek označený jako B3 zkolaboval již při 28 minutě požární zkoušky. Průběh teplot ve zbylých třech měřených místech byl až do 23. minuty totožný s průběhem teploty při požární zkoušce v požární laboratoři. Po uplynutí této doby začala naměřená teplota stoupat, u termočlátku A3 až na teplotu kolem 250 °C.





Obr. 42 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – III. kvadrant



Obr. 43 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – IV. kvadrant

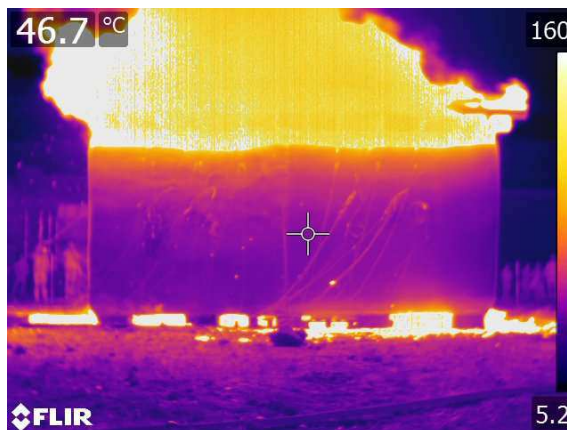
Severní stěna objektu byla, mimo jiné, snímána pomocí termokamery. Snímek termokamery pořízený ve 30. minutě (viz Obr. 44 a Obr. 45) požární zkoušky potvrdil, termočlánky naměřené hodnoty. Lze předpokládat, že navýšení teploty nastalo v důsledku odchlípnutí termočlánku od konstrukce, stejně jako u termočlánku B14 a místo teploty povrchu omítky stěny bylo snímáno teplo uvolněné z hořícího střešního pláště.

Odchlípnutí vnějších termočlánků není v našem případě příliš nepravděpodobný jev. Mohlo k němu dojít například v důsledku odpadnutí pravých dveří, které dopadly velice blízko

kompenzačního vedení a následně byly postrčeny hasiči tak, aby nedošlo k ovlivnění jednotlivých měření, či odpadnutí odhořelých částí střešního pláště.



*Obr. 44 - Běžný snímek termokamery ve 30. minutě požární zkoušky*



*Obr. 45 – Teploměrný snímek termokamery ve 30. minutě požární zkoušky*

## 5 Podpůrné výpočtové modely

### 5.1 I. model slaměné stěny

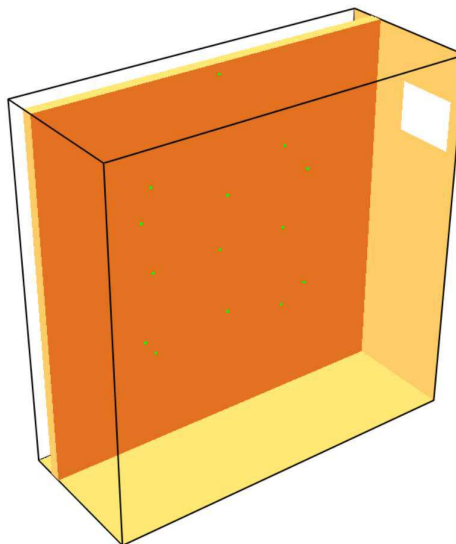
#### 5.1.1 Úvod

Pro ověření chování modelu slaměné stěny se bude řešený příklad zabývat modelem stěny s již odzkoušenou skladbou v akreditované požární laboratoři Pavus ve Veselí nad Lužnicí. Řešený příklad bude modelovat stěnu ze samonosné slámy. Skladba stěny bude shodná se skladbou použitou při požární zkoušce v České republice (viz 3.1.3, vzorek 1). Tento model slaměné stěny bude poté použit do diplomové práce do modelu experimentálního slaměného objektu. Model byl proveden v programu FDS.

#### 5.1.2 Model stěny

##### Modelovaný prostor

Pro účely tohoto modelu byla zvolena výpočetní síť o rozměrech 3 000 x 1 200 x 3 000 mm s velikostí jedné buňky 100 x 100 x 100 mm. V prostoru této sítě byla vymodelována stěna pomocí příkazu „OBST“ o rozměrech 3 000 x 3 000 mm s virtuální tloušťkou na šířku jedné výpočetní buňky tj. 100 mm (viz Obr. 46).



Obr. 46 - Model stěny v programu Smokeview

Hranice výpočetní sítě byly nastaveny jako inertní, kromě hranice na ose -Y, ta, jako jediná, byla definována jako otevřená pro simulování exteriéru na odvrácené straně modelované stěny.

Stěně byly přiřazeny povrchy pomocí příkazu „SURF\_ID6“, ve které už byla uvažována reálná tloušťka stěny, včetně skutečných tlouštěk jednotlivých vrstev použitých materiálů. Zdrojový kód výpočtového programu FDS je uveden v příloze tohoto dokumentu (viz Příloha 8).

### Definice materiálů

Modelované stěně byly materiály přiřazeny pomocí příkazu „SURF\_ID6“. Jak již bylo zmíněno, v modelu byla uvažována skladba slaměné samonosné stěny odzkoušené v akreditované laboratoři Pavus ve Veselí nad Lužnicí. Skladba stěny vypadá následovně: slaměné balíky jsou kladeny na vazbu a jsou propichovány závitovými tyčemi pro získání vodorovné tuhosti stěny. Na straně vystavené požáru (exponované) jsou balíky opatřeny hliněnou omítkou tl. přibližně 50 mm. Na straně odvrácené požáru jsou balíky opatřeny vápennou omítkou tl. 30 mm. Oba typy omítek jsou vyztuženy rabicovým pletivem. Pro účely tohoto modelu bylo zanedbáno použití pletiva v omítkách i použití závitových tyčí ve skladbě konstrukce.

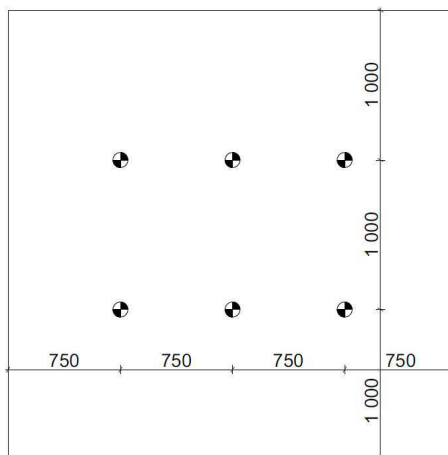
Definované materiálové vlastnosti byly uvažovány s konstantní hodnotou, neproměnnou s rostoucí teplotou. Uvažované hodnoty materiálových vlastností:

- Slaměné balíky:  $\rho = 93,7 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 2,0 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,06 \text{ W/(m.K)}$
- Hliněná omítka:  $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 1,0 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,461 \text{ W/(m.K)}$
- Vápenná omítka:  $\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 0,84 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,87 \text{ W/(m.K)}$

### Definice reaktantu a průběhu hoření

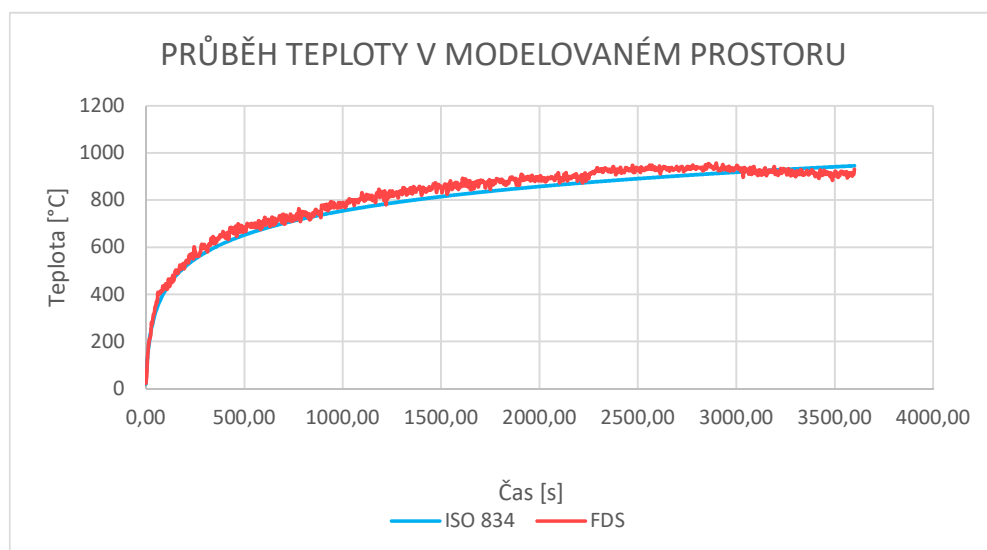
Pro ověření chování modelované stěny je hlavní prioritou dosáhnout v modelovaném prostoru průběhu teplot podle nominální normové teplotní křivky ISO 834. Pro účely tohoto modelu byly vymodelovány 4 hořáky, kterým byl přiřazen výkon 8 MW, pro jeden hořák. Jako reaktant byl zvolen a následně definován, pomocí příkazu „REAC FUEL“, propan. Dále zde byly vymodelovány přírodní otvory pro přívod vzduchu i odvodní otvory pro odvod vzniklého kouře tak, aby během výpočtu nedocházelo k numerické nestabilitě a nebyl kumulovaným kouřem ovlivněn plamen. Výkon hořáků je následně redukován v čase pomocí příkazu RAMP\_Q tak, aby na deskových termočláncích umístěných ve výpočetním prostoru, ve vzdálenosti 100 mm před

modelovanou stěnou viz Obr. 47, rostla teplota podle nominální normové teplotní křivky ISO 834.



Obr. 47 - Umístění deskových termočlánků v modelovaném prostoru

Výsledná teplota uvnitř modelovaného prostoru byla stanovena jako aritmetický průměr z teplot naměřených na jednotlivých deskových termočláncích. Průběh teploty uvnitř tohoto prostoru je patrný z Obr. 48. Modelovaný průběh teploty je znázorněn červenou křivkou. Tato teplota je v průběhu celé simulace mírně nadhodnocena, oproti normové teplotní křivce, kromě posledních 10 minut simulovaného času, ve kterých je mírně podhodnocena, ale i přesto modelovaná teplota celkem přesně kopíruje požadovanou normovou teplotní křivku.

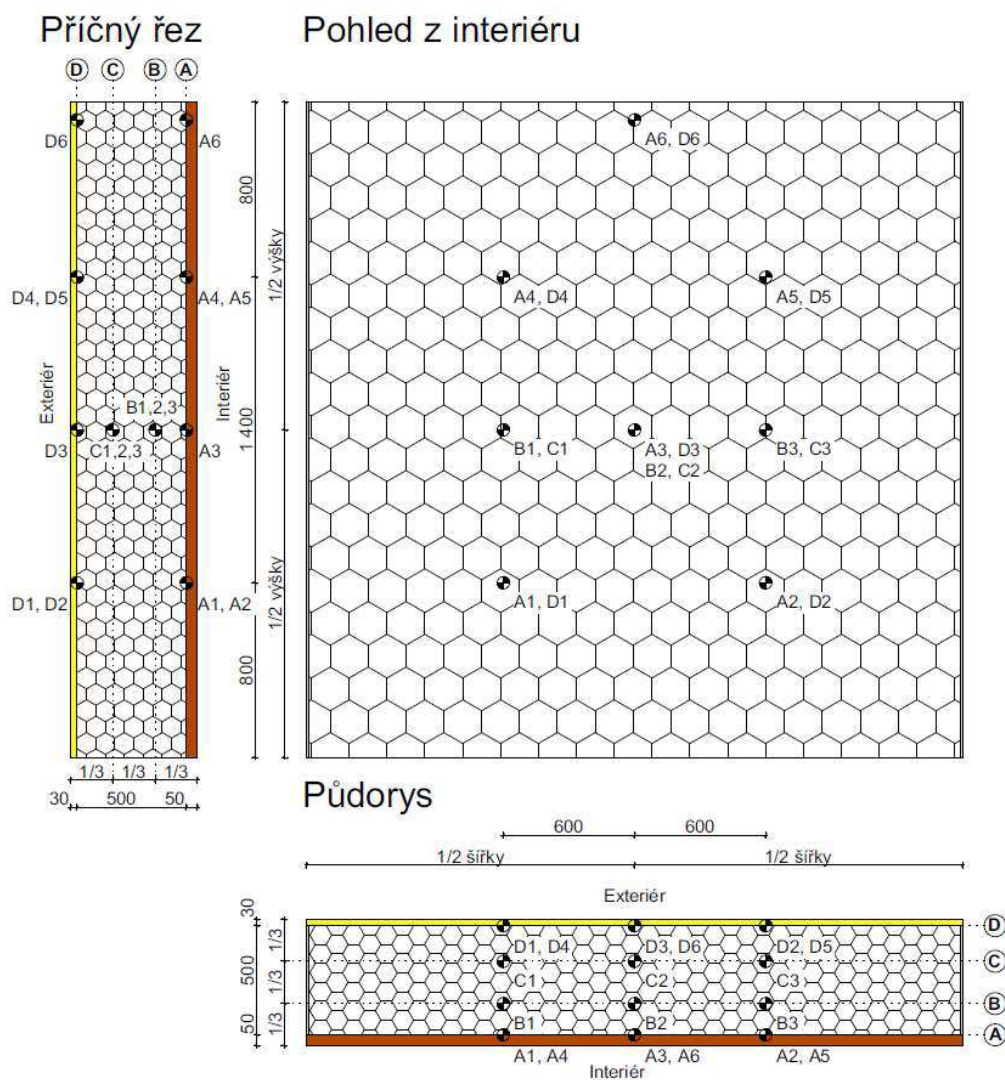


Obr. 48 - Průběh teploty v modelovaném prostoru

## Termočlánky

Definice termočlánků proběhla pomocí příkazu „DEVC“. Aby mohly být vypočtené (namodelované) hodnoty porovnatelné, byly termočlánky nadefinovány do stejných míst, ve kterých byly umístěny i při experimentu v České republice. Rozmístění termočlánků tedy kopíruje požadavky normy „ČSN EN 1365-1 Zkoušení požární odolnosti nosných prvků: Část 1: Stěny“.

Rozmístění termočlánku v modelovaném prostoru je patrné z Obr. 1 Obr. 49. V řezu jsou rozmístěny ve čtyřech vrstvách. První vrstva (A) čidel je umístěná těsně pod hliněnou omítkou, na rozhraní dvou materiálů: hlína – sláma. Druhá (B) a třetí vrstva (C) je umístěna vždy ve třetinách tloušťky konstrukce a poslední čtvrtá vrstva (D) se nachází z vnější strany těsně pod vápennou omítkou, také na rozhraní dvou materiálů: sláma – vápno.



Obr. 49 - Schéma modelovaných termočlánků [3]

### 5.1.3 Výsledky

Zkoušení požární odolnosti konstrukce probíhalo v akreditované zkušební laboratoři Pavus po dobu 144 minut, ale především z důvodu dlouhého výpočtového času v programu FDS byl modelován pouze výsek časového prostoru. Druhým aspektem pro modelování pouhých 60 minut je skutečnost, že měření, které proběhne při požární zkoušce na experimentálním objektu Slamák, nebude trvat déle než 60 minut, a proto není potřeba modelovat dlouhodobější prostup tepla slaměnou stěnou s aplikací hliněné omítky z požárem exponované strany.

Model porovnává průběhy teplot pouze v termočláncích umístěných na rozhraní hliněné omítky a slaměných balíků (termočláncí řady A). Modelování prostupu tepla dále do konstrukce (především termočláncí řady B) bude součástí diplomové práce. Z Obr. 9 v kapitole 3.1.3 je patrné, že největší vzestup teploty uvnitř konstrukce je zaznamenán právě na těchto termočláncích (na rozhraní hliněné omítky a slaměných balíků). V termočláncích řady B se až do 60. minuty teplo pouze kumuluje, začíná se odpařovat vlhkost, která se do slaměných balíků dostala především z aplikace hliněné omítky a další rozvoj teplot nastává až po 60. minutě. Termočláncí řady C a D ukazují dobré tepelně izolační vlastnosti slámy, když po zkoušenou dobu (144 minut) naměřená průměrná teplota v jejich úrovni nestoupne nad 120 °C.

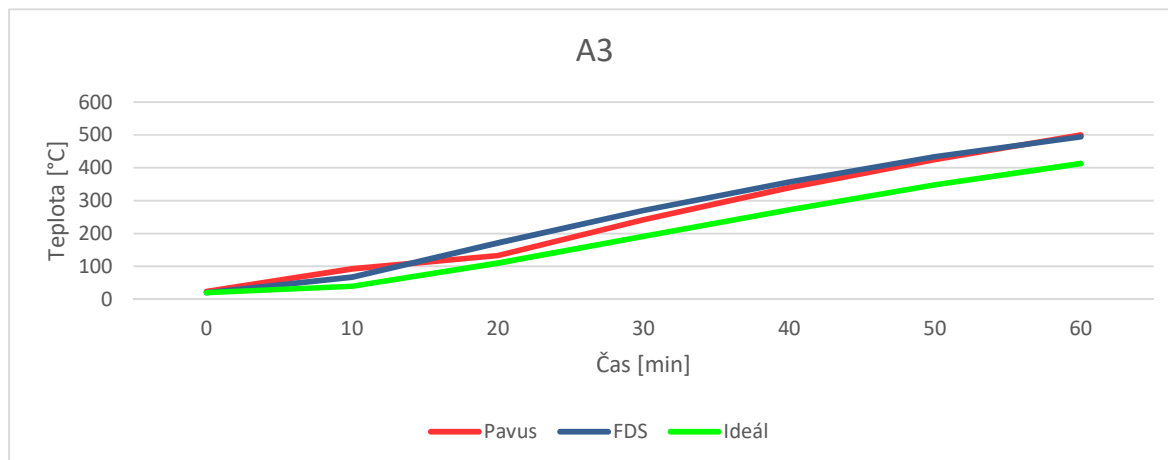
Namodelovaný průběh teplot na termočláncích v bodech A3 a A6 je znázorněn na Obr. 50 a Obr. 51., zbylé termočláncí řady A jsou uvedeny v příloze 2 (Obr. 88 –Obr. 90) Červeně je znázorněný průběh teploty naměřené na zkušebním vzorku při požární zkoušce v České republice v akreditované laboratoři Pavus ve Veselí nad Lužnicí. Dále model rozeznává dvě varianty slaměné stěny. První je na grafech označen jako „Ideál“ a je vyznačen zelenou křivkou. Jedná se o idealizovaný model stěny s použitím nejideálnějších materiálových charakteristik.

Materiálové charakteristiky použité pro idealizovaný model slaměné stěny:

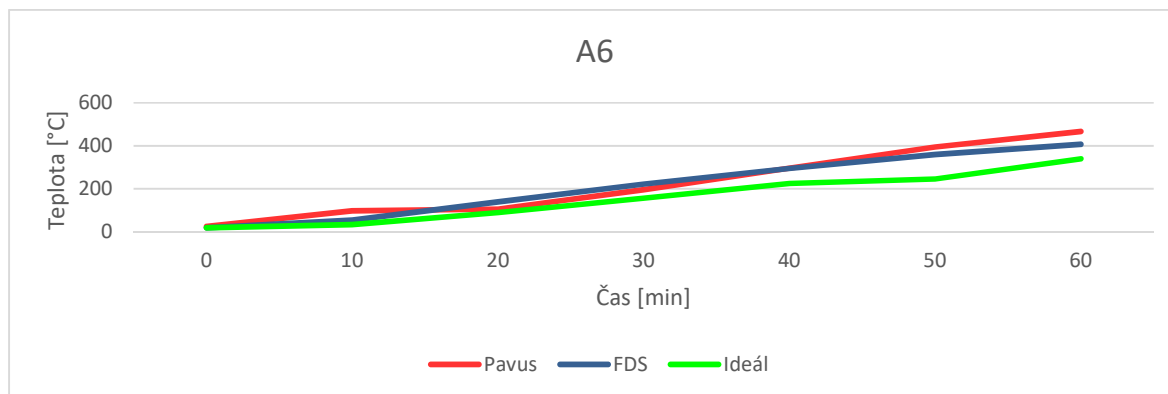
- Slaměné balíky:  $\rho = 120 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 2,00 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,06 \text{ W/(m.K)}$
- Hliněná omítka:  $\rho = 1734 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 1,00 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,461 \text{ W/(m.K)}$

- Vápenná omítka:  $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 0,84 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,87 \text{ W/(m.K)}$

Poslední křivka na následujících obrázcích je popsána jako FDS a je znázorněna modrou křivkou. Jedná se o namodelovaný průstup tepla slaměnou stěnou při použití materiálových charakteristik shodných s materiálovými charakteristikami použitých při požární zkoušce popsané v kap. 3.1.3. Výpis použitých charakteristik viz kap. 5.1.2.



Obr. 50 - Modelovaný průběh teploty v termočláncu A3



Obr. 51 - Modelovaný průběh teploty v termočláncu A6

## 5.2 II. model slaměné stěny

### 5.2.1 Úvod

První model se zabýval pouze průstupem tepla vrstvou hliněné omítky. Jelikož toto není pro účely této diplomové práce dostačující požadavek, byl na průstup tepla hlouběji do konstrukce použit nový model, který vycházel ze zkoušky provedené 29. 8. 2017 v požární laboratoři na



výzkumných plochách Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze (UCEEB).

## 5.2.2 Praktická zkouška v požární laboratoři

### Příprava vzorku

Pro účely požární zkoušky nám byl poskytnut vzorek slaměné stěny, který vytvořili studenti v rámci akce EnviroWorkshop vedené organizátory Martinem Volfem a Jakubem Divišem 7. 11. 2016. Jednalo se o stěnu tvořenou slaměnými balíky, které byly navrstveny uvnitř dřevěné konstrukce (dřevěného rámu). Konstrukci tvořily OSB desky tl. 18 mm, které byly vyztužené dřevěnými latěmi o průřezu 40 x 60 mm. Navrstvené balíky byly pro větší soudržnost propojeny dřevěnými kůly a celá konstrukce byla stažena (vodorovně i svisle) pomocí polypropylenových pásků. Na slaměné stěně byla provedena podhazová vrstva hliněné omítky (viz Obr. 52). Stěna měla rozměry přibližně 1,5 x 1,2 m a její tloušťka byla 0,5 m.

Po obdržení vzorku slaměné stěny se musel vzorek nejprve omítnout pomocí vyrovnávací vrstvy hliněné omítky a následně natáhnout pomocí finální štukové vrstvy hliněné omítky. Na hrubou (vyrovnávací) vrstvu byla použita dovezená pytlovaná směs hliněné omítky od společnosti PICAS, konkrétně „Hrubá omítka s přísadou řezanky PICAS – EKONOM“, na finální štukovou vrstvu pak „Jemná omítka PICAS – EKONOM“.

Podhazová vrstva byla realizována již před rokem, pomocí studentů v rámci výše zmíněného workshopu. Dlouhá pauza mezi nanášením jednotlivých vrstev a nezkušenost studentů zapříčinila, že provedená vrstva již nebyla v odpovídající kvalitě (drolila se a odpadávala). Z tohoto důvodu bylo nutné, aby byla hrubá vrstva omítky zapravena až do slaměných balíků, a to v místech, kde podhazová vrstva chyběla nebo neměla dostatečnou přilnavost ke slaměným balíkům, pro zajištění dostatečné soudržnosti obou materiálů (viz Obr. 53). Hrubá vrstva se na povrch stěny nanášela pomocí rukou, v přibližné tloušťce 30–40 mm. Po nanesení hrubé vrstvy hliněné omítky (viz Obr. 54) proběhla technologická pauza, která trvala přibližně 21 dní. Po uplynutí této doby přišlo na řadu nanesení finální štukové vrstvy, která se již nanášela pomocí zednického hladítka v tloušťce 3–5 mm (viz Obr. 55). Hliněná omítka byla realizována pouze na čelní straně vzorku a celková tloušťka nanesené omítky byla přibližně 40–50 mm. Celková tloušťka vzorku 540 mm.



Obr. 52 - Obdržený vzorek slaměné stěny



Obr. 53 - Nanášení hrubé vrstvy omítky



Obr. 54 - Vzorek po nanesení hrubé vrstvy omítky



Obr. 55 - Vzorek po nanesení jemné vrstvy omítky

### Příprava požární zkoušky – kalibrace zářiče

Vzorek byl ozařován pomocí plynového infrazářiče Kaspo K30, který byl v požadované výšce přimontován na ocelovou konstrukci vyrobenou z úhelníků (viz Obr. 56). Pro zjištění tepelného výkonu, kterým zářič disponuje, a pro jeho kalibraci pro naše účely byla použita sádrokartonová deska, do které byl zapraven plášťový termočlánek, radiometr a na povrchu konstrukce byl přimontován terčikový termočlánek (viz Obr. 57).

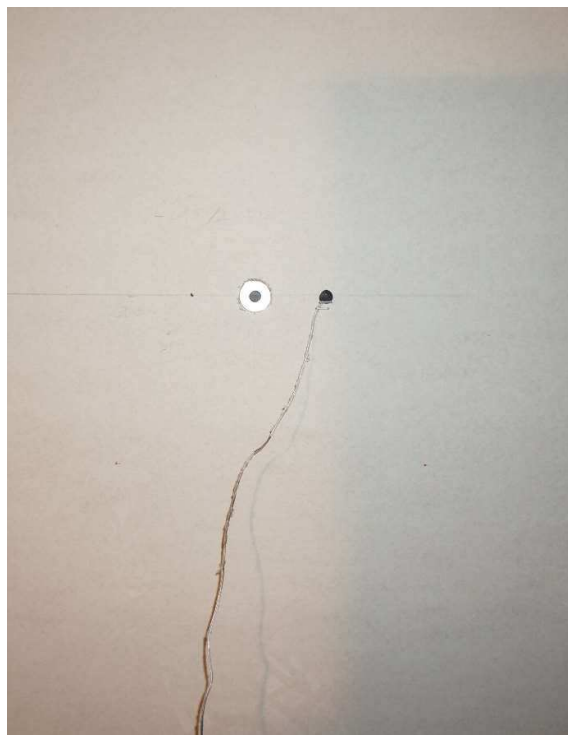
Infrazářič byl postaven do vzdálenosti 80 cm od ozařované plochy. Sádrokartonová deska byla vystavena tepelnému toku po dobu přibližně 5 minut. Poté bylo měření ukončeno pomocí uzavření přívodu plynu do infrazářiče a následně byl zářič posunut blíže ozařované ploše (do vzdálenosti 60 cm) a stěna byla opět vystavena tepelnému toku po dobu 5 minut. Tento proces se opakoval i ve vzdálenostech 40, 20 a 10 cm od plochy.

Výsledkem tohoto procesu bylo zjištění, že pokud bude kryt infrazářiče umístěn 10 cm od ozařovaného povrchu a jeho příkon bude nastaven na 30 kW, bude dopadající tepelný tok, na

ozařovaný povrch stěny, roven hodnotě přibližně  $22 \text{ kW/m}^2$ . Plechové krytí infrazářiče je hluboké 15 cm, tzn. že sálající povrch byl od ozařovaného povrchu vzdálen 25 cm.



Obr. 56 - Ocelová konstrukce infrazářiče



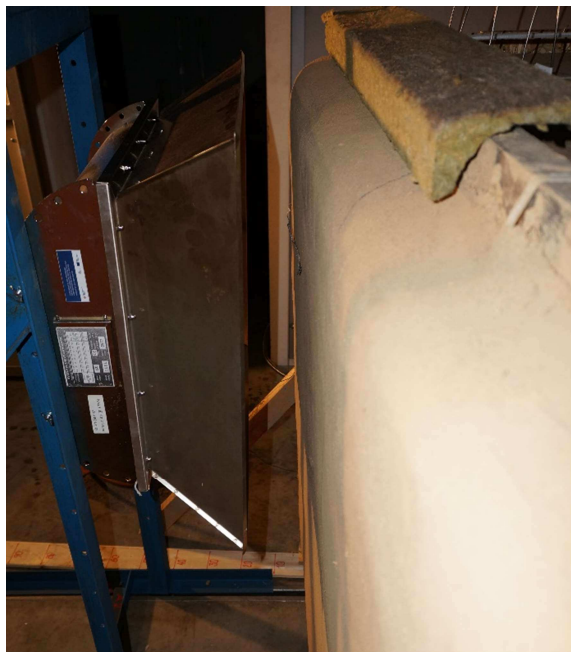
Obr. 57 - umístění termočlánků v SDK desce

### Příprava požární zkoušky – instalace vzorku a termočlánků

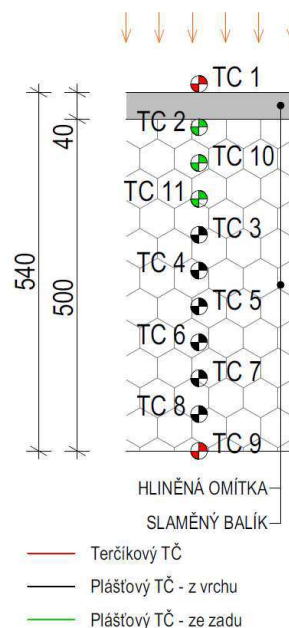
Vzorek slaměné stěny byl dopraven pomocí paletového vozíku do požární laboratoře a byl ustaven na kostkách zámkové dlažby. Před vzorek byla umístěna ocelová konstrukce, na které byl osazen infrazářič tak, aby byl jeho kryt umístěn do vzdálenosti 10 cm od povrchu a mohl ozařovat levou horní čtvrtinu slaměné stěny. V původním plánu požární zkoušky totiž bylo vyzkoušení 4 různých variant ozařování zkoušené stěny a následné porovnání naměřených výsledků, ale kvůli nepředvídaným okolnostem muselo být od původního plánu upuštěno. Osazení vzorku stěny a zářiče viz Obr. 58 a Obr. 61.

Do konstrukce bylo zabudováno celkem 11 termočlánků, které byly rozmístěny přibližně po 50 mm. Termočlánky umístěné na povrchu konstrukce (TC 1 a TC 9) byly jako jediné terčíkové. Ostatní termočlánky byly plášťové. Většina termočlánků byla do konstrukce zabudována skrze dřevěný rám, do kterého byly vyvrtány díry pro možné prostrčení termočlánků (viz Obr. 60). Na horní části konstrukce byl umístěn proužek minerální vaty k ochraně dřevěné konstrukce a termočlánků před tepelným tokem. Pouze tři termočlánky byly propíchnuty skrze zadní

neomítnutou stranu konstrukce téměř po celé její tloušťce. Schéma rozmístění termočlánků viz Obr. 59.



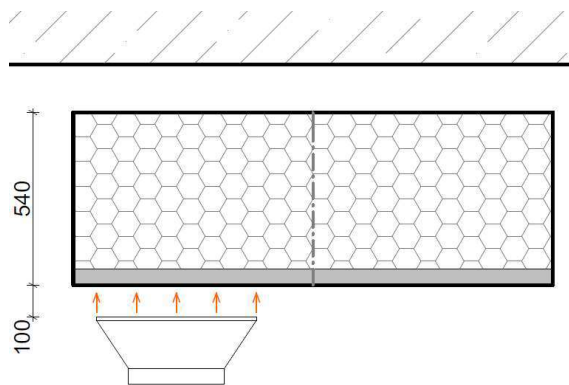
Obr. 58 - Umístění zářiče před vzorkem



Obr. 59 - Schéma rozmístění TČ



Obr. 60 - Z vrchu zabudovávané termočlánky



Obr. 61 - Schéma umístění stěny v laboratoři

### Průběh požární zkoušky

Po osazení termočlánků mohla být zahájena požární zkouška. Spuštění časoměry zahájení zkoušky proběhlo v čase 0:00, zahájení sběru dat pak v čase 1:00 a iniciace zápalného zdroje pak v čase 1:01. Iniciace zářiče probíhala manuálně, pomocí zapalovače, kterým zkušební technik zažehl panel.

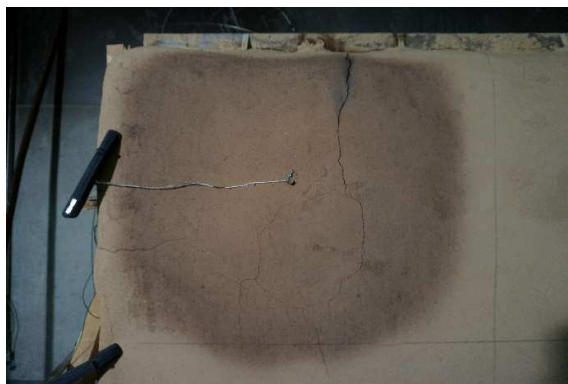
V 6. minutě požární zkoušky se již začala vypalovat ozařovaná hlína a začaly vznikat drobné trhliny, první větší trhlina byla svislá a vznikla již v čase 6:50, uprostřed ozařované plochy

vzorku. Přibližně po 20 minutách začaly vznikat i vodorovné trhliny na boku konstrukce. Ve 35 minutě byl již viditelný únik vodní páry, skrze netěsnosti mezi omítkou a dřevěným rámem konstrukce, který postupně narůstal. Ve 48. minutě se teplota pod vrstvou omítky dostala nad hranici 170 °C a došlo k přetavení ztužujících polypropylenových pásek, mírnému vybočení slaměné konstrukce z dřevěného rámu a prudkému nárůstu teploty v podomítkové vrstvě. V důsledku tohoto kolapsu musela být stěna vrácena do původní polohy, a to pomocí ocelových svorek, které byly přichyceny na jejích okrajích. Po opětovném přichycení stěny zpět do rámu nenastal žádný neobvyklý jev a zkouška mohla být v 60. minutě ukončena. Protokol o požární zkoušce je uveden v příloze tohoto dokumentu (viz Příloha 1).

Po ukončení zkoušky, až do 90. minuty, stále docházelo k celkem prudkému nárůstu teplot uvnitř konstrukce, postupnému zvětšování trhlin na povrchu konstrukce a masivnímu úniku vodní páry. Vzrůstající teploty a deformace zapříčinily vzplanutí vzorku přibližně ve 120. minutě od začátku zkoušky (tedy 60 min od ukončení). K zahoření došlo na odvrácené neomítnuté straně, kdy se v důsledky vysokých teplot vznítala nechráněná sláma. Průběh chladnutí vzorku viz Obr. 62 – Obr. 65.



Obr. 62 - Vzorek 5 minut po končení zkoušky



Obr. 63 - Vzorek 45 minut po ukončení zkoušky



Obr. 64 - Vzorek 65 minut po ukončení zkoušky

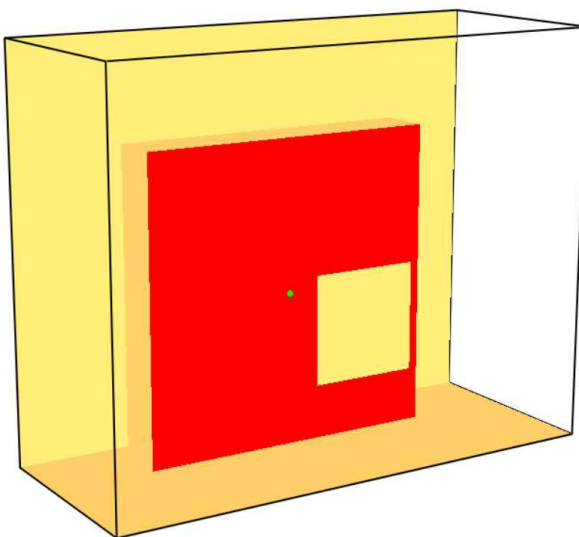


Obr. 65 - Vzorek 80 minut po ukončení zkoušky

### 5.2.3 Model stěny

#### Modelovaný prostor

Modelovaný prostor tvořila výpočetní síť o velikosti 1000 x 400 x 800 mm s velikostí jedné buňky 200 x 50 x 200 mm. V modelovaném prostoru byl pomocí příkazu „OBST“ vymodelován vzorek stěny o rozměrech 600 x 600 mm s tloušťkou na dvě výpočetní buňky, tj. 100 mm (viz Obr. 66). Rozměry modelované stěny sice neodpovídají rozměrům zkoušené stěny, ale pro potřeby tohoto modelu je takové řešení dostačující, protože účelem modelu je pouze simulace prostupu tepla hlouběji do slaměné konstrukce. Prostup tepla bude hodnocen pouze v jednom místě modelu, a to přímo ve středu ozařované plochy.



Obr. 66 – Model stěny II v programu Smokeview

Hranice výpočtového modelu byly nastaveny tak, aby simulovaly okolní prostředí požární laboratoře. Všechny hranice byly nastaveny jako „OPEN“, kromě hranice na ose – Y, která jako jediná simulovala betonovou zeď. Pro zjednodušení modelu byla tato hranice nastavena jako inertní.

Povrchy vymodelované obstrukce byly přiřazeny pomocí příkazu „SURF\_ID6“. Na každou osu byl tímto příkazem přiřazen jiný povrch, kde osy +/- Y a +/- Z byly definováno jako inertní, osa - Y jako povrch „SLAMA“ a osa + Y jako povrch („HLINA“) (viz dále). Zdrojový kód výpočtového programu FDS je uveden v příloze tohoto dokumentu (viz Příloha 9).

### Definice materiálů

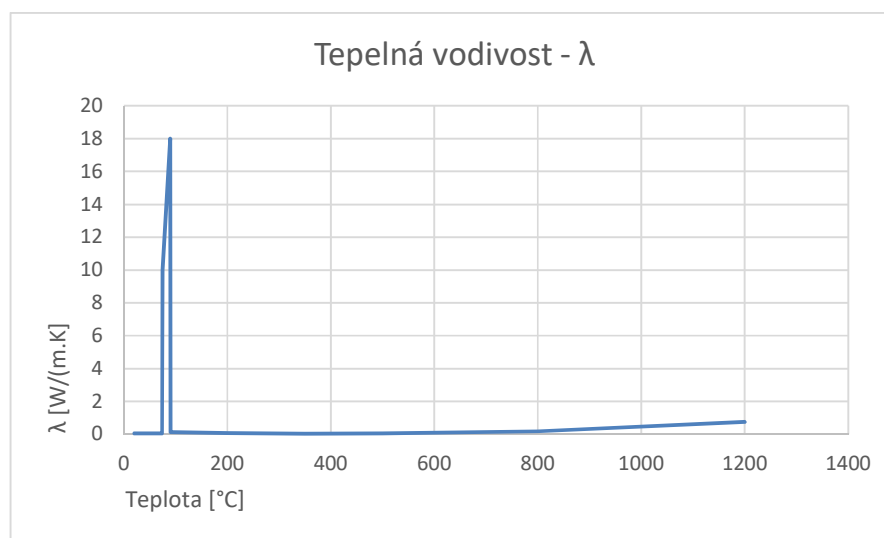
Ve výpočtovém modelu byly nadefinovány dva povrchy tak, aby složení modelované konstrukce co nejvíce odpovídalo provedenému experimentu. Definované povrchy již obsahovaly údaje o skutečných tloušťkách jednotlivých vrstev, včetně údaje o rozložení poměrové vlhkosti ve vrstvě slaměných balíků. Údaje o vlhkosti byly do modelu zapracovány z důvodu nutné simulace odpařování vody při zvyšujících se teplotách. V modelu byly definované povrchy pro konstrukci slaměné stěny, které se skládaly celkem ze 3 materiálů (sláma, hlína, voda).

Definované materiálové vlastnosti již nebyly uvažovány s konstantní hodnotou, nýbrž s hodnotami proměnnými v závislosti na rostoucí teplotě. Definovaný průběh tepelné vodivosti slaměných balíků je znázorněn na Obr. 67 a průběh měrné tepelné kapacity na Obr. 68.

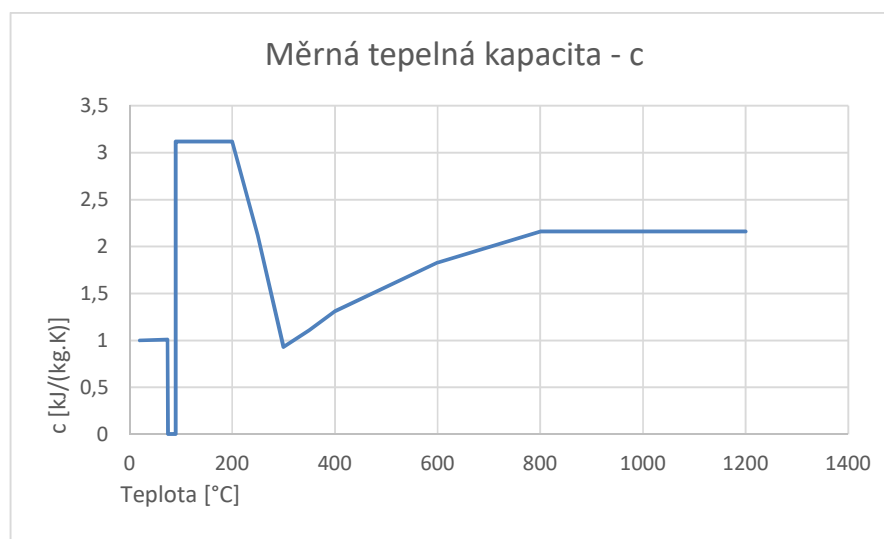
#### Uvažované hodnoty materiálových vlastností:

- Slaměné balíky:  $\rho = 90 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 1,0 \text{ kJ/(kg.K)}$ , uvažováno při  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\lambda = 0,06 \text{ W/(m.K)}$ , uvažováno při  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Hliněná omítka:  $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 0,920 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,700 \text{ W/(m.K)}$
- Voda:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 4,185 \text{ kJ/(kg.K)}$   
 $\lambda = 0,06 \text{ W/(m.K)}$ , uvažováno při  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

V čase proměnné materiálové charakteristiky slámy se bohužel z žádného relevantního zdroje nepodařilo dohledat a k jejich změření nebyly k dispozici potřebné měřicí přístroje. Z tohoto důvodu se muselo přikročit k premise, že sláma, stejně jako dřevo jsou materiály na celulózní bázi a jejich materiálové charakteristiky se budou s rostoucí teplotou měnit velice podobně. Z tohoto důvodu byly převzaty nekonstantní hodnoty pro tepelnou vodivost a měrnou tepelnou kapacitu dřeva [11] a ty byly následně poměrově přepočteny vzhledem k jejich hodnotám při  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Získané hodnoty pak byly upravovány tak, aby prostup tepla konstrukcí, především teplo spotřebované na vypařování vody z konstrukce odpovídalo hodnotám naměřeným při zkoušce.



Obr. 67 - Definovaný průběh tepelné vodivosti slaměných balíků



Obr. 68 - Definovaný průběh měrné tepelné kapacity slaměných balíků

### Definice reaktantu a hoření

Reaktant byl v modelovaném prostoru definován pomocí příkazu „REAC FUEL“ a reagující látkou byl propan. Pro simulaci sálající plochy plynového infrazáříče byl na hranici modelu definovaný „OBST“, který byl od ozařované stěny vzdálen 250 mm. Tato vzdálenost přesně odpovídala provedené zkoušce, při které byla konstrukce infrazáříče umístěná 100 mm od ozařované plochy s navýšením 150 mm, které tvořilo plechové krytí záříče.

Na vymodelovanou obstrukci byl pomocí příkazu „SURF“ přiřazen povrch, který simuloval umístěný infrazáříč. Povrchu byla pomocí příkazu „TMP FRONT“ nastavena



povrchová teplota, na kterou se zahřejí keramické destičky hořáku. Teplota odpovídala přibližné hodnotě 800 °C. [12]

### Termočlánky

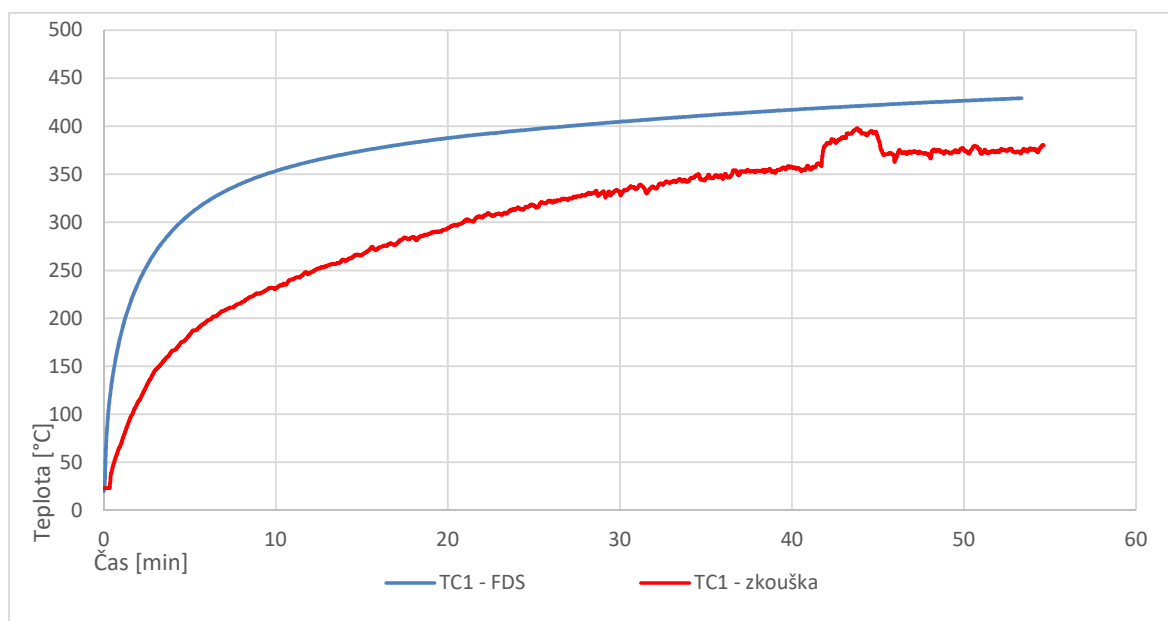
Termočlánky byly do modelované konstrukce implementovány tak, aby jejich rozmístění po průřezu konstrukce odpovídalo provedené malorozměrové zkoušce v požární laboratoři. Termočlánky byly umístěny po 50 mm, jejich rozmístění uvnitř modelované konstrukce odpovídá Obr. 59. Termočlánky byly definovány pomocí příkazu „DEVC“, kterým byla, pomocí podružného příkazu „QUANTITY“, přiřazena hodnota „WALL TEMPERATURE“, pro povrchový termočlánek a hodnota „INSIDE WALL TEMPERATURE“ pro termočlánky uvnitř konstrukce.

## 5.2.4 Porovnání výsledků výpočtového modelu a experimentu

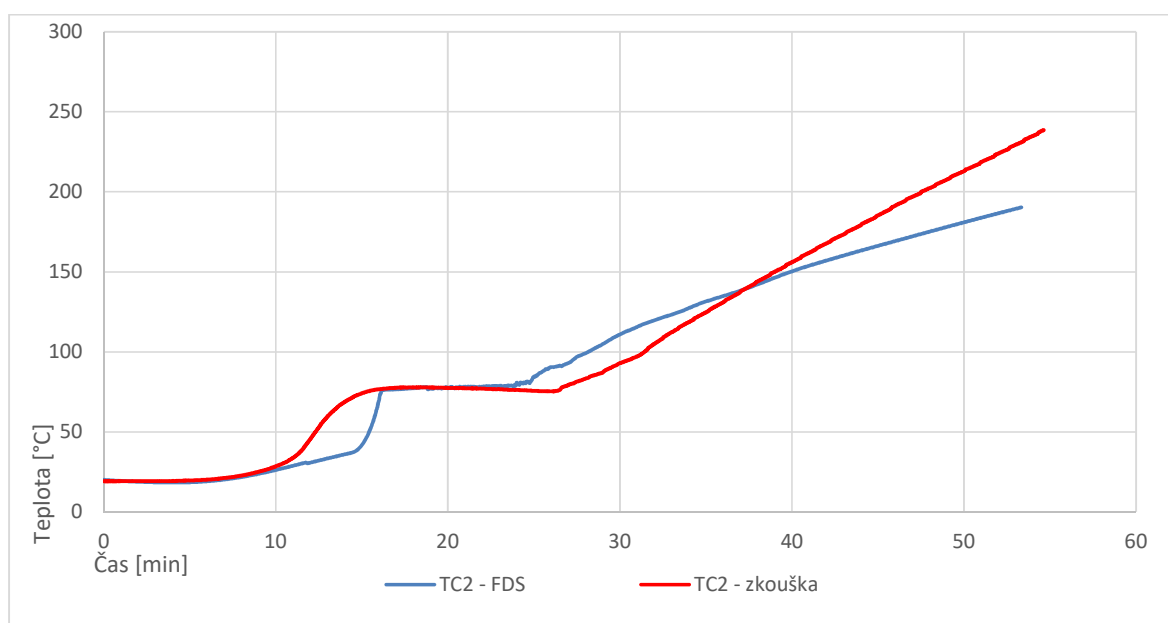
Porovnání průběhu teplot naměřených při požární zkoušce v požární laboratoři a získaných výpočtem provedeným v programu FDS bude porovnáno pouze ve dvou vrstvách (na povrchu konstrukce a ve vrstvě slaměných balíků), což bude pro účely modelu experimentálního objektu zcela dostačující.

Průběh teplot na povrchu konstrukce je znázorněn na obrázku Obr. 69. Teplota na povrchu konstrukce narůstala rovnoměrně až do 41. minuty, poté došlo k přetavení ztužujících pásků a mírnému vybočení konstrukce z dřevěného rámu. V důsledku tohoto jevu byl termočlánek přiblížen k sálavému panelu a vznikl tak prudký nárůst teploty zaznamenaný v grafu. Po upevnění vzorku zpět do rámu teplota opět začala narůstat rovnoměrně.

I přesto, že modelovaný prostor odpovídal provedenému experimentu je z grafu je patrné, že průběh teplot naměřený při výpočtu je řádově o desítky °C větší. Tento problém mohl vzniknout v důsledku hned několika okolností. Jednou z příčin rozdílných teplot by mohlo být mírné odchýlení termočlánu od konstrukce stěny. Termočlánek pak neměřil průběh teplot na povrchu, ale měřená teplota byla ovlivněna teplotou okolního prostředí. Dalším faktorem ovlivňující jednotlivé průběhy teplot by mohl také být vliv digestoře a sním spojený odtah plynů a par z prostoru požární laboratoře, který byl v modelu zanedbán.



Obr. 69 - Průběh teploty na povrchu konstrukce



Obr. 70 - Průběh teploty uvnitř vrstvy slaměných balíků

Průběh teploty ve vrstvě slaměných balíků je znázorněn na Obr. 70. Z grafu je patrné, že se díky proměnným materiálovým charakteristikám vrstvy slaměných balíků podařilo nasimulovat vypařování vodní páry z konstrukce stěny. Teplota zkoušené stěny se i přes nižší teplotu povrchu konstrukce začíná zahřívat dříve a vypařování vodní páry probíhá delší dobu, než je tomu u modelované stěny, ale takovýto schodek průběhu teplot je pro účely modelu experimentálního objektu dostačující.

## 5.3 Model požárního zatížení

### 5.3.1 Úvod

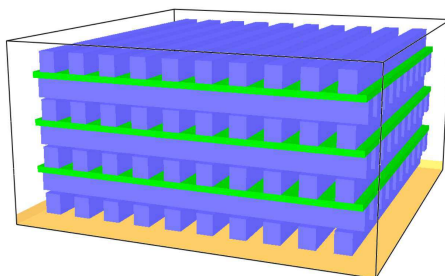
Model požárního zatížení vychází z navržených hranic požárního zatížení, které byly rozmístěny uvnitř experimentálního objektu (viz kap. 4.3 – Požární zatížení). Předmětem modelu je pouze jedna pravidelná volně stojící hranice, která má rozměry 800 x 800 mm. Hranice je tvořena latěmi o průřezu 40 x 50 mm. Její výška je celkem 395 mm a je tvořena 7 řadami latí, které jsou vždy po dvou řadách proloženy OSB deskou, tl. 15 mm. Zdrojový kód výpočtového programu FDS je uveden v příloze tohoto dokumentu (viz Příloha10).

### 5.3.2 Model

#### Modelovaný prostor

Modelovaný prostor byl zvolen jen o trochu větší, než jsou rozměry modelované požární hranice, jeho celkové rozměry jsou 880 x 880 x 420 mm. Modelovaný prostor byl kvůli rozdílným výškám latí a tloušťce OSB desek rozdělen a skládá se celkem z 5 výpočetních oblastí umístěných nad sebou. Jedna výpočetní oblast zahrnuje vždy buď 2 řady latí nebo 1 řadu OSB desky. Velikosti výpočetních buněk jsou 20 x 20 x 25 mm pro oblast zahrnující dřevěné latě a 20 x 20 x 5 mm pro oblast zahrnující OSB desku.

Model hranice je zobrazen na Obr. 71, skládá se celkem ze 70 kusů latí a třech řad OSB desek. Latě použité v modelu jsou průřezu 40 x 50 mm a jsou dlouhé 800 mm. OSB desky použité v modelu jsou o půdorysných rozměrech 800 x 800 mm, tloušťky 15 mm. Latě umístěné v hranici jsou vždy skládány křížem nad sebou. V jedné řadě je umístěno celkem 10 latí mezi kterými jsou vytvořeny mezery o velikosti 40 mm a jsou vždy v podélném směru odsazeny 20 mm od hrany půdorysného průmětu hranice. Hranice je tvořena celkem sedmi řadami dřevěných latí, které jsou po dvou řadách proloženy OSB deskou. Celková výška vyskládané hranice činí tedy 395 mm.



Obr. 71 - Model hranice požárního zatížení

## Definice materiálů

V modelu byly nadefinovány pouze dva materiály: smrkové dřevo a OSB desky. Definované materiálové vlastnosti byly uvažovány s konstantní hodnotou, neproměnnou v závislosti na rostoucí teplotě. Uvažované hodnoty materiálových vlastností:

- Dřevo:
  - $\rho = 400,0 \text{ kg/m}^3$
  - $c = 1,63 \text{ kJ/(kg.K)}$
  - $\lambda = 0,20 \text{ W/(m.K)}$
  - $\Delta H_c^0 = 1,8E4 \text{ kJ/kg}$
- OSB:
  - $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$
  - $c = 1,30 \text{ kJ/(kg.K)}$
  - $\lambda = 0,20 \text{ W/(m.K)}$
  - $\Delta H_c^0 = 1,8E4 \text{ kJ/kg}$

Na základě těchto modelovaných materiálů byly do modelu definovány dva rozdílné povrchy pro dva různé materiály. Oběma povrchům byly nastaveny další materiálové vlastnosti jako je například teplota vznícení, která byla u obou nastavena na hodnotu 270 °C, odhořívání povrchu či skutečná (výpočtová) tloušťka materiálů. Modelovaným prvkům hranice byly povrchy přiřazeny pomocí příkazu „SURF\_ID“, který přiřadil požadovaný povrch na všechny povrchy vymodelovaných obstrukcí.

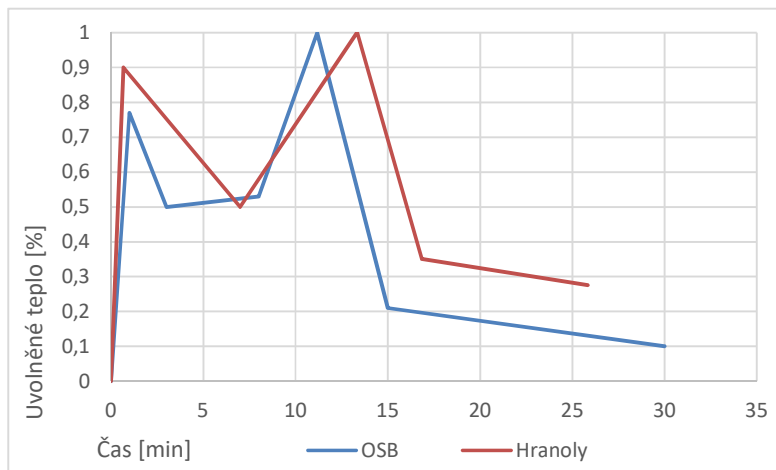
## Definice reaktantu a průběhu hoření

Snahou tohoto modelu bylo napodobit skutečný průběh hoření. Zdrojem požáru v modelovaném prostoru je miska s petrolejem, která je pro zjednodušení modelována pomocí příkazu „OBST“ přesně doprostřed hranice. Obstrukce má rozměry 200 x 200 mm a je jí pomocí podružného příkazu „SURF\_IDS“ přiřazen povrch „IGNITOR PETROLEJ“, který je umístěný na jejím vrchu a kterým se simuluje iniciační zdroj požáru při zkoušce.

Iniciační zdroj je nastavený tak, aby vyhořel přibližně po 300 sekundách. Po této době již plameny přeskočí na modelovanou dřevěnou hranici, která hoří i bez přítomnosti iniciačního zdroje.

Pro účely tohoto modelu byl ve výpočtovém programu zvolen nejjednodušší způsob definice hoření. Definice proběhla pomocí příkazu „Q\_RAMP“, kterým byla hranolům a následně i OSB deskám přiřazena procentuální křivka uvolňování tepla. Hodnoty rychlosti uvolňování tepla pro oba materiály byly převzaty z kalorimetrických zkoušek Jakuba Procházky a Petra Hejtmánka

provedených dne 12.11.2015 v Technickém ústavu požární ochrany (TÚPO HZS ČR) v Praze Modřanech. Průběh jednotlivých křivek je znázorněn na grafu (Obr. 72).



Obr. 72 - Definice průběhu hoření

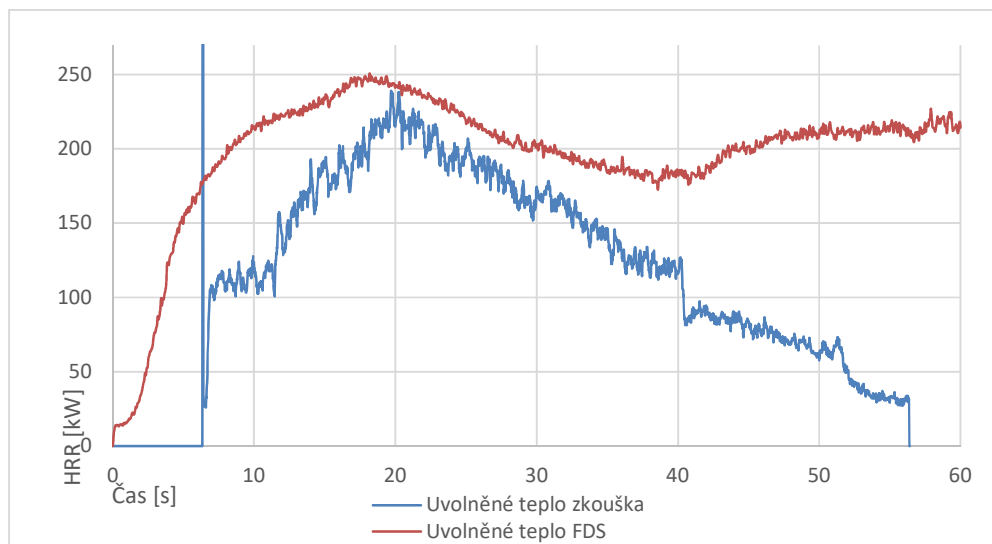
### Termočlánky

Hlavním cílem tohoto modelu bylo získání informace, kolik modelovaná hranice uvolní tepla a mohl být její zjednodušený model použit v komplexním modelu experimentálního objektu, ale i přesto zde byly umístěny některé termočlánky.

Termočlánky byly modelovány pomocí příkazu „DEVC“. V modelu bylo rozmístěno celkem 5 termočlánků přibližně 25 mm nad úroveň modelované hranice. První termočlánek byl umístěn uprostřed půdorysu. Další termočlánky byly umístěny obousměrně ve třetině a ve dvou třetinách hranice. Pozice jednotlivých termočlánků je patrná z Obr. 77.

### Výsledky

Na Obr. 73 je znázorněný průběh uvolněného tepla vypočteného výpočtetním programem FDS v porovnání s malorozměrovým experimentem v požární laboratoři. Z grafu je patrné, že se uvolněné teplo zkoušené hranice se začalo měřit přibližně v 5 minutě požární zkoušky. Opožděné měření zapříčinila technická závada na měřicím zařízení. I přesto, že je zkoušená hranice požárního zatížení menší (0,5 x 0,5 m) oproti hranici modelované (0,8 x 0,8 m), tak křivka uvolněného tepla zkoušené hranice kopíruje křivku modelované hranice a v maximálním bodě dosahuje přibližně stejných hodnot. Poté již začíná křivka klesat z důvodu nedostatečného množství požárního zatížení, kdežto křivka výpočtového modelu dále stoupá, až do ukončení výpočtu, které proběhlo v 60. minutě.



Obr. 73 - Porovnání množství uvolněného tepla při požární zkoušce a v modelu

### 5.3.3 Praktická zkouška v požární laboratoři

Provedená zkouška probíhala v požární laboratoři Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze. Pro účely provedené zkoušky posloužily dřevěné latě, které byly jako přebytečné vyřazeny z celkového množství latí dodaných pro účely požárního zatížení v experimentálním objektu. Z tohoto důvodu nemohla zkoušená hranice odpovídat rozměrům hranic použitých při požární zkoušce experimentálního objektu.

#### Příprava vzorku

Hranice požárního zatížení byla umístěna uvnitř požární laboratoře, pod odtahovým zvonem, na digitální váze KERN. Aby nedošlo k poškození váhy, byly na ní položeny desky z minerální vaty tloušťky 2x 30 mm (2 řady křížem ložené), SDK deska a ocelový plech na který se následně začala skládat první řada hranice.

První řadu tvořily pouhé dvě latě, které sloužily jako distanční podložky pod hranicí a tím vznikl prostor pro umístění zápalného zdroje (viz Obr. 74). Další řady již byly vrstveny křížem tak, aby mezi latěmi vznikly mezery o velikosti 40 mm. Hranici tvořilo celkem 30 ks latí o průřezu 40 x 50 mm, délky 500 mm, které byly vrstveny v pěti plnohodnotných řadách (6 latí / řada) a byly proloženy OSB deskami tl. 15 mm, o rozměrech 500 x 500 mm, vždy po dvou plnohodnotných řadách (2 ks OSB). Sestavená hranice požárního zatížení viz Obr. 75. Použité dřevo bylo impregnované proti dřevokazným plísním, houbám a škůdcům a prosychalo v suchém prostředí po dobu přibližně 5 měsíců. Celková hmotnost vyskládané hranice byla 19,02 kg.



Obr. 74 - Založení požární hranice

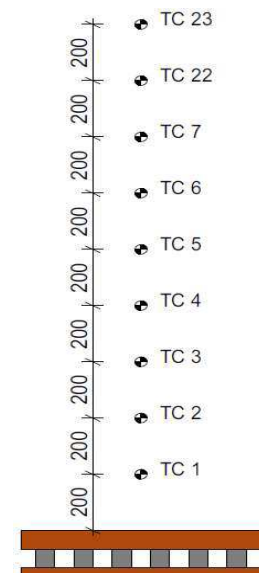


Obr. 75 - Hranice požárního zatížení

Iniciace hranice proběhla pomocí benzínu, který byl napuštěn do kanálku z minerální vaty. V desce minerální vaty byla pomocí planžetového nože vydlabána drážka, do které bylo následně napuštěno přibližně 150 ml benzínu (viz Obr. 29 a Obr. 30). Poté byl kanálek zasunut pod vyskládanou dřevěnou hranici. Iniciaci benzínu uvnitř kanálku provedl proškolený technik požární laboratoře ručně, pomocí zapalovače (viz Obr. 76).



Obr. 76 - Iniciace benzínu



Obr. 77 - Schéma rozmístění TČ

### Příprava požární zkoušky – instalace termočlánků

Teploty byly měřeny pomocí stromu termočlánků, který byl umístěný nad hranicí požárního zatížení. Strom sestával celkem z 9 plášťových termočlánků, které byly přimontovány pomocí vázacího drátu na stojan, který byl ustaven vedle hranice. Termočlánky byly rozmístěny po vzdálenosti 200 mm nad sebou. Rozmístění termočlánků viz Obr. 77.

### Průběh požární zkoušky

Hranice požárního zatížení před zahájením požární zkoušky viz Obr. 78. Po iniciaci a umístění zápalného zdroje pod hranici mohla začít požární zkouška. Začátek požární zkoušky proběhl bez problémů. Už v 1. minutě zkoušky začaly chytat dřevěné latě a již ve 3. minutě plameny zahalovaly celou hranici. Chvilí po zahájení zkoušky se teprve zjistilo, že se nespustilo měření uvolněného tepla (HRR) a začalo se s jeho měřením přibližně až v 5. minutě zkoušky (viz Obr. 79). K vyhoření iniciačního zdroje, respektive vyhoření benzínu nasáknutého v kanálku z minerální vaty, došlo přibližně v 8. minutě požární zkoušky. V 11. minutě došlo k nastavení vyššího výkonu ventilátoru odsávajícího zplodiny hoření, konkrétně na 60 %.

Hranice celkem dlouho držela svůj původní tvar až po 30. minutě (viz Obr. 80) se začala výrazněji deformovat a krátce po 40. minutě už došlo k jejímu sesunutí. Experiment probíhal bez problému, nedošlo k žádné nečekané situaci ani k rozvalení ohořelých zbytků hranice mimo vymezený prostor. Požární zkouška byla ukončena přibližně v 56. minutě (viz Obr. 81).

Hmotnost neshořelých zbytků byla přibližně 0,25 kg, bohužel při požární zkoušce došlo k vysušení a rozdrolení SDK desky v místě, kde byl položen ocelový plech a nejedná se tak o zcela objektivní údaj. Celý záznam požární zkoušky viz příloha 3 protokol o požární zkoušce FireLAB\_04\_2017\_09\_13. Postupný průběh požární zkoušky v 5. minutových intervalech viz obrázková příloha 4.



*Obr. 78 - 0. minuta*



*Obr. 79 - 5. minuta*





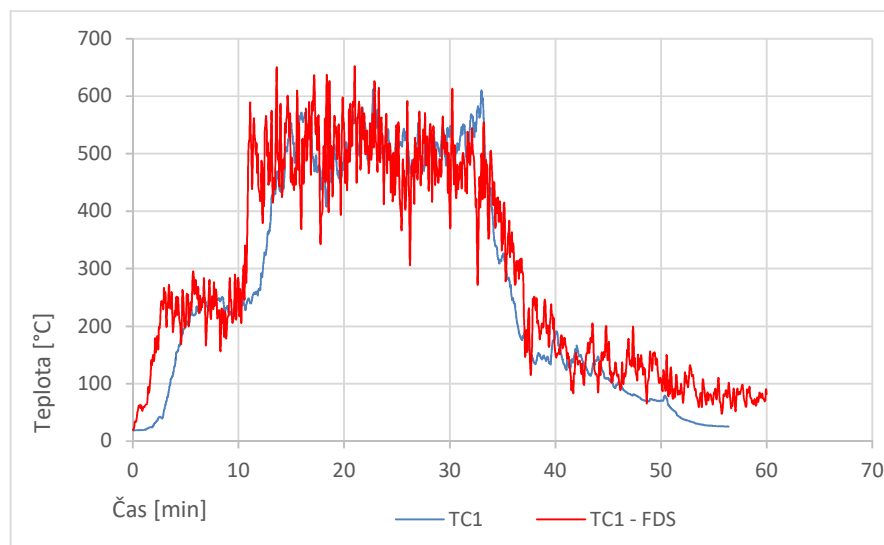
Obr. 80 - 30. minuta



Obr. 81 - 56. minuta

### Výsledky

Znázornění průběhu uvolněného tepla je již zhodnoceno v předcházející kapitole (Obr. 73). Na Obr. 82 je znázorněn průběh teploty naměřený termočlánkem TC1. Tento termočlánek byl umístěn přibližně 200 mm nad úrovní hranice požárního zatížení (viz Obr. 77). Z grafu je patrné, že nárůst teploty byl v prvních minutách pozvolný. Teplota v prvních 5 minutách vystoupala na hodnotu přibližně 250 °C, poté až do 12. minuty stagnovala a následně začala opět narůstat až na hodnotu přibližně 550 °C. Tento jev byl zapříčiněn vloženými OSB deskami, které odstínily prvotní tepelný tok vzhůru a zpomalily rozhořívání hranice. Po 12. minutě se již začalo uvolňovat teplo z celé hranice, včetně vyšších vrstev dřevěných latí i OSB desek. Průměrná teplota 550 °C se díky dostatku požárního zatížení a pomalého rozhořívání držela až do 33. minuty zkoušky a až poté začala klesat.

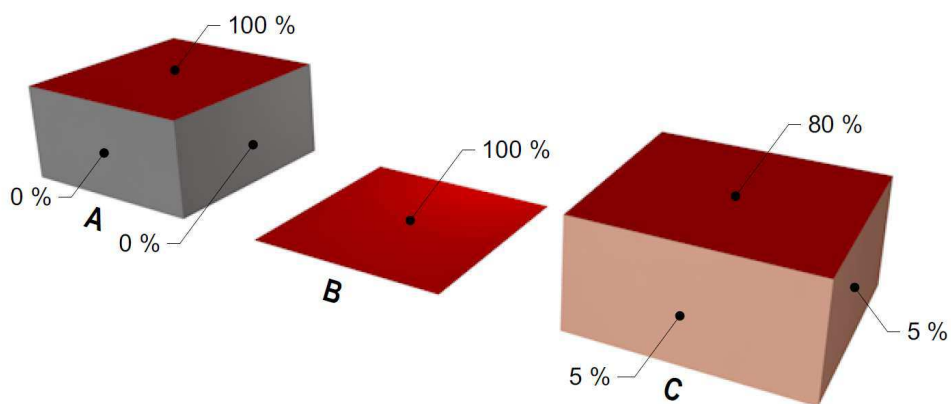


Obr. 82 Porovnání teplot nad zkoušenou hranicí požárního zatížení

### 5.3.4 Aproximace modelu požárního zatížení

Z hlediska nedostatku výpočtového času nemohly být do modelu experimentálního objektu namodelovány jednotlivé dřevěné hranice požárního zatížení tak, jak tomu bylo v jedné z předchozích kapitol (kap. 5.3.2). Z tohoto důvodu muselo dojít k jejich zjednodušení, které nebude tolik náročné na výpočetní čas a bude simulovat průběh uvolněného tepla takový, který byl zjištěn při modelování hranice požárního zatížení. Pro zjednodušení hranice se původně uvažovalo se třemi variantami zjednodušení. Jednotlivé varianty jsou zobrazeny na Obr. 83.

První možnou variantou bylo zjednodušení hranice pouze na její půdorysný průmět (varianta „A“) a nastavení sálající plochy o výkonu 100 %. Druhou variantou bylo vymodelování krychle, která simulovala vyskládanou dřevěnou hranici a následné nastavení 100 % sálající plochy pouze z vrchu krychle (varianta „B“). Třetí variantou bylo vymodelování krychle, která simulovala vyskládanou dřevěnou hranici a následné nastavení 80 % sálající plochy z vrchu krychle a ze stran krychle sálající plochy pouze 5 % (varianta „C“).



Obr. 83 - Varianty zjednodušení modelované hranice

Protože se varianta „C“, vzhledem k dříve modelované hranici, ukázala jako nejvíce vhodná, byly do modelu experimentálního objektu vymodelovány hranice požárního zatížení s tímto zjednodušením. Teploty nad zjednodušeným modelem skoro přesně odpovídají průběhu teplot modelované hranice v kap. 5.3.2. Porovnání jednotlivých průběhů viz Obr. 82. Ostatní varianty zjednodušení nebyly dále řešeny, protože jejich použití do komplexního modelu by nebylo vhodné.

## 6 Výpočtový model experimentálního objektu

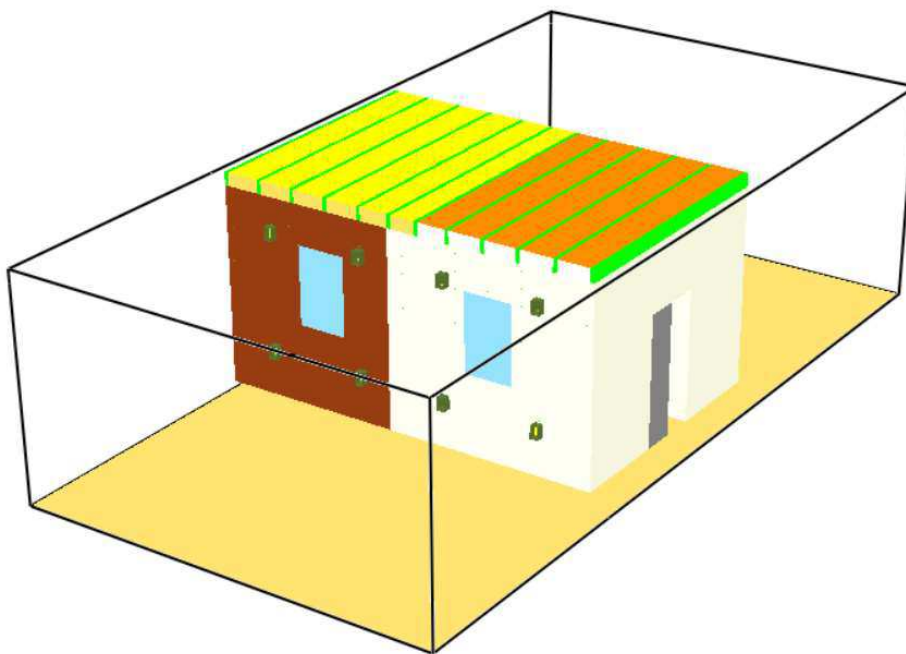
### 6.1 Úvod

Komplexní výpočtový model experimentálního objektu vychází z předcházejících podpůrných výpočtových modelů. Snahou tohoto modelu je reálné napodobení velkorozměrové požární zkoušky popsané v kap. 4.4 a dosažení podobného prostupu teploty skrze slaměnou konstrukci objektu vyhodnoceného v kap. 4.5. Model vznikl ve spolupráci 3 studentů a bude sloužit pro 3 různé diplomové práce. Dále budou detailněji rozebrány pouze části související především s tématem této diplomové práce. Zdrojový kód výpočtového programu FDS je uveden v příloze tohoto dokumentu (viz Příloha 11).

### 6.2 Model

#### Modelovaný prostor

Modelovaný prostor se nezaobírá pouze modelem objektu, ale také jeho okolím a to z důvodu diplomové práce vyhodnocující odstupové vzdálenosti a požární uzavřenost stěn. Prostor je rozdělen celkem na 6 výpočetních oblastí (tři výpočetní oblasti vedle sebe ve 2 řadách nad sebou). Modelovaný prostor spolu s modelem objektu je znázorněn na Obr. 84.



Obr. 84 - Modelovaný prostor experimentálního objektu

První oblast slouží pro geometrii svislých nosných konstrukcí objektu, podlahy a požárního zatížení. Její rozměry jsou 6,5 x 4,625 x 3,2 m. Oblast obsahuje celkem 30 784 buněk a velikost jedné buňky je 0,125 x 0,125 x 0,2 m. Druhá oblast je jemnější a pokrývá objem tvořený masou střešní konstrukce objektu. V oblasti jsou definovány modely jednotlivých krokví a výplňové izolace mezi krokvemi z obou stran opláštěnými OSB deskami. Rozměry této oblasti jsou 6,5 x 4,625 x 0,2 m, celkem obsahuje 5 772 buněk o velikosti 0,0625 x 0,0625 x 0,066 m.

Zbylé čtyři oblasti modelují okolní prostor objektu. Oblasti jsou stejné šířky jako je tomu u oblasti zahrnující model objektu a monitorují prostor o velikost 4,0 m před a za objektem. Celkem sčítají 10 296 buněk o půdorysných rozměrech 0,25 x 0,25 m a o výšce 0,4 m pro oblast zahrnující stěny modelu a 0,66 m pro oblast střechy.

### **Geometrie prostoru**

V prostoru bylo pomocí příkazu „OBST“ vymodelováno celkem 7 obstrukcí tloušťky 0,5 m, které simulovali stěny experimentálního objektu. Stěnám byly následně přidělovány povrchy definovaných materiálů pomocí příkazu „SURF\_ID6“ tak, aby model odpovídal skutečnosti. Následně byly do stěn pomocí příkazu „HOLE“ vytvořeny otvory pro dveře, okna a celkem 8 prostupů, které sloužili pro jednu ze zmiňovaných tří diplomových prací. Prostupy stěnou byly ohraničeny pomocí tenkých obstrukcí kolem dokola o délce 1,0 m.

Následně byla pod celým objektem vymodelována podlaha objektu, taktéž pomocí příkazu „OBST“. Obstrukce podlahy měla rozměry 6,0 x 4,0 x 0,2 m a byl jí na veškeré osy přiřazen, pomocí příkazu „SURF\_ID6“, inertní povrch, kromě osy +Z, které byl přiřazen povrch OSB. Tomuto povrchu bylo nastaveno odhořívání, tak abychom alespoň částečně simulovali rozvoj požáru do konstrukce podlahy.

Konstrukce střechy byla rozdělena na nosnou a výplňovou část. Toto řešení si vyžádalo jemnější síť, tak aby mohly být namodelovány jednotlivé stropní trámy a v prostoru mezi trámy izolační výplň. Trámy byly tvořeny obstrukcemi o rozměrech 0,0625 x 4,0 x 0,2 m a byly osově rozmístěny po 0,5625 m. Izolační výplně tvořily taktéž obstrukce o rozměrech 0,5 x 4,0 x 0,2 m a byly tvořeny skladbou OSB deska / minerální vata / OSB deska nad pravou polovinou objektu a skladbou OSB deska / skelná vata / OSB deska nad levou částí objektu. Tyto skladby byly přiřazeny pomocí příkazu „SURF\_ID6“ na hranu - z.

Do otvorů v obvodových konstrukcích byly vymodelovány tenké obstrukce simulující výplně jednotlivých otvorů. V průběhu požární zkoušky byly dveře zajištěny pomocí dřevěných latí tak, aby zůstali pootevřené a nemohli se zcela uzavřít. Z tohoto důvodu jsou obstrukce simulující křídla

dveří namodelovány pouze na polovině otvoru. Na základě protokolu o požární zkoušce experimentálního objektu (viz příloha 7) bylo jednotlivým výplním nastaveno jejich odpadnutí (vysklení). Každé obstrukci bylo přiřazeno odpočítávající zařízení, kterému byla pomocí příkazu „SETPOINT“ nastavena časová hodnota, kdy má dojít k odpadnutí výplně.

Uvnitř objektu byly vymodelovány jednotlivé hranice požárního zatížení. Rozmístění zatížení odpovídalo provedenému experimentu, ale jelikož byly v modelu zanedbány zkoušené trámy podepřené pilíři z keramických tvarovek mohli být všechny hranice modelovány jako pravidelné.

### Definice materiálů

V modelu byly definovány především materiály, které byly použity již v podpurných modelech. Jedná se o materiály jako jsou sláma, hlína, vápno, dřevo, OSB, voda a jsou popsány v kap. 5.2.3 a 5.3.2. Nově definovanými materiály byla skelná a minerální vata, pro tepelnou vrstvu střechy, sklo pro výplně okenních otvorů. Dále také PVC a „Intumex“, které sloužili pro definování jednotlivých prostupů a jejich požárních ucpávek.

Nově definované materiály byly uvažovány s hodnotami konstantními, neproměnnými se zvyšující se teplotou. Výčet jednotlivých materiálů, včetně hodnot jejich objemové hmotnosti, vodivosti a měrné tepelné kapacity je uveden níže v tabulce (viz Tab. 4).[13]

Tab. 4 - Materiálové charakteristiky

<i>Materiál</i>	<i>Objemová hmotnost [kg/m<sup>3</sup>]</i>	<i>Tepelná vodivost [kJ/(kg.K)]</i>	<i>Měrná tepelná kapacita [W/(m.K)]</i>
<i>Sklo</i>	2600,0	0,760	0,84
<i>Minerální vata</i>	250,0	0,079	1,15
<i>Skelná vata</i>	150,0	0,046	0,94
<i>PVC</i>	1400,0	0,160	1,05
<i>Intumex</i>	100	0,120	1,00

### Definice reaktantu a hoření

Jako reaktant byl zvolen a následně definován, pomocí příkazu „REAC FUEL“, propan. V každé místnosti bylo definováno 6 obstrukcí, které simulovali hranice požárního zatížení. Na veškeré strany obstrukcí byly, pomocí příkazu „VENT“ definovány sálavé plochy. Každé hranici byla přiřazena zjednodušená křivka uvolněného tepla, která byla ověřena v programu FDS podpurným výpočtovým modelem hranice požárního zatížení (viz kap. 5.3, Obr. 73). Na vrch hranice bylo nastaveno 80 % výkonu a na jednotlivé boky 5 % (viz Obr. 83, var. C).

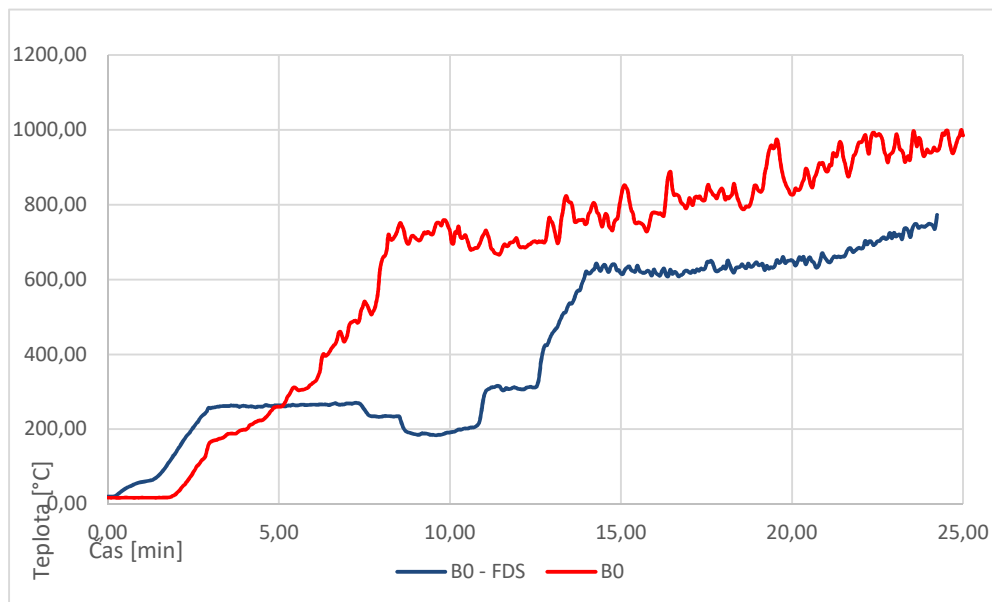
## Termočlánky

Teploty uvnitř modelu objektu byly snímány pomocí 8 termočlánků, vždy 4 termočlánky na jednu místnost. Termočlánky byly v jednotlivých místnostech rozmístěny vždy ve třetinách délky i šířky místnosti. Termočlánky byly definovány pomocí příkazu „DEVC“ a byly nastaveny pomocí podpříkazu „QUANTITY“ na hodnotu „THERMOCOUPLE“

Pro vyhodnocení modelu experimentálního objektu byly modelované termočlánky rozmístěny tak, jak tomu bylo při požární zkoušce popsané v kap. 4.3. Termočlánky byly taktéž definovány pomocí příkazu „DEVC“. Termočlánky byly umístěny na povrchu obstrukce a pomocí podpříkazu „QUANTITY“ byly nastaveny na měření povrchové teploty „WALL TEMPERATURE“ nebo na měření vnitřní teploty „INSIDE WALL TEMPERATURE“, těmto termočlánkům byla následně nastavena hloubka, pomocí příkazu „DEPTH“, ve které mají měřit průběh teploty.

## 6.3 Porovnání výsledků s požární zkouškou

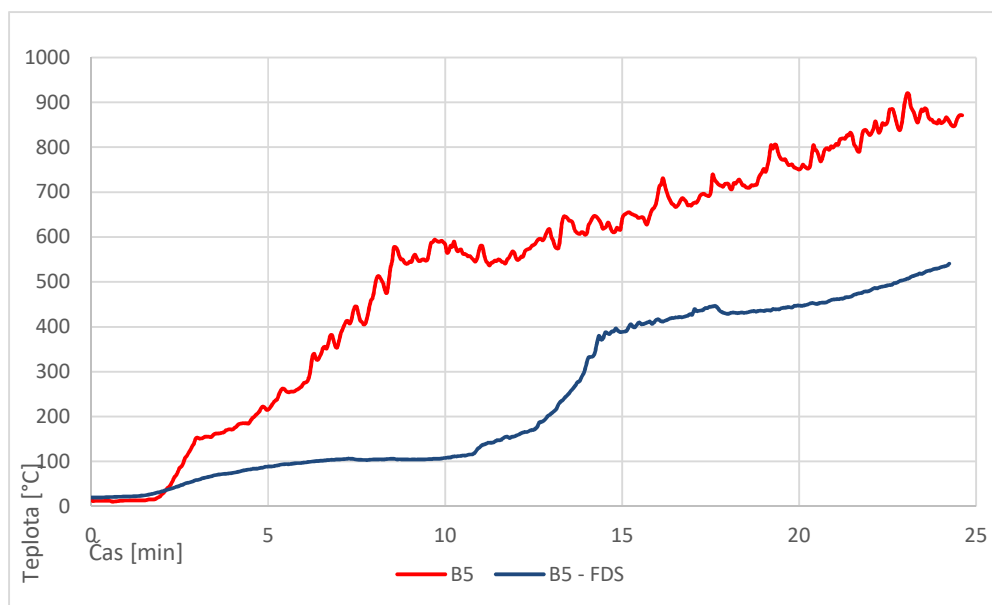
Z důvodu časové náročnosti na provedení výpočtu a nedostatku času při zpracování diplomové práce nezbyl čas na hlubší validaci modelu experimentálního objektu, proto bude dále rozebráno porovnání výsledků prvního pokusu o sestavení modelu. Pro získání přesnějších výsledků by bylo zapotřebí model upravit a nechat proběhnout výpočet znovu.



Obr. 85 - Porovnání průběhu teplot v interiéru

Na Obr. 85 jsou znázorněny průběhy teplot uvnitř objektu v úrovni pod pohledem. Z důvodu kolapsu termočlánku A0 jsou na grafu znázorněny pouze teploty v pravé části objektu. Teplota uvnitř modelu objektu byla měřena pomocí čtyřech termočlánků a na grafu je znázorněná naměřená průměrná teplota.

Z grafu je patrné, že průběh teplot uvnitř modelu má první tři minuty přibližně stejný průběh jako tomu bylo při požární zkoušce, ale poté se průběh teploty ustálí a již se nezvyšuje a přibližně v 7. minutě začíná v důsledku vysklení okna v levé místnosti klesat a teprve ve 14. minutě se opět začíná znovu přibližovat průběhu teploty při požární zkoušce.

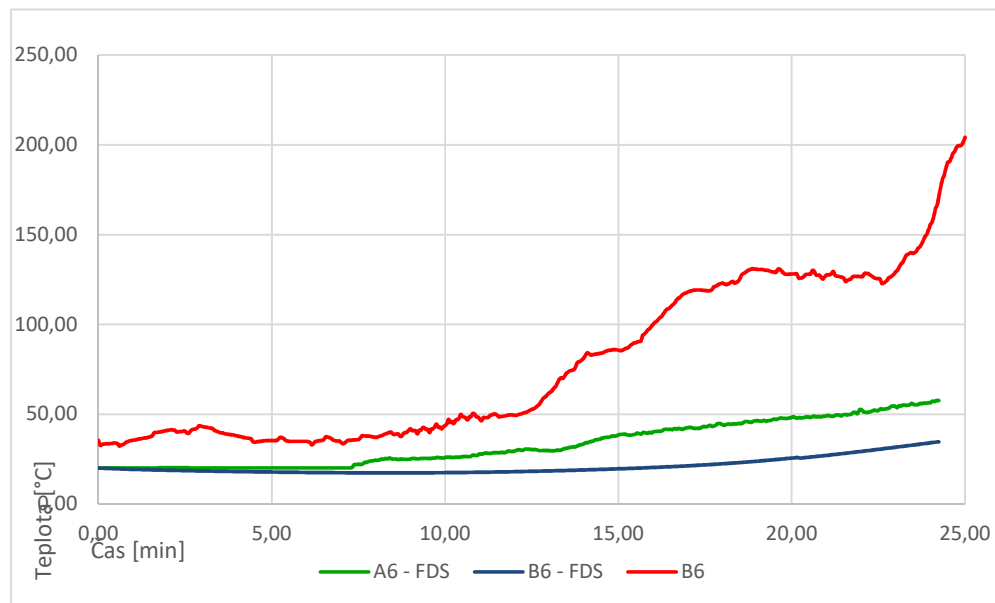


Obr. 86 - Porovnání průběhu teplot na povrchu konstrukce

Průběh teploty na povrchu konstrukce je ve všech modelovaných bodech srovnatelný (rozdíl v řádu jednotek °C), proto je výše (Obr. 86) znázorněn pouze průběh teplot v termočlánku B5. Ostatní termočlánky (A5, A10) jsou pro názornost uvedeny v příloze 6 (Obr. 116 a Obr. 117), kromě termočlánku B10, který při požární zkoušce zkolaboval a jeho porovnání není v příloze uvedeno. Rozdíl průběhu teploty na povrchu konstrukce je srovnatelný s průběhem teplot uvnitř objektu. Oproti průběhu teplot naměřených při požární zkoušce je modelovaný průběh pozvolnější, což je nejspíše způsobeno nízkou teplotou uvnitř interiéru modelovaného objektu.

Modelovaný prostup tepla hlouběji dovnitř konstrukce je přibližně o 20 °C nižší a do 12 minuty skoro přesně kopíruje průběh teploty naměřený při požární zkoušce. Teploty v podomítkové vrstvě ve všech sledovaných bodech nepřesáhli hodnotu 50 °C. Průběh teploty v modelovaných termočlánku A6 – FDS a B6 – FDS v porovnání s termočlánkem B6 je znázorněn

na Obr. 87.. Termočlánek A6 v průběhu požární zkoušky zkolaboval, a proto nebyl v níže uvedeném grafu znázorněn. K nízkým modelovaným teplotám, stejně jako v předchozím případě, přispěla nízká teplota uvnitř objektu.



Obr. 87 - Průběh teploty v podomítkové vrstvě

Termočláanky umístěné hlouběji v konstrukci již nebudou dále vyhodnocovány, neboť v provedeném výpočtovém čase jejich naměřená teplota nevystoupala nad hodnotu 20 °C. Jako další postup, pro zdokonalení tohoto modelu by bylo především zvýšení tepelného výkonu hranic požárního zatížení tak, aby modelovaná teploty uvnitř objektu odpovídala provedené požární zkoušce a následně zjednodušení přestupu tepla do konstrukce odlišným nastavením okrajových podmínek, například jiným nastavením emisivity povrchu.



## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo ověření prostupu tepla konstrukcí slaměné stěny omítnuté hliněnou omítkou a validace prostupu tepla modelem této stěny za požáru.

V první části celé práce je stručně popsána teorie týkající se environmentálně šetrných objektů na bázi slámy a to jak z hlediska historického vývoje použití a rozvíjející se technologie, tak přímo z hlediska požární bezpečnosti. V práci najdeme popis jednotlivých zkoušek, které již ve světě proběhly a se kterými je možné porovnávat výsledky praktické části celé práce.

Z naměřených výsledků provedené požární zkoušky experimentálního objektu vyplývá, že průběh tepla konstrukcí na odvrácené straně požáru je srovnatelný s výsledkem provedeným v požární laboratoři při velkorozměrové zkoušce. Nutno brát v potaz, že teploty uvnitř experimentálního objektu byly vyšší a tloušťka jeho konstrukce byla tenčí. Pro vyhodnocení, zda požární stěna opravu vyhovuje požární odolnosti REI 60 DP3 by bylo zapotřebí zkoumat více faktorů. Jedním z těchto faktorů je například deformace stěny.

Z naměřených hodnot a vizuálního vjemu konstrukce lze říct, že námi provedená stěna splnila požární odolnost EI 60 DP3, neboť stěna až do kolapsu objektu zůstala celistvá a naměřené teploty na odvrácené straně odpovídají zkoušce v požární laboratoři popsané v kap. 3.1.3. Mezní stav R nebylo možné ověřit, protože konstrukce byla zatížena pouze vlastní tíhou střechy, která v průběhu zkoušky odhořela a nepůsobila na stěnu po celou dobu zkoušky a nebyla sledována deformace konstrukce.

Kolaps objektu nastal kvůli, z požárního hlediska, nedobře provedeným konstrukčním detailům. Při návrhu požárně ochráněných kastlíků oken, dveří a nosného věnce by bylo možné dosáhnout mnohem větší požární odolnosti.

Z provedených zjednodušených modelů slaměné stěny v programu FDS je vidět, že se průstup tepla podařilo nasimulovat vskutku reálně. Stejně tak dobře se povedlo aproximovat hranici požárního zatížení. Bohužel v komplexním modelu objektu se hranice požárního zatížení nechovaly podle očekávání a nepodařilo vystihnout průběh teploty uvnitř interiéru a následné hodnoty prostupu tepla pak nelze jednoduše porovnávat. Model je náročný na výpočtový čas a nezbyl prostor pro jeho detailnější úpravu. Jako první krok pro zlepšení tohoto modelu by mělo být vymodelování nechráněných prvků experimentálního objektu, které taktéž přispívali požáru, případně upravení hranic požárního zatížení, tak aby teplota uvnitř objektu odpovídala provedené

zkoušce. Pokud by toto řešení nepomohlo, bylo by nutné řešit přestup tepla do konstrukce. Při zpracování této diplomové práce se nepodařilo dohledat proměnné materiálové charakteristiky hliněné omítky závislé na rostoucích teplotách. Tyto hodnoty by se daly získat provedením sérií malorozměrových zkoušek a následně získané hodnoty přiřadit materiálu hliněné omítky, a tím je zakomponovat do výpočtového modelu.

## 8 Příloha 1 – Protokol požární zkoušky – Stěna

<b>1. Základní údaje</b>	Identifikační číslo zkoušky	<b>FireLAB_03_2017_08_29</b>
	Název zkoušky	<b>Zkouška slaměné stěny</b>
	Datum	29.08.2017
	Objednavatel	Interní projekt FireLAB
	Vedoucí zkoušky	Petr Hejtmánek
	Technik 1	Marek Pokorný
	Technik 2	Martin Eliáš
	Další účastníci zkoušky (jméno a podpis se seznámením s „Bezpečnostními předpisy pro práci v laboratoři“ a „Požárním řádem Požární laboratoře (FireLAB)“)	Miroslav Douša - - - -
<b>2. Popis zkušebního vzorku</b>	Datum doručení	24. 07. 2017
	Základní popis	Vzorek slaměné stěny z exponované strany omítnutý hliněnou omítkou
	Materiál, hmotnost, rozměry	Vzorek slaměné stěny o rozměrech cca 1,5 x 1,1 m. Slaměné balíky byly vyskládány do ohraničující dřevěné konstrukce tvořené OSB deskami a dřevěnými latěmi. Balíky byly vrstvené na sebe a byly navzájem propojené dřevěnými kůli. Pro zlepšení stability vzorku byl vzorek stažen polypropylenovými páskami. Na vzorek byly nanášeny celkem tři vrstvy hliněné omítky. Špric, vyrovnávací vrstva a finální vrstva. Celková vrstva omítky byla cca 4 cm.

Umístění zkušební vzorku uprostřed zkušebního prostoru pod zvonem. Sálavý panel umístěn cca 10 cm před opalovanou plochou.

Půdorys

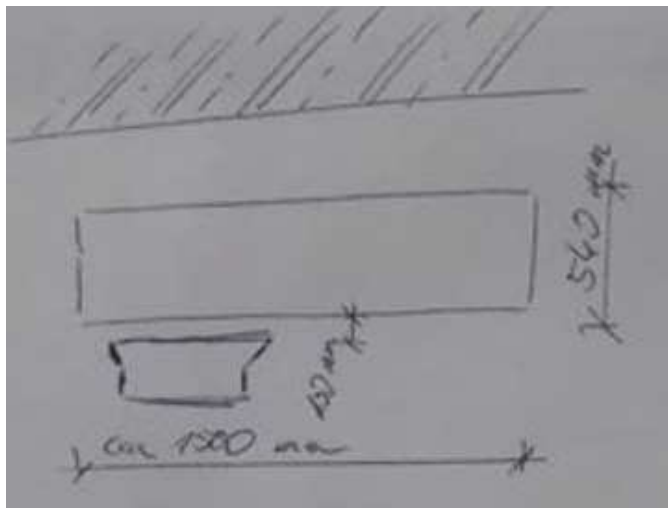


Schéma rozmístění TC

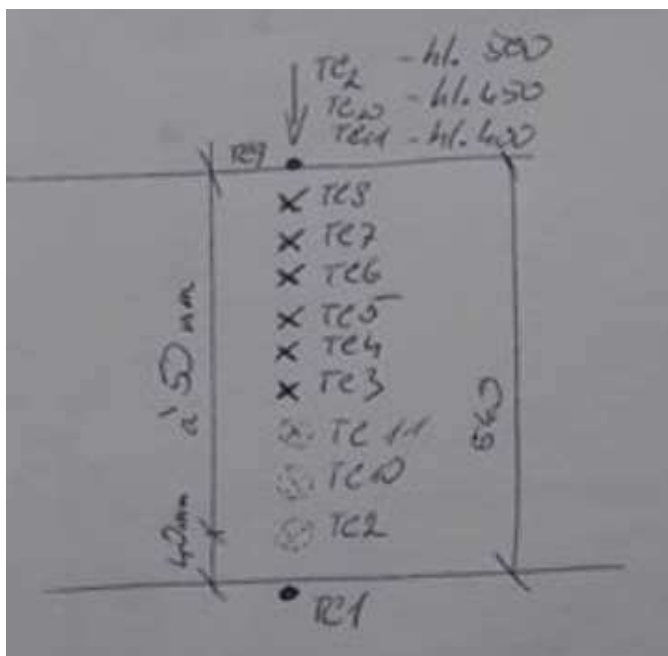


Schéma rozmístění TC řez

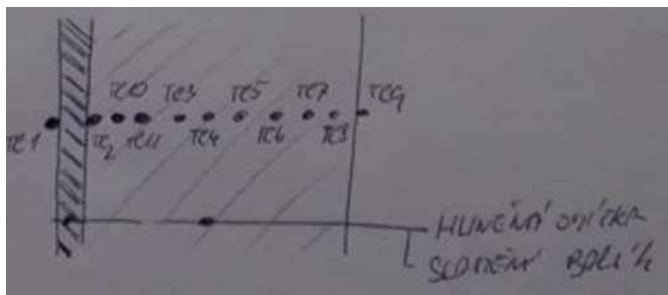
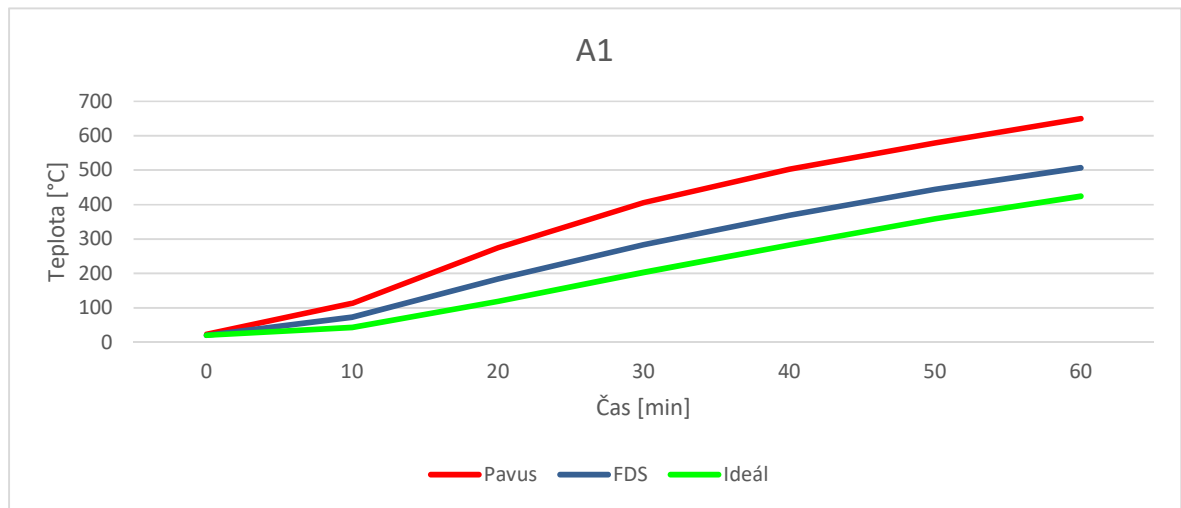


Schéma (umístění v požární komoře, umístění zápalného zdroje, rozložení měřících zařízení)

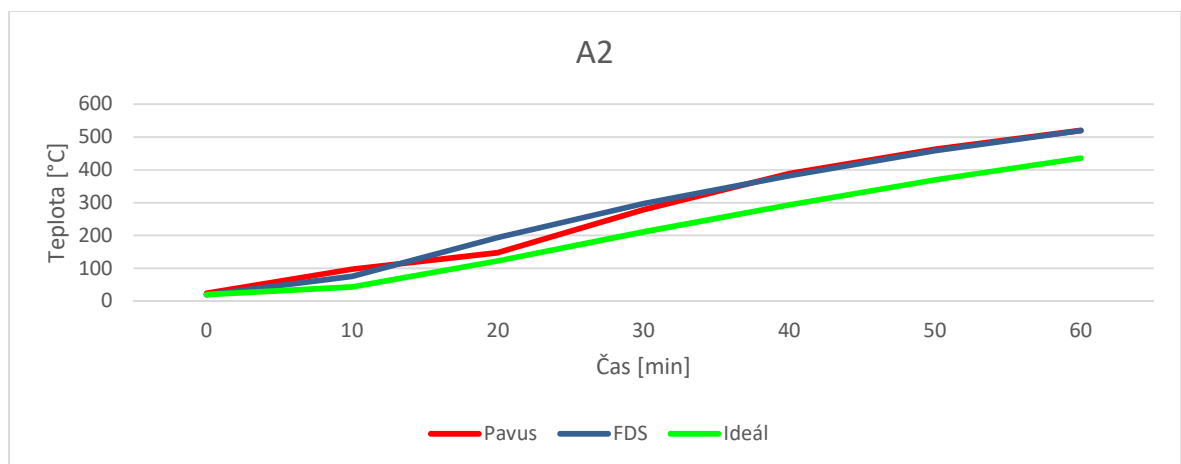
	Zhodnocení požárně-technických charakteristik	Hořlavé materiály: plast, dřevo, sláma Zvláštní rizika během zkoušky se nepředpokládají. Možnost „výbuchu“ se nepředpokládá.		
	Rizika výbuchu	Nepředpokládá se		
	Rizika toxicity (FTIR)	Zařízení FTIR není využíváno		
3. Použitá technická zařízení	Zápalný zdroj (druh a předpokládaná tepelný výkon v čase)	Sálavý panel, výkon cca 22 kW/m <sup>2</sup>		
	Způsob iniciace	Manuálně (zkušební technik) – zapalovač		
	Termočlánky (počet, druh, sériová čísla)	1. TC1 K40 (terčík) 09110359 2. TC2 plášťový 17040095 3. TC3 plášťový 17040096 4. TC4 plášťový 17040097 5. TC5 plášťový 17040098 6. TC6 plášťový 17040099 7. TC7 plášťový 17040100 8. TC8 plášťový 17040101 9. TC9 (terčík) K40 09110257 10. TC10 plášťový 17040102 11. TC11 plášťový 17040103		
	Radiometry (počet, druh, sériová čísla)	Ne		
	Rychlostní sondy (počet)	Ne		
	FTIR	Ne		
	Hmotnostní váhy	Ne		
	Měření koncentrace plynů a optické hustoty kouře	Ne		
	Ventilace	Nucená ventilace (ventilátor)		
	Propanové lahve	Číslo lahve	Hmotnost	
		Před zkouškou	Po zkoušce	
15		nepoužito	nepoužito	
16	nepoužito	nepoužito		
4. Sledované parametry	Heat Release Rate	<input type="checkbox"/>	Mass Loss Rate	<input type="checkbox"/>
	Množství uvolněného tepla	<input type="checkbox"/>	Průměrná výhřevnost	<input type="checkbox"/>
	Bodové měření teplot	<input checked="" type="checkbox"/>	Analýza zplodin hoření (CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )	<input type="checkbox"/>
	Tepelný tok	<input type="checkbox"/>	Odpadávání, odkapávání částí vzorku	<input type="checkbox"/>
	Rychlost proudění plynů	<input type="checkbox"/>	Prostorové vzplanutí	<input type="checkbox"/>

	<i>Optická hustota kouře</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Rozvoj požáru (pozorování)</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<i>Šíření plamene po povrchu</i>	<input type="checkbox"/>	<i>FTIR</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Hmotnost neshořelé části</i>	<input type="checkbox"/>		
<b>5. Průběh zkoušky</b>	<i>Čas spuštění časomíry</i>	<i>cca 11:50 = 00:00</i>		
	<i>Čas zahájení zkoušky</i>	<i>00:00</i>		
	<i>Čas zahájení sběru dat</i>	<i>01:00</i>		
	<i>Čas zahájení dokumentace zkoušky</i>	<i>00:00</i>		
	<i>Čas iniciace zápalného zdroje</i>	<i>00:01</i>		
	<i>Čas ukončení zkoušky</i>	<i>12:50</i>		
	<i>Okolní teplota</i>	<i>23 °C</i>		
	<i>Kód</i>	<b><i>FireLAB_01_2017_08_29_slamena_stena</i></b> <i>5 FAN 80</i> <i>30 SAMPLE 3</i> <i>30 RECORD 1</i> <i>3600</i>		
	<i>Popis průběhu zkoušky pozorování (vývin kouře, plamene, integrita vzorku, šíření plamene po povrchu)</i>	<i>06:50 tvorba první trhliny (svislá, uprostřed ozařované plochy)</i> <i>25:00 vodorovné trhliny z boku konstrukce</i> <i>35:00 viditelný únik vodní páry</i> <i>40:00 masivnější únik vodní páry</i> <i>47:50 teplota pod omítkou vzrostla nad 170 °C, přetavení pásek, prudký nárůst teploty pod omítkou</i> <i>60:00 ukončení zkoušky</i> <i>90:00 stálý nárůst teploty uvnitř konstrukce</i> <i>120:00 došlo ke vzplanutí vzorku na odvrácené straně</i>		
<i>Způsob uhašení</i>	<i>Postupné rozebírání vzorku, a kropení doutnajících slámy vodou</i>			
<b>6. Přílohy</b>	<i>Fotodokumentace</i>	<i>1. Fotografie zkušebního vzorku před zkouškou, průběh zkoušky, po zkoušce (FireLAB_03_priloha01_foto)</i>		
	<i>Naměřená data (datové soubory, grafy)</i>	<i>1. Výstup surových dat</i>		
	<i>Protokol</i>	<i>Bez protokolu</i>		
<b>7. Poznámky</b>				

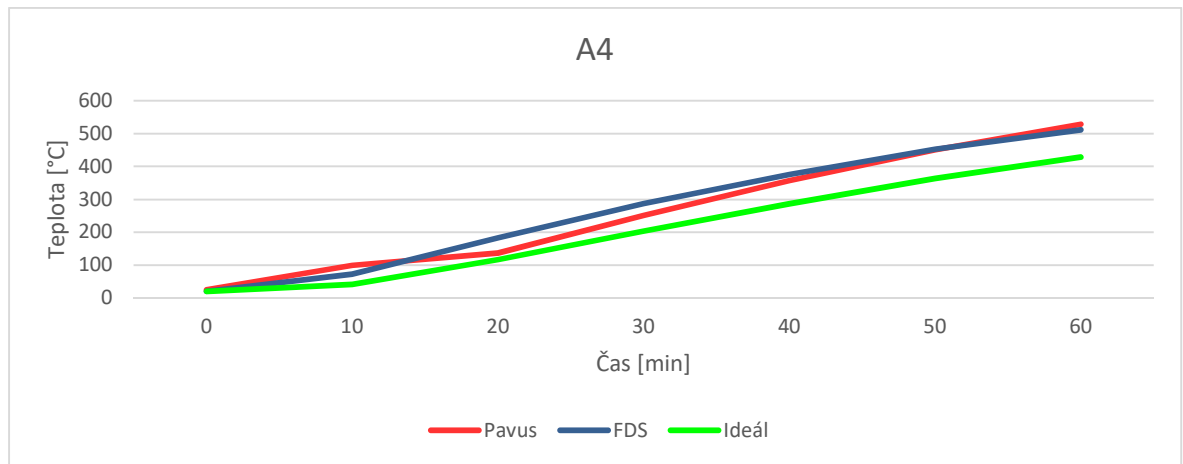
## 9 Příloha 2 – Průběh teploty model I.



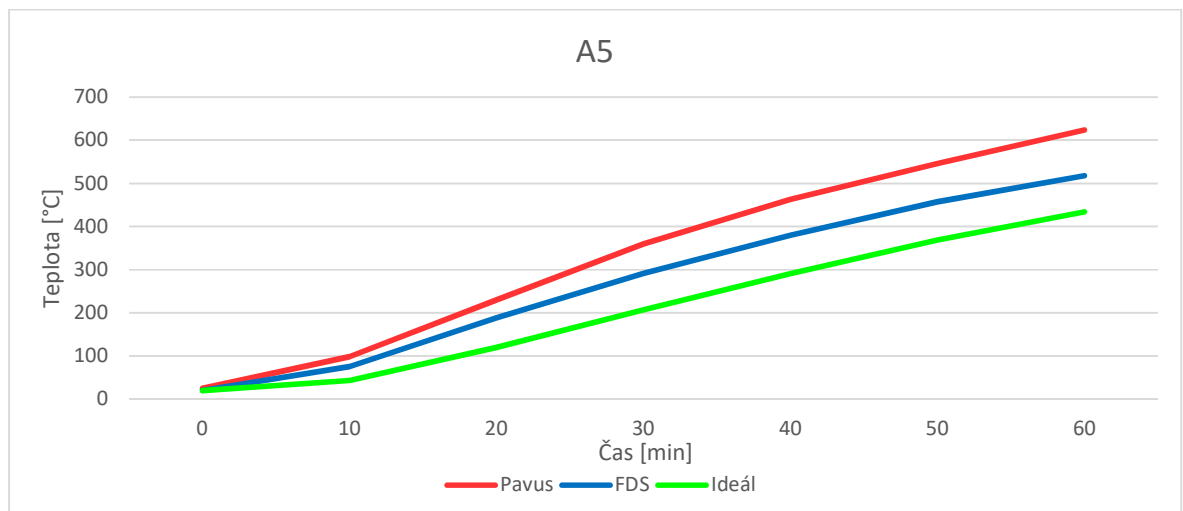
Obr. 88 - Modelovaný průběh teploty v termočláncu A1



Obr. 89 - Modelovaný průběh teploty v termočláncu A2



Obr. 90 - Modelovaný průběh teploty v termočláncu A4

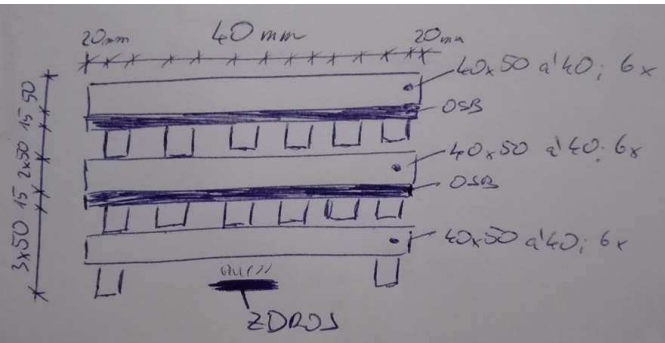
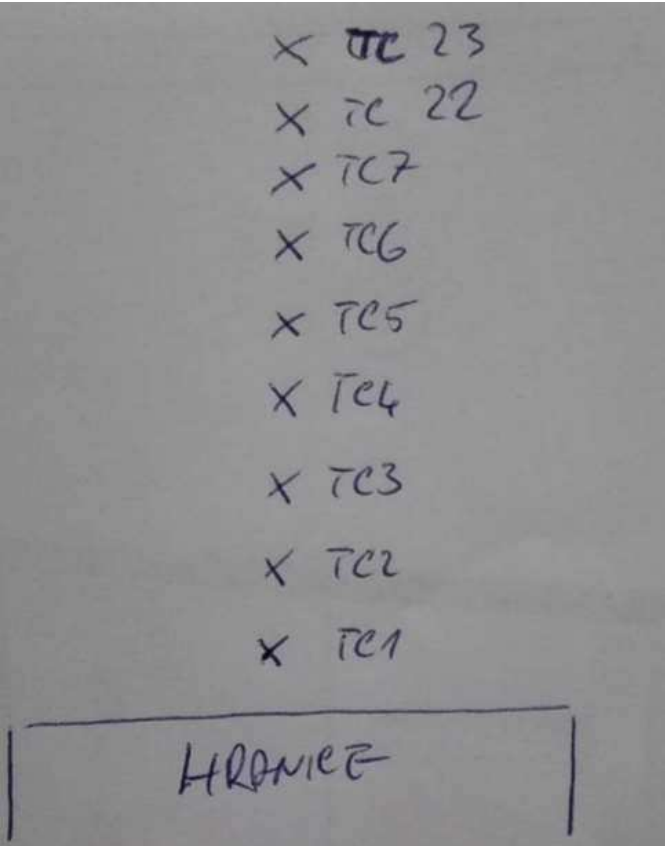


Obr. 91 - Modelovaný průběh teploty v termočláncu A5



## 10 Příloha 3 - Protokol požární zkoušky – Hranice

<b>1. Základní údaje</b>	Identifikační číslo zkoušky	<b>FireLAB_04_2017_09_13</b>
	Název zkoušky	<b>Požární zatížení</b>
	Datum	13. 09. 2017
	Objednavatel	Interní projekt FireLAB
	Vedoucí zkoušky	Petr Hejtmánek
	Technik 1	Marek Pokorný
	Technik 2	Martin Eliáš
	Další účastníci zkoušky (jméno a podpis se seznámením s „Bezpečnostními předpisy pro práci v laboratoři“ a „Požárním řádem Požární laboratoře (FireLAB)“)	Miroslav Douša Šárka Čálková Ondřej Bobek
<b>2. Popis zkušebního vzorku</b>	Datum doručení	14. 09. 2017
	Základní popis	Dřevěná hranice tvořena latěmi a OSB deskami
	Materiál, hmotnost, rozměry	Zkušební vzorek dřevěná hranice – latě 40 x 50 x 500 mm, 30 ks (dřevo schlo cca 5 měsíců), OSB desky 500 x 500 mm tloušťky 15 mm, 2 ks. Celková hmotnost hranice byla 19,02 kg. Latě byly vyskládány v 5 řadách po 6 kusech na řadu. Každé dvě řady latí byly proloženy OSB deskou.

	<p>Schéma (umístění v požární komoře, umístění zápalného zdroje, rozložení měřících zařízení)</p>	<p>Umístění zkušební vzorku na hmotnostních vahách uprostřed zkušebního prostoru pod zvonem. Zápalný zdroj umístěný pod hranicí.</p>  <p>Termočlánky byly rozmístěny po výšce nad hranicí po 200 mm</p> 
<p>Zhodnocení požárně-technických charakteristik</p>		<p>Hořlavé materiály: Dřevo. Nepředpokládá se možnost zhroutil se hranice mimo zkušební váhy, ani šíření plamene a hořlavých částí mimo zkušební prostor. Zvláštní rizika během zkoušky se nepředpokládají.</p>
<p>Rizika výbuchu</p>		<p>Nepředpokládá se</p>
<p>Rizika toxicity (FTIR)</p>		<p>Zařízení FTIR není využíváno</p>

<b>3. Použitá technická zařízení</b>	Zápalný zdroj (druh a předpokládaná tepelný výkon v čase)	150 ml benzínu napuštěného do pásu minerální vaty, tepelný výkon v čase neurčen		
	Způsob iniciace	Manuálně (zkušební technik) – zapalovač		
	Termočlánky (počet, druh, sériová čísla)	1. T23 plášťový 17040095 2. T22 plášťový 17040096 3. T7 plášťový 17040097 4. T6 plášťový 17040098 5. T5 plášťový 17040099 6. T4 plášťový 17040100 7. T3 plášťový 17040101 8. T2 plášťový 17040102 9. T1 plášťový 17040103		
	Radiometry (počet, druh, sériová čísla)	Ne		
	Rychlostní sondy (počet)	Ne		
	FTIR	Ne		
	Hmotnostní váhy	Ano (ochrana deskami z čedičových vláken tl. 30 mm a SDK deskou tl. 12,5 mm)		
	Měření koncentrace plynů a optické hustoty kouře	Ne		
	Ventilace	Nucená ventilace (ventilátor) – průběh ventilace v záznamu průběhu zkoušky		
	Propanové lahve	Číslo lahve	Hmotnost	
Před zkouškou			Po zkoušce	
15			nepoužito	nepoužito
16	nepoužito	nepoužito		

<b>4. Sledované parametry</b>	Heat Release Rate	<input checked="" type="checkbox"/>	Mass Loss Rate	<input checked="" type="checkbox"/>
	Množství uvolněného tepla	<input type="checkbox"/>	Průměrná výhřevnost	<input type="checkbox"/>
	Bodové měření teplot	<input checked="" type="checkbox"/>	Analýza zplodin hoření (CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> )	<input type="checkbox"/>
	Tepelný tok	<input type="checkbox"/>	Odpadávání, odkapávání částí vzorku	<input checked="" type="checkbox"/>
	Rychlost proudění plynů	<input type="checkbox"/>	Prostorové vzplanutí	<input type="checkbox"/>
	Optická hustota kouře	<input type="checkbox"/>	Rozvoj požáru (pozorování)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Šíření plamene po povrchu	<input type="checkbox"/>	FTIR	<input type="checkbox"/>
	Hmotnost neshořelé části	<input checked="" type="checkbox"/>		

<b>5.</b>	Čas spuštění časomíry	09:32 = 00:00
-----------	-----------------------	---------------

<b>Průběh zkoušky</b>	Čas zahájení zkoušky	00:00
	Čas zahájení sběru dat	00:00
	Čas zahájení dokumentace zkoušky	00:00
	Čas iniciace zápalného zdroje	00:01
	Čas ukončení zkoušky	cca 10:26
	Okolní teplota	19 °C
	Kód	<b>FireLAB_01_2017_09_13_hranice</b> 5 FAN 80 30 SAMPLE 3 30 RECORD 1 3600
	Popis průběhu zkoušky pozorování (vývin kouře, plameny, integrita vzorku, šíření plamene po povrchu)	00:00 ventilátor nastaven na 50 % 05:00 – přibližně do této doby nebylo měřeno HRR 08:00 vyhoření iniciačního zdroje 11:00 ventilátor nastaven na 60 % 43:30 ventilátor nastaven na 40 %
Způsob uhašení	Samovolné dohoření zkušebního vzorku bez automatického nebo manuálního hašení	
<b>6. Přílohy</b>	Fotodokumentace	2. Fotografie zkušebního vzorku před zkouškou, průběh zkoušky, po zkoušce (FireLAB_01_priloha01_foto)
	Naměřená data (datové soubory, grafy)	Hmotnost neshořelých zbytků 0,25 kg (rozpadnutí SDK desky – neobjektivní údaj) 2. Výstup surových dat (FireLAB_02_2017_09_13_data_hranice)
	Protokol	Bez protokolu
<b>7. Poznámky</b>	Před zahájením ostré zkoušky vhodná kontrola funkčnosti ventilátoru podle kódu	

## 11 Příloha 4 – Průběh požární zkoušky hranice



*Obr. 92 - 0. minuta*



*Obr. 93 - 5. minuta*



*Obr. 94 - 10. minuta*



*Obr. 95 - 15. minuta*



*Obr. 96 - 20. minuta*



*Obr. 97 - 25. minuta*



*Obr. 98 – 30. minuta*



*Obr. 99 - 35. minuta*



*Obr. 100 - 40. minuta*



*Obr. 101 - 45. minuta*

## 12 Příloha 5 – Průběh požární zkoušky objektu



*Obr. 102 - 0. minuta*



*Obr. 103 - 5. minuta*



*Obr. 104 - 10. minuta*



*Obr. 105 - 15. minuta*



*Obr. 106 - 20. minuta*



*Obr. 107 - 25. minuta*



*Obr. 108 - 30. minuta*



*Obr. 109 - 35. minuta*



*Obr. 110 - 40. minuta*



*Obr. 111 - 45. minuta*



*Obr. 112 - 50. minuta*



*Obr. 113 - 55. minuta*



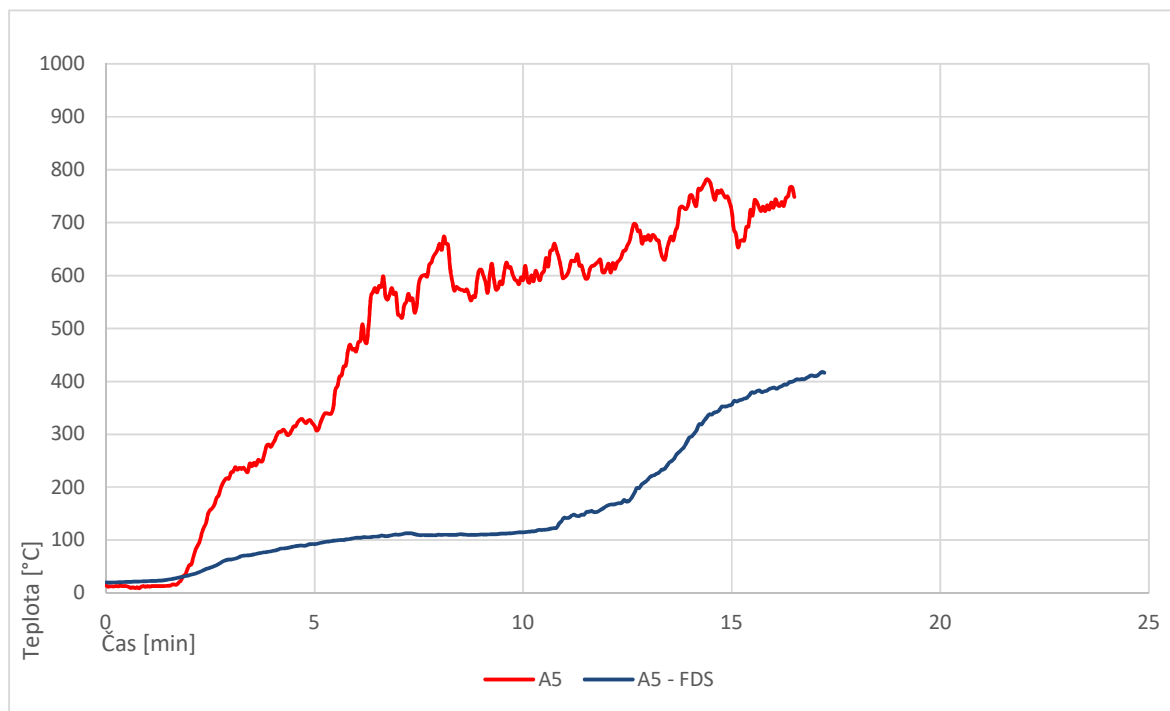
*Obr. 114 - 60. minuta*



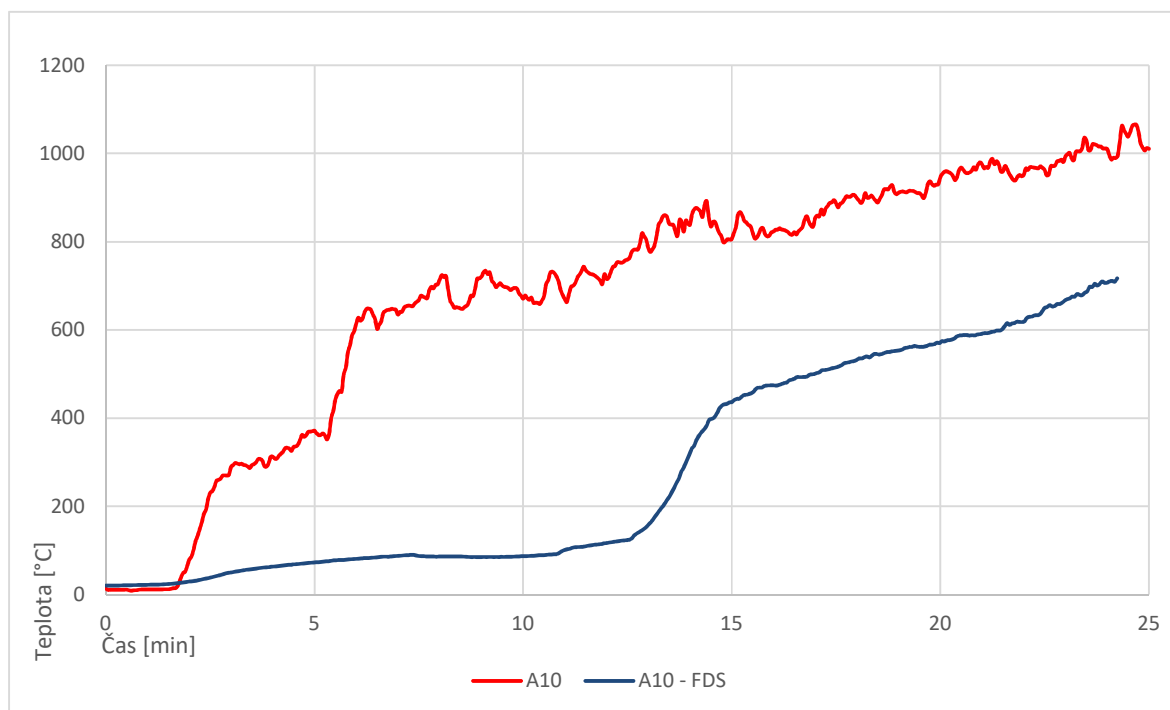
*Obr. 115 - 65. minuta*



## 13 Příloha 6 – Průběh teploty v podomítkové vrstvě



Obr. 116 - Porovnání průběhu teplot v termočlánku A5



Obr. 117 - Porovnání průběhu teplot v termočlánku A10

## 14 Příloha 7 – Protokol o požární zkoušce – Slamák

<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
0:00	-2:00	<i>Začátek experimentu</i>	-	-	-	-	
2:00	0:00	<i>Iniciace požáru</i>	0:44 <i>(MVI 4876)</i>	1:33 <i>(MVI 9603)</i>	1:29 <i>(GOPR2186)</i>	1:29 <i>(GOPR9945)</i>	
2:15	0:15	<i>Pronikání kouře prostupy</i>	0:59 <i>(MVI 4876)</i>	-	-	-	<i>Levá polovina</i>
2:21	0:21	<i>Pronikání kouře prostupy</i>	-	1:54 <i>(MVI 9603)</i>	-	-	<i>Pravá polovina</i>
2:54	0:54	<i>Pronikání kouře netěsnostmi v pohledu</i>	-	-	2:23 <i>(GOPR2186)</i>	-	<i>Levá polovina</i>
5:56	3:56	<i>Pronikání kouře netěsnostmi okna v levé půlce</i>	4:40 <i>(MVI 4876)</i>	-	-	-	
6:32	4:32	<i>Prasknutí levého okna</i>	-	-	-	6:01 <i>(GOPR9945)</i>	
6:33	4:43	<i>Chytly levé dveře</i>	-	6:16 <i>(MVI 9603)</i>	-	-	
7:09	5:09	<i>Vyšlehnutí plamenů levými dveřmi</i>	-	6:42 <i>(MVI 9603)</i>	-	-	<i>Chvilkové vznícení lepenky</i>
7:17	5:17	<i>Průnik kouře střešní konstrukcí</i>	-	-	6:46 <i>(GOPR2186)</i>	-	<i>Zadní strana</i>
7:31	5:31	<i>Pronikání kouře netěsnostmi okna v pravé půlce</i>	6:15 <i>(MVI 4876)</i>	-	-	-	

<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
8:12	6:12	Zapálení lepenky na střeše v levé půlce	-	7:45 (MVI_9603)	-	-	Šíření požáru v podstřešním prostoru
8:12	6:12	Vznícení lepenky	-		7:41 (GOPR2186)	-	Nad levými dveřmi
8:33	6:33	Vysklení levého okna	-	8:06 (MVI_9603)	-	-	
8:51	6:51	Vyšlehávání plamenů ze dveří vpravo	7:35 (MVI_4876)	-	-	-	
9:01	7:01	Chytly pravé dveře	7:45 (MVI_4876)	-	-	-	
10:00	8:00	Teplota uvnitř objektu stoupla na hodnotu 750 °C	-	-	-	-	Termočlánek B0
10:14	8:14	Plameny začínají šlehat na střechu v pravé půlce	-	-	-	9:43 (GOPR9945)	
10:21	8:21	Zapálení lepenky na střeše	9:05 (MVI_4876)	-	-	-	V pravé půlce
10:27	8:27	Vysklení pravého okna	-	-	-	9:56 (GOPR9945)	
10:56	8:56	Zhasnutí lepenky v pravé půlce	-	-	-	10:25 (GOPR9945)	
11:08	9:08	FLASHOVER levá místnost		2:10 (MVI_9604)			
11:28	9:28	Vzplanutí střešní konstrukce nad levými dveřmi	-	2:30 (MVI_9604)	-	-	
12:26	10:28	Odpadnutí levých dveří	-	-	11:55 (GOPR2186)	-	

<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
12:44	10:44	<i>Chytnutí střešního pláště (nebo nosné konstrukce střechy??) v pravé půlce</i>	-	-	-	0:15 (GP019945)	
12:54	10:54	<i>Prošlehávání plamenů levými dveřmi</i>	-	-	0:23 (GP012187)	-	
13:31	11:21	<i>Vyšlehávání plamenů z levého okna</i>	12:05 (MVI_4876)	-	-	-	
13:51	11:51	<i>Prošlehávání plamenů střešní konstrukcí</i>	-	-	1:20 (GP012187)	-	<i>Zadní část</i>
14:59	12:59	<i>prošlehnutí plamenů z pravého okna</i>	-	-	-	2:30 (GP019945)	
16:04	14:04	<i>Vyšlehávání plamenů z pravého okna</i>	14:48 (MVI_4876)	-	-	-	
16:26	14:16	<i>FLASHOVER pravá místnost</i>	15:00 (MVI_4876)	-	-	-	
17:09	15:09	<i>Odpadnutí levého horního prostupu v levé místnosti</i>	-	8:11 (MVI_9604)	-	-	
18:53	16:53	<i>Odpadnutí pravých dveří</i>	-	-	-	6:24 (GP019945)	
21:11	19:11	<i>Pronikání kouře prostupy v dolní části</i>	1:44 (MVI_4877)	-	-	-	<i>Levá místnost</i>
22:21	20:21	<i>Prohoření podlahy v pravé půlce</i>	-	-	-	9:52 (GP019945)	
22:39	20:39	<i>Odhoření OSB desky – ostění levých dveří</i>	-	4:50 (MVI_9605)	-	-	

<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
22:40	20:40	<i>Pronikání kouře prostupy v dolní části</i>	3:13 (MVI_4877)	-	-	-	<i>Pravá místnost</i>
23:52	21:52	<i>Odpadávání částí zárubně levých dveří</i>	-	-	11:21 (GP012187)	-	
24:48	22:48	<i>Odpadávání hořící slámy</i>	-	-	0:19 (GP022187)	-	<i>Nadpraží levých dveří</i>
26:33	24:33	<i>Prohoření podlahy v levé půlce</i>	-	0:40 (MVI_9606)	-	-	<i>Zadní roh</i>
27:07	25:07	<i>Prasklina napravo od pravých dveří</i>	-	-	-	2:40 (GP029945)	
27:29	25:29	<i>Prohoření podlahy v levé půlce</i>	8:02 (MVI_4877)	-	-	-	<i>Přední roh</i>
28:42	26:42	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	9:15 (MVI_4877)	-	-	-	-
29:08	27:08	<i>Odpadnutí OSB nad levými dveřmi</i>	-	3:15 (MVI_9606)	-	-	
29:10	27:10	<i>Odpadnutí OSB nad levými dveřmi</i>	-	-	4:41 (GP022187)	-	
29:21	27:21	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	4:52 (GP022187)	-	
30:14	28:14	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	5:45 (GP022187)	-	
30:00	28:00	<i>Odpadnutí kusu OSB desky ze střechy</i>	-	4:07 (MVI_9606)	-	-	
30:50	28:50	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	6:21 (GP022187)	-	

<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
32:00	30:00	<i>Teplota uvnitř objektu stoupla na hodnotu 1100 °C</i>	-	-	-	-	<i>Termočlánek B0</i>
32:49	30:49	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	-	8:22 (GP029945)	
32:46	30:46	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	9:17 (GP022187)	-	
33:04	31:04	<i>Odpadnutí části osb ze střechy</i>	-	2:39 (MVI_9607)	-	-	
33:11	31:11	<i>Spadnutí tepelné izolace ze stropu v levé místnosti</i>	-	2:46 (MVI_9607)	-	-	
33:19	31:19	<i>Odpadávání hořících částí střechy</i>	-	-	8:50 (GP022187)	-	
33:25	31:25	<i>Odpadnutí části osb ze střechy</i>	-	2:52 (MVI_9607)	-	-	
34:27	32:27	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	-	9:57 (GP029945)	
35:04	33:04	<i>Vznik trhliny u nadpraží levého okna</i>	3:50 (MVI_4878)	-	-	-	
35:41	33:41	<i>Prošlehnutí plamů pod podlahou</i>	--	-	11:12 (GP022187)	-	<i>Pravá místnost, ze zadu</i>
36:53	34:53	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	0:26 (GP032187)	-	
37:20	35:20	<i>Odpadnutí síťoviny ze stropu</i>	-	6:47 (MVI_9607)	-	-	
39:13	37:15	<i>Odpadávání hořících částí střechy</i>	-	-	2:48 (GP032187)	-	

<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
40:05	38:05	<i>Odpadnutí kusu vápenné omítky</i>	-	-	3:38 (GP032187)	-	<i>Pravý zadní roh</i>
40:50	38:50	<i>Ochlazování okolí hasiči</i>	-	-	4:13 (GP032187)	-	
42:19	40:19	<i>Doutnání slámy v trhlínách nadpraží levého okna</i>	11:05 (MVI_4878)	-	-	-	
45:09	43:09	<i>Odpadnutí ostění pravého okna</i>	13:55 (MVI_4878)	-	-	-	<i>uvnitř</i>
47:24	45:24	<i>Odpadnutí kusu vápenné omítky</i>	16:10 (MVI_4878)	-	-	-	<i>Pravý přední roh</i>
48:00	46:00	<i>Teplota uvnitř objektu začíná klesat</i>	-	-	-	-	<i>Termočlánek B0</i>
48:07	46:07	<i>Částečný kolaps podélného trámu</i>	-	-	11:30 (GP032187)	-	
50:15	48:15	<i>Částečný kolaps podélného trámu</i>	-	-	1:40 (GP042187)	-	
50:30	48:30	<i>Odpadnutí kusu vápenné omítky</i>	-	-	-	2:04 (GP049945)	<i>Pravý přední roh</i>
50:45	48:45	<i>Odpadnutí kusu vápenné omítky</i>	-	-	-	2:19 (GP049945)	<i>Přední strana střed</i>
51:12	49:12	<i>Uvolnění nadpraží levého okna</i>	1:50 (MVI_4879)	-	-	-	<i>Prošlehávání plamenu ve sparách</i>
55:39	53:39	<i>Odpadnutí ostění pravého okna</i>	6:17 (MVI_4879)	-	-	-	<i>uvnitř</i>

<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
55:52	53:52	<i>Pád střešního trámu na pravé straně</i>	6:30 (MVI_4879)	-	-	-	
56:22	54:22	<i>Uvolnění balíku z levého nadpraží</i>	7:00 (MVI_4879)	-	-	-	
56:34	54:34	<i>Vypadnutí celého nadpraží</i>	7:12 (MVI_4879)	-	-	-	
57:18	55:18	<i>Odpadnutí vápenné omítky na zadní stěně</i>	-	-	8:43 (GP042187)	-	
57:35	55:35	<i>Odpadnutí vápenné omítky v celé délce přední stěny</i>	8:13 (MVI_4879)	-	-	-	
58:08	56:08	<i>Uvolnění balíku z pravého nadpraží</i>	8:46 (MVI_4879)	-	-	-	
58:46	56:46	<i>Odpadnutí vápenné omítky z nadpraží pravých dveří</i>	9:24 (MVI_4879)	-	-	-	
58:51	56:51	<i>Odpadnutí slámy z nadpraží pravého okna</i>	9:29 (MVI_4879)	-	-	-	
59:01	57:01	<i>Odpadnutí vápenné omítky z nadpraží pravého okna</i>	9:39 (MVI_4879)	-	-	-	
60:19	58:19	<i>Odpadnutí trámu směrem na severní stranu</i>	-	-	11:44 (GP042187)	-	
61:49	59:49	<i>Odpadnutí vápenné omítky</i>	0:50 (MVI_4880)	-	-	-	<i>Přední roh</i>
62:57	60:57	<i>Odpadnutí nadpraží pravého okna a pravých dveří</i>	1:58 (MVI_4880)	-	-	-	
64:52	62:52	<i>Odpadnutí kusu vápenné omítky</i>	3:53 (MVI_4880)	-	-	-	<i>Přední strana</i>



<i>Reálný čas [min]</i>	<i>Čas od zapálení [min]</i>	<i>Popis události</i>	<i>Kamera 1</i>	<i>Kamera 2</i>	<i>Go Pro 1</i>	<i>Go Pro 2</i>	<i>Poznámky</i>
65:19	63:19	<i>Pád trámu na levé straně</i>	4:20 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	
65:20	63:20	<i>Odpadáva ostění pravého okna</i>	4:21 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	<i>Z exteriéru</i>
65:42	63:42	<i>Ochlazování hasičem + odpadnutí omítky</i>	4:43 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	<i>Odpadnutí z důvodu ochlazení</i>
65:55	63:55	<i>Odpadnutí hliněné omítky v levé části objektu</i>	4:56 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	
65:58	63:58	<i>Odpadnutí vápenné omítky na pravé části objektu</i>	4:59 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	<i>Přední roh</i>
66:16	64:16	<i>Kolaps pravé stěny</i>	5:17 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	6
66:31	64:31	<i>Kolaps levé stěny</i>	5:20 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	
66:29	64:29	<b>CELKOVÝ KOLAPS OBJEKTU</b>	5:29 <i>(MVI_4880)</i>	-	-	-	

## 15 Příloha 8 – FDS model I.

```
&HEAD CHID           = 'DISE',
TITLE                = 'Slamena stena/'
&MISC                SURF_DEFAULT = 'INERT' /
&DUMP DT_RESTART    = 50.0 /
&TIME T_END         = 3600.0 /
***** Výpočetní síť *****
&MESH                ID='s1', IJK = 30, 12, 30, XB = 0.000, 3.000, -0.200, 1.000, 0.000,
3.000 /
***** Materiály *****
&MATL                ID='SLAMA', DENSITY = 93.7, CONDUCTIVITY = 0.060,
SPECIFIC_HEAT = 2.000 /
&MATL                ID='HLINA', DENSITY = 1600., CONDUCTIVITY =
0.461, SPECIFIC_HEAT = 1.000 /
&MATL                ID='VC', DENSITY = 1400.,
CONDUCTIVITY = 0.870, SPECIFIC_HEAT = 0.840 /
***** Povrchy *****
&SURF ID = 'VAPNO' MATL_ID(1,1) = 'VC' MATL_ID(2,1) = 'SLAMA'
MATL_ID(3,1) = 'HLINA' COLOR = 'GOLD' THICKNESS(1:3) = 0.030, 0.500,
0.050 /
&SURF ID = 'HLINA' MATL_ID(1,1) = 'HLINA' MATL_ID(2,1) = 'SLAMA'
MATL_ID(3,1) = 'VC' COLOR = 'CHOCOLATE' THICKNESS(1:3) = 0.050, 0.500,
0.030 /
&SURF ID = 'FIRE', HRRPUA = 50000, RAMP_Q = 'fireramp' /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 0.0, F = 0.000 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3.0, F = 0.085 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 5.0, F = 0.0935 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 10.0, F = 0.1025 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 15.0, F = 0.110 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 20.0, F = 0.120 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 25.0, F = 0.130 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 30.0, F = 0.140 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 35.0, F = 0.150 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 40.0, F = 0.1575 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 45.0, F = 0.1670 /
```

```
&RAMP ID = 'fireramp', T = 50.0, F = 0.1770 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 55.0, F = 0.1870 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 60.0, F = 0.1970 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 90.0, F = 0.215 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 120.0, F = 0.230 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 150.0, F = 0.245 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 180.0, F = 0.2595 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 210.0, F = 0.2740 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 240.0, F = 0.2900 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 270.0, F = 0.2950 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 300.0, F = 0.3045 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 330.0, F = 0.3150 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 360.0, F = 0.3195 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 390.0, F = 0.3250 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 420.0, F = 0.3300 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 450.0, F = 0.3345 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 480.0, F = 0.3400 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 510.0, F = 0.3445 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 540.0, F = 0.3495 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 570.0, F = 0.3550 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 600.0, F = 0.3575 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 630.0, F = 0.3595 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 660.0, F = 0.3620 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 690.0, F = 0.3645 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 720.0, F = 0.3675 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 750.0, F = 0.3700 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 780.0, F = 0.3725 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 810.0, F = 0.3750 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 840.0, F = 0.3800 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 870.0, F = 0.3850 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 900.0, F = 0.3895 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 930.0, F = 0.3950 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 960.0, F = 0.3995 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 990.0, F = 0.4050 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1020.0, F = 0.4095 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1050.0, F = 0.4140 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1080.0, F = 0.4200 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1110.0, F = 0.4250 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1140.0, F = 0.4295 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1170.0, F = 0.4345 /
```

```

&RAMP ID = 'fireramp', T = 1200.0, F = 0.4395 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1230.0, F = 0.4440 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1260.0, F = 0.4490 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1290.0, F = 0.4550 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1320.0, F = 0.4595 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1350.0, F = 0.4640 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1380.0, F = 0.4690 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1410.0, F = 0.4740 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1440.0, F = 0.4790 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1470.0, F = 0.4815 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1500.0, F = 0.4840 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1530.0, F = 0.4865 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1560.0, F = 0.4890 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1590.0, F = 0.4915 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1620.0, F = 0.4940 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1650.0, F = 0.4990 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1680.0, F = 0.5015 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1710.0, F = 0.5040 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1740.0, F = 0.5065 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1770.0, F = 0.5090 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1800.0, F = 0.5115 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1830.0, F = 0.5140 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1860.0, F = 0.5165 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1890.0, F = 0.5190 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1920.0, F = 0.5215 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1950.0, F = 0.5240 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 1980.0, F = 0.5260 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2110.0, F = 0.5295 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2140.0, F = 0.5365 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2170.0, F = 0.5385 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2200.0, F = 0.5315 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2230.0, F = 0.5345 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2260.0, F = 0.6260 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2290.0, F = 0.6280 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2320.0, F = 0.6220 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2350.0, F = 0.6260 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2380.0, F = 0.6300 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2410.0, F = 0.6320 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2440.0, F = 0.6340 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2470.0, F = 0.6360 /

```

```

&RAMP ID = 'fireramp', T = 2500.0, F = 0.6380 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2530.0, F = 0.6400 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2560.0, F = 0.6420 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2590.0, F = 0.6440 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2620.0, F = 0.6460 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2650.0, F = 0.6480 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2680.0, F = 0.6500 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2710.0, F = 0.7520 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2740.0, F = 0.7540 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2770.0, F = 0.7560 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2800.0, F = 0.7580 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2830.0, F = 0.7700 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2860.0, F = 0.7720 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2890.0, F = 0.7740 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2920.0, F = 0.7760 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2950.0, F = 0.7780 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 2980.0, F = 0.7800 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3010.0, F = 0.7920 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3060.0, F = 0.8915 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3110.0, F = 0.8955 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3160.0, F = 0.8995 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3210.0, F = 0.9035 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3260.0, F = 0.9075 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3310.0, F = 0.9115 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3360.0, F = 0.9155 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3410.0, F = 0.9195 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3460.0, F = 0.9235 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3510.0, F = 0.9275 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3560.0, F = 0.9315 /
&RAMP ID = 'fireramp', T = 3610.0, F = 0.9355 /
***** Geometrie prostoru *****
&OBST      XB = 0.000, 3.000, 0.000, 0.100, 0.000, 3.000, SURF_ID6 =
'INERT', 'INERT', 'VAPNO', 'HLINA', 'INERT', 'INERT' /
***** Reaktant *****
&REAC      FUEL = 'PROPANE',      SOOT_YIELD      =      0.01,
HEAT_OF_COMBUSTION = 46460.0 /
***** Ventilacni plocha *****
&VENT XB = 0.000, 0.200, 1.000, 1.000, 1.400, 1.600, SURF_ID = 'FIRE' COLOR
= 'BLACK' /

```

```

&VENT XB = 2.800, 3.000, 1.000, 1.000, 1.400, 1.600, SURF_ID = 'FIRE' COLOR
= 'BLACK'/
&VENT XB = 0.000, 0.200, 1.000, 1.000, 0.800, 1.000, SURF_ID = 'FIRE' COLOR
= 'BLACK'/
&VENT XB = 2.800, 3.000, 1.000, 1.000, 0.800, 1.000, SURF_ID = 'FIRE' COLOR
= 'BLACK'/
&VENT XB = 0.000, 3.000, -0.200, -0.200, 0.000, 3.000, SURF_ID = 'OPEN' /
ventilační otvor přední strana
&VENT XB = 0.000, 0.000, 0.400, 0.900, 2.200, 2.600, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor horní – levá strana
&VENT XB = 3.000, 3.000, 0.400, 0.900, 2.200, 2.600, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor horní – pravá strana
&VENT XB = 0.000, 0.300, 1.000, 1.000, 0.700, 0.800, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor – prav. spodní hořák
&VENT XB = 2.700, 3.000, 1.000, 1.000, 0.700, 0.800, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor – prav spodní hořák
&VENT XB = 2.700, 2.800, 1.000, 1.000, 0.800, 1.000, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otv – prav hořák bok
&VENT XB = 0.200, 0.300, 1.000, 1.000, 0.800, 1.000, SURF_ID = 'OPEN' / vent
ot – levý hořák bok
&VENT XB = 0.000, 0.300, 1.000, 1.000, 1.300, 1.400, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otv – pravý horní hořák
&VENT XB = 2.700, 3.000, 1.000, 1.000, 1.300, 1.400, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otv – pravý horní hořák
&VENT XB = 2.700, 2.800, 1.000, 1.000, 1.400, 1.600, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otv – pravý hořák bok
&VENT XB = 0.200, 0.300, 1.000, 1.000, 1.400, 1.600, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otv – levý horní hořák bok
&VENT XB = 0.700, 2.300, 0.350, 1.000, 3.000, 3.000, SURF_ID = 'OPEN' /
ventilační otvor strop
***** Termočlánky – Bodové měření teplot *****
&PROF XYZ = 1.500, 0.100, 1.500, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='T-1',
IOR=2 /
&DEVC XYZ = 0.900, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.050, ID = 'A1_', IOR=2 /
&DEVC XYZ = 0.900, 0.100, 0.800, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.030, ID = 'A1', IOR = 2 / TČ A1
&DEVC XYZ = 2.100, 0.100, 0.800, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.030, ID = 'A2', IOR = 2 / TČ A2

```

```

&DEVC XYZ = 1.500, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.030, ID = 'A3', IOR = 2 / TČ A3
&DEVC XYZ = 0.900, 0.100, 2.200, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.030, ID = 'A4', IOR = 2 / TČ A4
&DEVC XYZ = 2.100, 0.100, 2.200, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.030, ID = 'A5', IOR = 2 / TČ A5
&DEVC XYZ = 1.500, 0.100, 2.916, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.030, ID = 'A6', IOR = 2 / TČ A6
&DEVC XYZ = 0.900, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.197, ID = 'B1', IOR = 2 / TČ B1
&DEVC XYZ = 1.500, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.197, ID = 'B2', IOR = 2 / TČ B2
&DEVC XYZ = 2.100, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.197, ID = 'B3', IOR = 2 / TČ B3
&DEVC XYZ = 0.900, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.363, ID = 'C1', IOR = 2 / TČ C1
&DEVC XYZ = 1.500, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.363, ID = 'C2', IOR = 2 / TČ C2
&DEVC XYZ = 2.100, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.363, ID = 'C3', IOR = 2 / TČ C3
&DEVC XYZ = 0.900, 0.100, 0.800, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.530, ID = 'D1', IOR = 2 / TČ D1
&DEVC XYZ = 2.100, 0.100, 0.800, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.530, ID = 'D2', IOR = 2 / TČ D2
&DEVC XYZ = 1.500, 0.100, 1.500, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.530, ID = 'D3', IOR = 2 / TČ D3
&DEVC XYZ = 0.900, 0.100, 2.200, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.530, ID = 'D4', IOR = 2 / TČ D4
&DEVC XYZ = 2.100, 0.100, 2.200, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.530, ID = 'D5', IOR = 2 / TČ D5
&DEVC XYZ = 1.500, 0.100, 2.916, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.530, ID = 'D6', IOR = 2 / TČ D6
*****Termočlánky – Deskové snimače teploty*****
&DEVC XYZ = 0.750, 0.200, 1.000, QUANTITY='ADIABATIC SURFACE
TEMPERATURE GAS', ID='DTČ 1', ORIENTATION=1.000,-1.000,0.000,
PROP_ID='props' /
&DEVC XYZ = 1.500, 0.200, 1.000, QUANTITY='ADIABATIC SURFACE
TEMPERATURE GAS', ID='DTČ 2', ORIENTATION=1.000,-1.000,0.000,
PROP_ID='props' /

```

```

&DEVC XYZ = 2.250, 0.200, 1.000, QUANTITY='ADIABATIC SURFACE
TEMPERATURE GAS', ID='DTČ 3', ORIENTATION=1.000,-1.000,0.000,
PROP_ID='props' /
&DEVC XYZ = 0.750, 0.200, 2.000,, QUANTITY='ADIABATIC SURFACE
TEMPERATURE GAS', ID='DTČ 4', ORIENTATION=1.000,-1.000,0.000,
PROP_ID='props' /
&DEVC XYZ = 1.500, 0.200, 2.000,, QUANTITY='ADIABATIC SURFACE
TEMPERATURE GAS', ID='DTČ 5', ORIENTATION=1.000,-1.000,0.000,
PROP_ID='props' /
&DEVC XYZ = 2.250, 0.200, 2.000,, QUANTITY='ADIABATIC SURFACE
TEMPERATURE GAS', ID='DTČ 6', ORIENTATION=1.000,-1.000,0.000,
PROP_ID='props' /
&PROP ID='props', EMISSIVITY=0.9,
HEAT_TRANSFER_COEFFICIENT=10./
***** Termočlánky *****
&SLCF PBX = 0.100, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. / TČ
začátek
&SLCF PBX = 1.500, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. / TČ
střed
&SLCF PBX = 2.900, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. / TČ
konec
&SLCF PBY = -0.001, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF odvrácená strana
&SLCF PBY = 0.101, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF ohříváná strana
&SLCF PBY = 0.200, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF termočlánky
&SLCF PBY = 1.000, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF hořáky
&SLCF PBY = 0.750, QUANTITY = 'PRESSURE', VECTOR = .TRUE. / SLCF
&BNDF QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE'
&TAIL /

```

## 16 Příloha 9 – FDS model II.

```
&HEAD CHID = 'DP', TITLE = 'Slamena stena'/
&MISC SURF_DEFAULT = 'INERT' /
&DUMP DT_RESTART = 50.0 /
&TIME T_END = 3200.0 /
***** Výpočetní síť *****
&MESH ID='s1', IJK = 5,8,4, XB = 0.000, 1.000, 0.000, 0.400, 0.000, 0.800 /
***** Materiály *****
&MATL ID = 'SLAMA', DENSITY = 90, CONDUCTIVITY_RAMP =
'SLAMA_LAMBDA', SPECIFIC_HEAT_RAMP = 'SLAMA_C' /
&MATL ID = 'HLINA', DENSITY = 1600.0, CONDUCTIVITY = 0.700,
SPECIFIC_HEAT = 0.920 /
&MATL ID = 'VODA', DENSITY = 1000.0, CONDUCTIVITY_RAMP =
'VODA_LAM', SPECIFIC_HEAT = 4.185 N_REACTIONS = 1
REFERENCE_TEMPERATURE = 75.NU_SPEC = 1.0 SPEC_ID = 'WATER
VAPOR' HEAT_OF_REACTION = 2500. /
&SPEC ID = 'WATER VAPOR' /
&MATL ID = 'VC', DENSITY = 1400., CONDUCTIVITY = 0.87,
SPECIFIC_HEAT = 0.84 /
***** Materiálové vlast. za požáru*****
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 20.0, F=1.00 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 74.0, F=1.01 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 75.0, F=0.0030 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 89.5, F=0.0031 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 90.5, F=3.12 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 200.0, F=3.12 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 250.0, F=2.12 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 300.0, F=0.93 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 350.0, F=1.11 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 400.0, F=1.31 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 600.0, F=1.83 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 800.0, F=2.16 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 1200.0, F=2.16 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA',T= 20.0, F=0.06 /
```

```
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA',T= 74.0, F=0.06 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA',T= 75.0, F=10.0 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 89.5, F=11.0 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 90.5, F=0.13 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 200.0, F=0.08 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 350.0, F=0.04 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 500.0, F=0.05 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 800.0, F=0.18 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 1200.0, F=0.75 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 00.0, F=0.564 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 10.0, F=0.584 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 20.0, F=0.597 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 30.0, F=0.618 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 50.0, F=0.645 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 80.0, F=0.670 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 100.0, F=0.682 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 5.0, F=4.2038 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 10.0, F=4.1957 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 15.0, F=4.1895 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 20.0, F=4.1849 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 25.0, F=4.1817 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 30.0, F=4.1796 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 35.0, F=4.1785 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 40.0, F=4.1782 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 45.0, F=4.1786 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 50.0, F=4.1796 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 55.0, F=4.1811 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 60.0, F=4.1830 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 65.0, F=4.1853 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 70.0, F=4.1881 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 75.0, F=4.1914 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 80.0, F=4.1952 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 85.0, F=4.1997 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 90.0, F=4.2049 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 95.0, F=4.2111 /
***** Povrchy *****
```

```

&SURF ID = 'HLINA' MATL_ID(1,1) = 'HLINA' MATL_ID(2,1:2) = 'SLAMA',
'VODA' COLOR = 'RED' THICKNESS(1:2) = 0.040,0.500
MATL_MASS_FRACTION(2,1:2) = 0.90,0.10 EMISSIVITY = 0.5 /
&SURF ID = 'SLAMA' MATL_ID(1,1) = 'SLAMA' MATL_ID(2,1:2) = 'HLINA',
'VODA' COLOR = 'GREEN' MATL_MASS_FRACTION(2,1:2) = 0.95,0.05
THICKNESS(1:2) = 0.500,0.050 /
&SURF ID = 'HORAK', HRRPUA = 260.0 /
&SURF ID = 'BLOWER', TMP_FRONT = 800 EMISSIVITY = 1.0 / TEPLOTA
KERAMICKÝCH ČLÁNKŮ 800-850 °C
***** Geometrie prostoru *****
&OBST XB = 0.200, 0.800, 0.050, 0.150, 0.000, 0.600, SURF_ID6 = 'INERT',
'INERT', 'SLAMA', 'HLINA', 'INERT', 'INERT' /
&OBST XB = 0.400, 0.600, 0.400, 0.400, 0.2000, 0.400, SURF_ID = INERT' /
***** Ventilační plocha *****
&VENT XB = 0.000, 0.000, 0.000, 0.400, 0.000, 0.800, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor leva
&VENT XB = 1.000, 1.000, 0.000, 0.400, 0.000, 0.800, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor zadní
&VENT XB = 0.000, 1.000, 0.400, 0.400, 0.000, 0.800, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor pravá
&VENT XB = 0.000, 1.000, 0.000, 0.400, 0.800, 0.800, SURF_ID = 'OPEN' / vent
otvor strop
&VENT XB = 0.400, 0.600, 0.400, 0.400, 0.200, 0.400, SURF_ID = 'BLOWER'
COLOR = 'BLACK' / hořák
***** Reaktant *****
&REAC FUEL = 'PROPANE', SOOT_YIELD = 0.01, HEAT_OF_COMBUSTION
= 46460.0 /
***** Termočlánky – Bodové měření teplot *****
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID
= 'A0' IOR=2, / TČ povrch
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.001, ID = 'A1' IOR=2, / TČ povrch
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.050, ID = 'A2' IOR=2, / TČ hlína – sláma
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.100, ID = 'A3' IOR=2, / TČ sláma 1/10 tl.

```

```

&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.150, ID = 'A4' IOR=2, / TČ sláma 2/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.200, ID = 'A5' IOR=2, / TČ sláma 3/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.250, ID = 'A6' IOR=2, / TČ sláma 4/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.300, ID = 'A7' IOR=2, / TČ sláma 5/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.350, ID = 'A8' IOR=2, / TČ sláma 6/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.400, ID = 'A9' IOR=2, / TČ sláma 7/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.450, ID = 'A10' IOR=2, / TČ sláma 8/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.500, ID = 'A11' IOR=2, / TČ sláma 9/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', DEPTH=0.550, ID = 'A12' IOR=2, / TČ sláma 10/10 tl.
&DEVC XYZ = 0.500, 0.300, 0.300, QUANTITY = 'TEMPERATURE', ID = 'CI' /
TČ povrch
&DEVC XYZ = 0.500, 0.150, 0.300, QUANTITY = 'RADIATIVE HEAT FLUX',
ID = 'R1', IOR=2, /
&BNDF QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE' /
&BNDF QUANTITY = 'RADIATIVE HEAT FLUX' /
***** Termočlánky – SLCF *****
&SLCF PBX = 0.500, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF střed
&SLCF PBY = 0.201, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF ohřív str
&SLCF PBZ = 0.500, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF střed
&SLCF PBZ = 0.750, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /
SLCF střed
&TAIL /

```

## 17 Příloha 10 – FDS model hranice

```
&HEAD CHID = 'pozarnizatizenislamak', TITLE = 'Hranice'/
&TIME T_END = 3600.0/
&DUMP RENDER_FILE = 'pozarnizatizenislamak.ge1',
COLUMN_DUMP_LIMIT=TRUE., DT_RESTART = 300.0/
***** Výpočetní síť *****
&MESH ID = 'a', IJK = 44, 44, 5, XB = -0.040, 0.840, -0.040, 0.840, -0.025, 0.100 /
&MESH ID = 'c', IJK = 22, 22, 3, XB = -0.040, 0.840, -0.040, 0.840, 0.100, 0.115 /
&MESH ID = 'd', IJK = 44, 44, 4, XB = -0.040, 0.840, -0.040, 0.840, 0.115, 0.215 /
&MESH ID = 'f', IJK = 22, 22, 3, XB = -0.040, 0.840, -0.040, 0.840, 0.215, 0.230 /
&MESH ID = 'g', IJK = 44, 44, 4, XB = -0.040, 0.840, -0.040, 0.840, 0.230, 0.330 /
&MESH ID = 'i', IJK = 22, 22, 3, XB = -0.040, 0.840, -0.040, 0.840, 0.330, 0.345 /
&MESH ID = 'j', IJK = 44, 44, 3, XB = -0.040, 0.840, -0.040, 0.840, 0.345, 0.420 /
***** Reaktant *****
&REAC ID = 'WOOD', FUEL = 'REAC_FUEL', C = 6.3, H = 7.1, O = 2.1,
SOOT_YIELD = 0.008 /
***** Materiály *****
&MATL ID = 'WOOD_FUEL', SPECIFIC_HEAT = 1.63, CONDUCTIVITY = 0.2,
DENSITY = 400.0, HEAT_OF_COMBUSTION = 1.8E4 /
&MATL ID = 'OSB_BOARD', SPECIFIC_HEAT = 1.3, CONDUCTIVITY = 0.2,
DENSITY = 600.0, HEAT_OF_COMBUSTION = 1.8E4 /
&MATL ID = 'STEEL', FYI = 'Drysdale, Intro to Fire Dynamics - ATF NIST Multi-
Floor Validation', SPECIFIC_HEAT = 0.46, CONDUCTIVITY = 45.8, DENSITY =
7850.0, EMISSIVITY = 0.95 /
***** Povrchy *****
&SURF ID = 'HRANOLY', RGB = 102,102,255, HRRPUA = 150.0, RAMP_Q =
'HRANOLY_RAMP_Q', IGNITION_TEMPERATURE = 270.0, BURN_AWAY =
.TRUE., BACKING = 'VOID', MATL_ID(1,1) = 'WOOD_FUEL',
MATL_MASS_FRACTION(1,1) = 1.0, THICKNESS(1) = 0.050,
&RAMP ID = 'HRANOLY_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID = 'HRANOLY_RAMP_Q', T=40.0, F=0.9/
&RAMP ID = 'HRANOLY_RAMP_Q', T=420.0, F=0.5/
&RAMP ID = 'HRANOLY_RAMP_Q', T=800.0, F=1.0/
&RAMP ID = 'HRANOLY_RAMP_Q', T=1010.0, F=0.35/
&RAMP ID = 'HRANOLY_RAMP_Q', T=1550.0, F=0.275/
&SURF ID = 'OSB', RGB = 0,204,0, HRRPUA = 195.0, RAMP_Q =
'OSB_RAMP_Q', IGNITION_TEMPERATURE = 270.0, BURN_AWAY =
```

```
.TRUE., BACKING = 'VOID', MATL_ID(1,1) = 'OSB_BOARD',
MATL_MASS_FRACTION(1,1) = 1.0, THICKNESS(1) = 0.015,
&RAMP ID='OSB_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='OSB_RAMP_Q', T=60.0, F=0.77/
&RAMP ID='OSB_RAMP_Q', T=180.0, F=0.5/
&RAMP ID='OSB_RAMP_Q', T=480.0, F=0.53/
&RAMP ID='OSB_RAMP_Q', T=670.0, F=1.0/
&RAMP ID='OSB_RAMP_Q', T=900.0, F=0.21/
&RAMP ID='OSB_RAMP_Q', T=1800.0, F=0.1/
&SURF ID = 'STENY', RGB = 146,202,166, TEXTURE_MAP = 'psm_concrete.jpg',
TEXTURE_WIDTH = 0.762, TEXTURE_HEIGHT = 0.762 /
&SURF ID = 'STEEL', TEXTURE_MAP = 'psm_blue.jpg', TEXTURE_WIDTH =
0.6096, TEXTURE_HEIGHT = 0.6096, MATL_ID(1,1) = 'STEEL',
MATL_MASS_FRACTION(1,1) = 1.0, THICKNESS(1) = 0.016 /
&SURF ID = 'IGNITOR_PETROLEJ', COLOR = 'RED', TEXTURE_MAP =
'psm_carpet.jpg', TEXTURE_WIDTH = 0.050, TEXTURE_HEIGHT = 0.050,
HRRPUA = 593.6, RAMP_Q = 'IGNITOR_PETROLEJ_RAMP_Q' /
&RAMP ID='IGNITOR_PETROLEJ_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='IGNITOR_PETROLEJ_RAMP_Q', T=1.0, F=1.0/
&RAMP ID='IGNITOR_PETROLEJ_RAMP_Q', T=295.0, F=1.0/
&RAMP ID='IGNITOR_PETROLEJ_RAMP_Q', T=300.0, F=0.0/
***** Geometrie prostoru *****
&OBST XB=0.020,0.060,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 1
&OBST XB=0.100,0.140,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 2
&OBST XB=0.180,0.220,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 3
&OBST XB=0.260,0.300,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 4
&OBST XB=0.340,0.380,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 5
&OBST XB=0.420,0.460,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 6
&OBST XB=0.500,0.540,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 7
&OBST XB=0.580,0.620,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 8
&OBST XB=0.660,0.700,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 1
pozice 9
```



&OBST XB=0.740,0.780,0.000,0.800,0.000,0.050, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 1  
 pozice 10  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.020,0.060,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 1  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.100,0.140,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 2  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.180,0.220,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 3  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.260,0.300,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 4  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.340,0.380,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 5  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.420,0.460,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 6  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.500,0.540,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 7  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.580,0.620,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 8  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.660,0.700,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 9  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.740,0.780,0.050,0.100, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 2  
 pozice 10  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.000,0.800,0.100,0.115, SURF\_ID='OSB' / Proklad OSB  
 &OBST XB=0.020,0.060,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 1  
 &OBST XB=0.100,0.140,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 2  
 &OBST XB=0.180,0.220,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 3  
 &OBST XB=0.260,0.300,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 4  
 &OBST XB=0.340,0.380,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 5  
 &OBST XB=0.420,0.460,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 6  
 &OBST XB=0.500,0.540,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 7  
 &OBST XB=0.580,0.620,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 8

&OBST XB=0.660,0.700,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 9  
 &OBST XB=0.740,0.780,0.000,0.800,0.115,0.165, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 3  
 pozice 10  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.020,0.060,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 1  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.100,0.140,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 2  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.180,0.220,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 3  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.260,0.300,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 4  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.340,0.380,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 5  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.420,0.460,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 6  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.500,0.540,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 7  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.580,0.620,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 8  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.660,0.700,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 9  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.740,0.780,0.165,0.215, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 4  
 pozice 10  
 &OBST XB=0.000,0.800,0.000,0.800,0.215,0.230, SURF\_ID='OSB' / Proklad OSB  
 &OBST XB=0.020,0.060,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 5  
 pozice 1  
 &OBST XB=0.100,0.140,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 5  
 pozice 2  
 &OBST XB=0.180,0.220,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 5  
 pozice 3  
 &OBST XB=0.260,0.300,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 5  
 pozice 4  
 &OBST XB=0.340,0.380,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 5  
 pozice 5  
 &OBST XB=0.420,0.460,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 5  
 pozice 6  
 &OBST XB=0.500,0.540,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF\_ID='HRANOLY'/ řada 5  
 pozice 7

```

&OBST XB=0.580,0.620,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 5
pozice 8
&OBST XB=0.660,0.700,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 5
pozice 9
&OBST XB=0.740,0.780,0.000,0.800,0.230,0.280, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 5
pozice 10
&OBST XB=0.000,0.800,0.020,0.060,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 1
&OBST XB=0.000,0.800,0.100,0.140,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 2
&OBST XB=0.000,0.800,0.180,0.220,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 3
&OBST XB=0.000,0.800,0.260,0.300,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 4
&OBST XB=0.000,0.800,0.340,0.380,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 5
&OBST XB=0.000,0.800,0.420,0.460,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 6
&OBST XB=0.000,0.800,0.500,0.540,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 7
&OBST XB=0.000,0.800,0.580,0.620,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 8
&OBST XB=0.000,0.800,0.660,0.700,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 9
&OBST XB=0.000,0.800,0.740,0.780,0.280,0.330, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 6
pozice 10
&OBST XB=0.000,0.800,0.000,0.800,0.330,0.345, SURF_ID='OSB' / Proklad OSB
&OBST XB=0.020,0.060,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 1
&OBST XB=0.100,0.140,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 2
&OBST XB=0.180,0.220,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 3
&OBST XB=0.260,0.300,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 4
&OBST XB=0.340,0.380,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 5
&OBST XB=0.420,0.460,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 6

```

```

&OBST XB=0.500,0.540,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 7
&OBST XB=0.580,0.620,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 8
&OBST XB=0.660,0.700,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 9
&OBST XB=0.740,0.780,0.000,0.800,0.345,0.395, SURF_ID='HRANOLY'/ řada 7
pozice 10
&OBST XB=0.300,0.500,0.300,0.500,-0.050,0.-025, SURF_IDS =
'IGNITOR_PETROLEJ', 'STEEL', 'STEE L' / Petrolej
***** Ventilací plocha *****
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.040,-0.040,-0.040,0.840,0.000,0.420/ Otvor4
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=0.840,0.840,-0.040,0.840,0.000,0.420/ Otvor2
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.040,0.840,-0.040,-0.040,0.000,0.420/ Otvor3
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=-0.040,0.840,0.840,0.840,0.000,0.420/ Otvor1
***** Termočlánky *****
&PROP ID='TC1 props', BEAD_DIAMETER=0.003/
&PROP ID='TC2 props', BEAD_DIAMETER=0.003/
&PROP ID='TC3 props', BEAD_DIAMETER=0.003/
&PROP ID='TC4 props', BEAD_DIAMETER=0.003/
&PROP ID='TC5 props', BEAD_DIAMETER=0.003/
&DEVC ID='TC1', PROP_ID='TC1 props', QUANTITY='THERMOCOUPLE',
XYZ=0.4,0.4,0.419/
&DEVC ID='TC2', PROP_ID='TC2 props', QUANTITY='THERMOCOUPLE',
XYZ=0.2,0.2,0.419/
&DEVC ID='TC3', PROP_ID='TC3 props', QUANTITY='THERMOCOUPLE',
XYZ=0.2,0.6,0.419/
&DEVC ID='TC4', PROP_ID='TC4 props', QUANTITY='THERMOCOUPLE',
XYZ=0.6,0.2,0.419/
&DEVC ID='TC5', PROP_ID='TC5 props', QUANTITY='THERMOCOUPLE',
XYZ=0.6,0.6,0.419/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=0.200/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=0.400/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=0.600/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=0.200/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=0.400/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=0.600/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=0.100/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=0.200/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=0.300/

```

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=0.400/  
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=0.419/  
&TAIL /

## 18 Příloha 11 – FDS Slamák

```
&HEAD CHID = 'SLAMAK', TITLE = 'SLAMAK'/
&DUMP DT_RESTART = 50.0 /
&MISC RESTART = .TRUE./
&TIME T_END = 3600.0 /
***** Výpočetní síť *****
&MESH ID='s1', IJK = 52, 37, 16, XB = -0.125, 6.375, -0.125, 4.500, -0.200, 3.000 /
&MESH ID='s2', IJK = 104, 37, 3, XB = -0.125, 6.375, -0.125, 4.500, 3.000, 3.200 /
&MESH ID='s3', IJK = 26, 18, 8, XB = -0.125, 6.375, -0.125, -4.125, -0.200, 3.000 /
&MESH ID='s3a', IJK = 26, 18, 3, XB = -0.125, 6.375, -0.125, -4.125, 3.000, 3.200 /
&MESH ID='s4', IJK = 26, 18, 8, XB = -0.125, 6.375, 4.500, 8.500, -0.200, 3.000 /
&MESH ID='s4a', IJK = 26, 18, 3, XB = -0.125, 6.375, 4.500, 8.500, 3.000, 3.200 /
***** Materiály *****
&MATL ID = 'SLAMA', DENSITY = 90, CONDUCTIVITY_RAMP =
'SLAMA_LAMBDA', SPECIFIC_HEAT_RAMP = 'SLAMA_C' /
&MATL ID = 'HLINA', DENSITY = 1600.0, CONDUCTIVITY = 0.700,
SPECIFIC_HEAT = 0.920 /
&MATL ID = 'VC', DENSITY = 1600.0, CONDUCTIVITY = 0.87,
SPECIFIC_HEAT = 0.84 /
&MATL ID = 'DREVO', SPECIFIC_HEAT = 1.63, CONDUCTIVITY = 0.2,
DENSITY = 400.0, HEAT_OF_COMBUSTION = 1.8E4 /
&MATL ID = 'MINERALNIVATA', DENSITY = 250.0, CONDUCTIVITY =
0.079, SPECIFIC_HEAT = 1.150 /
&MATL ID = 'SKELNAVATA', DENSITY = 15., CONDUCTIVITY = 0.046,
SPECIFIC_HEAT = 0.940 /
&MATL ID = 'OSB', SPECIFIC_HEAT = 1.3, CONDUCTIVITY = 0.2, DENSITY
= 600.0, HEAT_OF_COMBUSTION = 1.8E4 /
&MATL ID = 'SKLO', DENSITY = 2600., CONDUCTIVITY = 0.760,
SPECIFIC_HEAT = 0.84 /
&MATL ID = 'PVC', DENSITY = 1400.000, CONDUCTIVITY = 0.160,
SPECIFIC_HEAT = 1.050 /
&MATL ID = 'INTUMEX', DENSITY = 100.000, CONDUCTIVITY = 0.120,
SPECIFIC_HEAT = 1.000 /
```

```
&MATL ID = 'DREVOHRANICE', SPECIFIC_HEAT = 2.63, CONDUCTIVITY =
0.2, DENSITY = 400.0 /
&MATL ID = 'VODA', DENSITY = 1000. CONDUCTIVITY_RAMP =
'VODA_LAM', SPECIFIC_HEAT = 4.185
N_REACTIONS = 1 REFERENCE_TEMPERATURE = 75. NU_SPEC = 1.0
SPEC_ID = 'WATER_VAPOR' HEAT_OF_REACTION = 2500. /
***** Materiálové vlast. za požáru *****
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 20.0,F=1.00 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 74.0,F=1.01 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 75.0,F=0.0030 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 89.5,F=0.0035 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 90.0,F=3.12 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 200.0, F=3.12 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 250.0, F=2.12 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 300.0, F=0.93 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 350.0, F=1.11 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 400.0, F=1.31 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 600.0, F=1.83 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 800.0, F=2.16 /
&RAMP ID = 'SLAMA_C', T= 1200.0, F=2.16 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 20.0, F=0.06 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 74.0, F=0.06 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 75.0, F=10.0 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 89.5, F=18.0 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 90.0, F=0.13 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 200.0 F=0.08 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 350.0, F=0.04 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 500.0, F=0.05 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 800.0, F=0.18 /
&RAMP ID = 'SLAMA_LAMBDA', T= 1200.0, F=0.75 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 00.0, F=0.564 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 10.0, F=0.584 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 20.0, F=0.597 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 30.0, F=0.618 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 50.0, F=0.645 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 80.0, F=0.670 /
&RAMP ID = 'VODA_LAM', T= 100.0, F=0.682 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 5.0, F=4.2038 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 10.0, F=4.1957 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 15.0, F=4.1895 /
```

```

&RAMP ID = 'VODA_C', T= 20.0, F=4.1849 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 25.0, F=4.1817 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 30.0, F=4.1796 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 35.0, F=4.1785 /
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 40.0, F=4.1782/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 45.0, F=4.1786/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 50.0, F=4.1796/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 55.0, F=4.1811/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 60.0, F=4.1830/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 65.0, F=4.1853/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 70.0, F=4.1881/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 75.0, F=4.1914/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 80.0, F=4.1952/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 85.0, F=4.1997/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 90.0, F=4.2049/
&RAMP ID = 'VODA_C', T= 95.0, F=4.2111/
&SPEC ID = 'WATER VAPOR'

```

```

***** Povrchy *****
&SURF ID = 'VAPNOSLAMA' MATL_ID(1,1) = 'VC' MATL_ID(2,1:2) =
'SLAMA', 'VODA' MATL_ID(3,1) = 'HLINA' MATL_MASS_FRACTION (2,1:2)
= 0.90,0.10 EMISSIVITY = 0.5 COLOR = 'BEIGE' THICKNESS(1:3) =
0.050, 0.4, 0.05 /
&SURF ID = 'SLAMA' MATL_ID(1,1:2) = 'SLAMA', 'VODA'
MATL_MASS_FRACTION (2,1:2) = 0.90,0.10 EMISSIVITY = 0.5 COLOR =
'YELLOW' THICKNESS = 0.400 /
&SURF ID = 'HLINO_SLAMA_TENKA' MATL_ID(1,1) = 'HLINA'
MATL_ID(2,1:2) = 'SLAMA', 'VODA' MATL_ID(3,1) = 'VC'
MATL_MASS_FRACTION (2,1:2) = 0.90,0.10 EMISSIVITY = 0.5 COLOR =
'GOLD' THICKNESS(1:3) = 0.050, 0.4, 0.05/
&SURF ID = 'HLINO_SLAMA_TLUSTA' MATL_ID(1,1) = 'HLINA'
MATL_ID(2,1:2) = 'SLAMA', 'VODA' MATL_ID(3,1) = 'VC'
MATL_MASS_FRACTION (2,1:2) = 0.90,0.10 EMISSIVITY = 0.5 COLOR =
'CRIMSON' THICKNESS(1:3) = 0.050, 0.4, 0.05 /
&SURF ID = 'HLINO_SLAMA_VENEK' MATL_ID(1,1) = 'HLINA'
MATL_ID(2,1:2) = 'SLAMA','VODA' MATL_ID(3,1) = 'HLINA' EMISSIVITY =
0.5 COLOR = 'BURNT SIENNA' THICKNESS(1:3) = 0.05, 0.4, 0.05
MATL_MASS_FRACTION (2,1:2) = 0.90, 0.10 /
&SURF ID = 'VAPNO' MATL_ID = 'VC' COLOR = 'BEIGE' THICKNESS = 0.055/

```

```

&SURF ID = 'HLINA' MATL_ID = 'HLINA' COLOR = 'BURNT SIENNA'
THICKNESS = 0.055 /
&SURF ID = 'DREVO' MATL_ID = 'DREVO' COLOR = 'GREEN' THICKNESS =
0.016 /
&SURF ID = 'MINERALNIVATA' MATL_ID = 'MINERALNIVATA' COLOR =
'BANANA' THICKNESS = 0.550 /
&SURF ID = 'MINERALNIOSB' MATL_ID(1,1) = 'OSB' MATL_ID(2,1) =
'MINERALNIVATA' MATL_ID(3,1) = 'OSB' COLOR = 'YELLOW' THICKNESS
= 0.018, 0.160, 0.018 /
&SURF ID = 'SKELNAVATA' MATL_ID = 'SKELNAVATA' COLOR = 'WHITE'
THICKNESS = 0.16 /
&SURF ID = 'SKELNAOSB' MATL_ID(1,1) = 'OSB' MATL_ID(2,1) =
'SKELNAVATA' MATL_ID(3,1) = 'OSB'
COLOR = 'ORANGE' THICKNESS = 0.018, 0.160, 0.018 /
&SURF ID = 'OSB' MATL_ID = 'OSB' HRRPUA = 195.0, COLOR = 'BROWN 4'
THICKNESS = 0.018 IGNITION_TEMPERATURE = 270.0, BURN_AWAY =
.TRUE., BACKING = 'INSULATED' RAMP_Q = 'OSB_RAMP_Q' /
&RAMP ID = 'OSB_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID = 'OSB_RAMP_Q', T=60.0, F=0.77/
&RAMP ID = 'OSB_RAMP_Q', T=180.0, F=0.5/
&RAMP ID = 'OSB_RAMP_Q', T=480.0, F=0.53/
&RAMP ID = 'OSB_RAMP_Q', T=670.0, F=1.0/
&RAMP ID = 'OSB_RAMP_Q', T=900.0, F=0.21/
&RAMP ID = 'OSB_RAMP_Q', T=1800.0, F=0.1/
&SURF ID = 'OKNO' MATL_ID = 'SKLO' COLOR = 'SKY BLUE' THICKNESS
= 0.010 /
&SURF ID = 'DVERE' MATL_ID = 'DREVO' COLOR = 'GRAY' THICKNESS =
0.030 /
&SURF ID = 'TRUBKA' MATL_ID = 'PVC' COLOR = 'DARK OLIVE GREEN'
THICKNESS = 0.003 /
&SURF ID = 'UCPAVKA' MATL_ID = 'INTUMEX' COLOR = 'BLACK'
THICKNESS = 0.050 /
&SURF ID = 'ZATIZENI', COLOR = 'BROWN', MATL_ID = 'DREVOHRANICE',
THICKNESS = 0.04 /
***** Požár *****
&SURF ID = 'HRANICEV', COLOR = 'RED', HRRPUA = 313.5055, RAMP_Q =
'HRANICEV_RAMP_Q' /
&RAMP ID = 'HRANICEV_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0 /
&RAMP ID = 'HRANICEV_RAMP_Q', T=14.4, F=0.028 / 0.055*0.5
&RAMP ID = 'HRANICEV_RAMP_Q', T=68.4, F=0.037 / 0.075*0.5

```

&RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=165.0, F=0.333 / 0,667\*0,5 navíc  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=345.6, F=0.333 / 0,667\*0,5  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=570.0, F=0.333 / 0,667\*0,5 navíc  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=647.9, F=0.437 / 0,874\*0,5  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=648.0, F=0.874 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=964.8, F=0.947 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=1090.8, F=1.0 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=1443.0, F=0.904 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=1692.0, F=0.810 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=2000.0, F=0.810 / navíc  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=2239.2, F=0.254 / 724\*0,35  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=2491.0, F=0.180 / 719\*0,25  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=2966.0, F=0.128 / 856\*0,15  
 &RAMP ID = 'HRANICEV\_RAMP\_Q', T=3578.4, F=0.042 / 846\*0,05  
 &SURF ID = 'HRANICEB', COLOR = 'ORANGE', HRRPUA = 19.59409,  
 RAMP\_Q = 'HRANICEB\_RAMP\_Q' /  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=0.0, F=0.0 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=14.4, F=0.166 / 0,055\*3  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=68.4, F=0.225 / 0,075\*3  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=165.0, F=2.000 / 0,667\*3 navíc  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=345.6, F=2.000 / 0,667\*3  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=570.0, F=2.000 / 0,667\*3 navíc  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=647.9, F=2.622 / 0,874\*3  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=648.0, F=0.874 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=964.8, F=0.947 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=1090.8, F=1.0 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=1443.0, F=0.904 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=1692.0, F=0.810 /  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=2000.0, F=0.810 / navíc  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=2239.2, F=0.254 / 724\*0,35  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=2491.0, F=0.180 / 719\*0,25  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=2966.0, F=0.128 / 856\*0,15  
 &RAMP ID = 'HRANICEB\_RAMP\_Q', T=3578.4, F=0.042 / 846\*0,05  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 0.625,1.375,0.500,1.250,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,1.375,0.500,0.500,0.000,0.400,  
 IOR= -1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,1.375,1.250,1.250,0.000,0.400,  
 IOR= 1/ hranice boční plocha

&VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,0.625,0.500,1.250,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.375,1.375,0.500,1.250,0.000,0.400,  
 IOR= 2/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 1.875,2.625,0.500,1.250,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,2.625,0.500,0.500,0.000,0.400,  
 IOR= -1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,2.625,1.250,1.250,0.000,0.400,  
 IOR= 1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,1.875,0.500,1.250,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 2.625,2.625,0.500,1.250,0.000,0.400,  
 IOR= 2/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 0.625,1.375,1.625,2.375,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,1.375,1.625,1.625,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,1.375,2.375,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,0.625,1.625,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.375,1.375,1.625,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 1.875,2.625,1.625,2.375,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,2.625,1.625,1.625,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,2.625,2.375,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,1.875,1.625,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 2.625,2.625,1.625,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 0.625,1.375,2.750,3.500,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,1.375,2.750,2.750,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,1.375,3.500,3.500,0.000,0.400,  
 IOR= 1/ hranice boční plocha

&VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 0.625,0.625,2.750,3.500,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.375,1.375,2.750,3.500,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 1.875,2.625,2.750,3.500,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,2.625,2.750,2.750,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,2.625,3.500,3.500,0.000,0.400,  
 IOR= 1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 1.875,1.875,2.750,3.500,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 2.625,2.625,2.750,3.500,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 3.500,4.250,0.500,1.250,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 3.500,4.250,0.500,0.500,0.000,0.400,  
 IOR= -1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 3.500,4.250,1.250,1.250,0.000,0.400,  
 IOR= 1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 3.500,3.500,0.500,1.250,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.250,4.250,0.500,1.250,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 4.750,5.500,0.500,1.250,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,5.500,0.500,0.500,0.000,0.400,  
 IOR= -1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,5.500,1.250,1.250,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,4.750,0.500,1.250,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 5.500,5.500,0.500,1.250,0.000,0.400,  
 IOR= 2/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 3.500,4.250,1.650,2.375,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 3.500,4.250,1.650,1.650,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 3.500,4.250,2.375,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha

&VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 3.500,3.500,1.650,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.250,4.250,1.650,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 4.750,5.500,1.650,2.375,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,5.500,1.650,1.650,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,5.500,2.375,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,4.750,1.650,2.375,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 5.500,5.500,1.650,2.375,0.000,0.400,  
 IOR= 2/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB = 3.500,4.250,2.750,3.500,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB=3.500,4.250,2.750,2.750,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB=3.500,4.250,3.500,3.500,0.000,0.400,  
 IOR= 1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB=3.500,3.500,2.750,3.500,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB=4.250,4.250,2.750,3.500,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEV', XB=4.750,5.500,2.750,3.500,0.400,0.400,  
 IOR= 3/ hranice horní plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,5.500,2.750,2.750,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,5.500,3.500,3.500,0.000,0.400,  
 IOR= 1/ hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 4.750,4.750,2.750,3.500,0.000,0.400/  
 hranice boční plocha  
 &VENT SURF\_ID = 'HRANICEB', XB = 5.500,5.500,2.750,3.500,0.000,0.400,  
 IOR= 2/ hranice boční plocha  
 \*\*\*\*\* Okrajové podmínky \*\*\*\*\*  
 &VENTXB = 6.375,6.375, -0.125,4.500, -0.200,3.200, SURF\_ID = 'OPEN' /  
 venkovní prostor  
 &VENTXB = -0.125,-0.125, -0.125,4.500, -0.200,3.200, SURF\_ID = 'OPEN' /  
 venkovní prostor

```

&VENT XB = -0.125,6.375, -0.125,4.500, 3.200,3.200, SURF_ID = 'OPEN' /
venkovní prostor
&VENT XB = -0.125,6.375, -4.125,-4.125, -0.200,3.200, SURF_ID      =
'OPEN' / venkovní prostor
&VENT XB = -0.125,-0.125, -0.125,-4.125, -0.200,3.200, SURF_ID = 'OPEN' /
venkovní prostor
&VENT XB = 6.375,6.375, -0.125,-4.125, -0.200,3.200, SURF_ID      =
'OPEN' / venkovní prostor
&VENT XB = -0.125,6.375, -0.125,-4.125, 3.200,3.200, SURF_ID      =
'OPEN' / venkovní prostor
&VENT XB = -0.125,6.375, 8.500,8.500, -0.200,3.200, SURF_ID = 'OPEN' /
venkovní prostor
&VENT XB = -0.125,-0.125, 4.500,8.500, -0.200,3.200, SURF_ID      =
'OPEN' / venkovní prostor
&VENT XB = 6.375,6.375, 4.500,8.500, -0.200,3.200, SURF_ID = 'OPEN' /
venkovní prostor
&VENT XB = -0.125,6.375, 4.500,8.500, 3.200,3.200, SURF_ID = 'OPEN' /
venkovní prostor
***** Geometrie prostoru *****
&OBST XB = 0.000, 0.500, 0.000, 4.000, 0.000, 3.000, SURF_ID6 =
'HLINO_SLAMA_VENEK', 'HLINO_SLAMA_TENKA', 'HLINA', 'HLINA',
'INERT', 'INERT' / západ
&OBST XB = 2.750, 3.250, 0.000, 4.000, 0.000, 3.000, SURF_ID6 =
'HLINO_SLAMA_TENKA', 'HLINO_SLAMA_TLUSTA', 'VAPNO', 'HLINA',
'INERT', 'INERT' / střed
&OBST XB = 5.500, 6.000, 0.000, 4.000, 0.000, 3.000, SURF_ID6 =
'HLINO_SLAMA_TLUSTA', 'VAPNOSLAMA', 'VAPNO', 'VAPNO', 'INERT',
'INERT' / východ
&OBST XB = 0.500, 2.750, 0.000, 0.500, 0.000, 3.000, SURF_ID6 = 'SLAMA',
'SLAMA', 'HLINO_SLAMA_VENEK', 'HLINO_SLAMA_TENKA', 'INERT',
'INERT' / západ okno
&OBST XB = 0.500, 2.750, 3.500, 4.000, 0.000, 3.000, SURF_ID6 = 'SLAMA',
'SLAMA', 'HLINO_SLAMA_TENKA', 'HLINO_SLAMA_VENEK', 'INERT',
'INERT' / západ stěna
&OBST XB = 3.250, 5.500, 0.000, 0.500, 0.000, 3.000, SURF_ID6 = 'SLAMA',
'SLAMA', 'VAPNOSLAMA', 'HLINO_SLAMA_TLUSTA', 'INERT', 'INERT' /
východ okno
&OBST XB = 3.250, 5.500, 3.500, 4.000, 0.000, 3.000, SURF_ID6 = 'SLAMA',
'SLAMA', 'HLINO_SLAMA_TLUSTA', 'VAPNOSLAMA', 'INERT', 'INERT' /
východ stěna

```

```

&OBST XB = 0.000, 6.000, 0.000, 4.000, -0.200, 0.000, SURF_ID6 = 'INERT',
'INERT', 'INERT', 'INERT', 'INERT', 'OSB' / Podlaha
&OBST XB = 0.750, 0.750, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 0.750, 0.860, -0.120, 0.750, 0.690, 0.690, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 0.750, 0.860, -0.120, 0.750, 0.800, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 0.860, 0.860, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. / levá spodní trubka
&OBST XB = 2.250, 2.250, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 2.250, 2.360, -0.120, 0.750, 0.690, 0.690, SURF_ID      =
'TRUBKA', PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 2.250, 2.360, -0.120, 0.750, 0.800, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 2.360, 2.360, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. / levá spodní střední
&OBST XB = 0.750, 0.750, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 0.750, 0.860, -0.120, 0.750, 2.490, 2.490, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 0.750, 0.860, -0.120, 0.750, 2.600, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 0.860, 0.860, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. / levá horní trubka
&OBST XB = 2.250, 2.250, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 2.250, 2.360, -0.120, 0.750, 2.490, 2.490, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 2.250, 2.360, -0.120, 0.750, 2.600, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 2.360, 2.360, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. / levá horní střední
&OBST XB = 5.140, 5.140, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 5.140, 5.250, -0.120, 0.750, 0.690, 0.690, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 5.140, 5.250, -0.120, 0.750, 0.800, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /

```



```

&OBST XB = 5.250, 5.250, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /pravá spodní trubka
&OBST XB = 3.640, 3.640, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 3.640, 3.750, -0.120, 0.750, 0.690, 0.690, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 3.640, 3.750, -0.120, 0.750, 0.800, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 3.750, 3.750, -0.120, 0.750, 0.690, 0.800, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /pravá spodní střední trubka
&OBST XB = 5.140, 5.140, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 5.140, 5.250, -0.120, 0.750, 2.490, 2.490, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 5.140, 5.250, -0.120, 0.750, 2.600, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 5.250, 5.250, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /pravá horní trubka
&OBST XB = 3.640, 3.640, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 3.640, 3.750, -0.120, 0.750, 2.490, 2.490, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 3.640, 3.750, -0.120, 0.750, 2.600, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 3.750, 3.750, -0.120, 0.750, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'TRUBKA',
PERMIT_HOLE = .FALSE. /pravá horní střední trubka
***** Geometrie nosné konstrukce střechy *****
&OBST XB = 0.000, 0.06250, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
první krokev
&OBST XB = 0.5625, 0.625, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
druhá krokev
&OBST XB = 1.125, 1.1875, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /třetí
krokev
&OBST XB = 1.6875, 1.750, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
čtvrtá krokev
&OBST XB = 2.250, 2.3125, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /pátá
krokev
&OBST XB = 2.750, 2.8125, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
šestá krokev

```

```

&OBST XB = 3.1875, 3.250, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
sedma krokev
&OBST XB = 3.6875, 3.750, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
osma krokev
&OBST XB = 4.250, 4.3125, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
devátá krokev
&OBST XB = 4.8125, 4.875, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
desátá krokev
&OBST XB = 5.375, 5.4375, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
jedenáct krokev
&OBST XB = 5.9375, 6.000, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID = 'DREVO' /
dvanáct krokev
***** Geometrie nenosné konstrukce střechy *****
&OBST XB = 0.0625, 0.5625, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'MINERALNIVATA','MINERALNIVATA','MINERALNIVATA',
'MINERALNIVATA','OSB','MINERALNIOB' / vyplň 1 - 2 krokev
&OBST XB = 0.6250, 1.125, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA',
'MINERALNIVATA','OSB','MINERALNIOB' / vyplň 2 - 3 krokev
&OBST XB = 1.18750, 1.68750, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA',
'MINERALNIVATA','OSB','MINERALNIOB' / vyplň 3 - 4 krokev
&OBST XB = 1.750, 2.250, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA',
'MINERALNIVATA','OSB','MINERALNIOB' / vyplň 4 - 5 krokev
&OBST XB = 2.3125, 2.750, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA',
'MINERALNIVATA','OSB','MINERALNIOB' / vyplň 5 - 6 krokev
&OBST XB = 2.8125, 3.1875, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA', 'MINERALNIVATA',
'MINERALNIVATA','OSB','MINERALNIOB' / vyplň 6 - 7 krokev
&OBST XB = 3.250, 3.6875, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'SKELNAVATA','SKELNAVATA','SKELNAVATA','SKELNAVATA', 'OSB',
'SKELNAOSB' / vyplň 7 - 8 krokev
&OBST XB = 3.750, 4.250, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'SKELNAVATA','SKELNAVATA','SKELNAVATA','SKELNAVATA', 'OSB',
'SKELNAOSB' / vyplň 8 - 9 krokev
&OBST XB = 4.3125, 4.8125, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'SKELNAVATA','SKELNAVATA','SKELNAVATA',
'SKELNAVATA','OSB','SKELNAOSB' / vyplň 9 - 10 krokev

```

```

&OBST XB = 4.875, 5.375, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'SKELNAVATA', 'SKELNAVATA', 'SKELNAVATA', 'SKELNAVATA', 'OSB',
'SKELNAOSB' / vyplň 10 - 11 krokev
&OBST XB = 5.4375, 5.9375, 0.000, 4.000, 3.000, 3.200, SURF_ID6 =
'SKELNAVATA', 'SKELNAVATA', 'SKELNAVATA', 'SKELNAVATA', 'OSB',
'SKELNAOSB' / vyplň 11 - 12 krokev
***** Geometrie otvorů *****
&HOLE XB = 1.250, 2.000, 0.000, 0.500, 1.200, 2.400 / levé okno
&HOLE XB = 4.000, 4.750, 0.000, 0.500, 1.200, 2.400 / pravé okno
&HOLE XB = -0.01, 0.501, 1.500, 2.500, 0.000, 2.000 / levé dveře
&HOLE XB = 2.749, 3.251, 1.500, 2.500, 0.000, 2.000 / dveře příčka
&HOLE XB = 5.499, 6.001, 1.500, 2.500, 0.000, 2.000 / pravé dveře
&HOLE XB = 0.750, 0.860, 0.000, 0.500, 0.690, 0.800 / levý spodní prostup
&HOLE XB = 2.250, 2.360, 0.000, 0.500, 0.690, 0.800 / levý spodní střední prostup
&HOLE XB = 0.750, 0.860, 0.000, 0.500, 2.490, 2.600 / levý horní prostup
&HOLE XB = 2.250, 2.360, 0.000, 0.500, 2.490, 2.600 / levý horní střední prostup
&HOLE XB = 5.140, 5.250, 0.000, 0.500, 0.690, 0.800 / pravý spodní prostup
&HOLE XB = 3.640, 3.750, 0.000, 0.500, 0.690, 0.800 / pravý spodní střední prostup
&HOLE XB = 5.140, 5.250, 0.000, 0.500, 2.490, 2.600 / pravý horní prostup
&HOLE XB = 3.640, 3.750, 0.000, 0.500, 2.490, 2.600 / pravý horní střední prostup
***** Výplně otvorů *****
&OBST XB = 1.249, 2.001, 0.000, 0.125, 0.199, 2.401, SURF_ID = 'OKNO'
DEVC_ID = '001' PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 3.999, 4.749, 0.000, 0.125, 0.199, 2.401, SURF_ID = 'OKNO'
DEVC_ID = '002' PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 0.000, 0.125, 2.000, 2.500, 0.000, 2.000, SURF_ID =
'DVERE' DEVC_ID = '003' PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&OBST XB = 5.750, 6.000, 1.500, 2.000, 0.000, 2.000, SURF_ID = 'DVERE'
DEVC_ID = '004' PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&DEVC ID = '001', XYZ = 1.625, 0.250, 2.400, SETPOINT = 437,
INITIAL_STATE = .TRUE. QUANTITY = 'TIME' /
&DEVC ID = '002', XYZ = 4.375, 0.250, 2.400, SETPOINT = 507,
INITIAL_STATE = .TRUE. QUANTITY = 'TIME' /
&DEVC ID = '003', XYZ = 0.000, 2.000, 2.000, SETPOINT = 670,
INITIAL_STATE = .TRUE. QUANTITY = 'TIME' /
&DEVC ID = '004', XYZ = 6.000, 2.000, 2.000, SETPOINT = 1057,
INITIAL_STATE = .TRUE. QUANTITY = 'TIME' /
***** Reaktant *****
&REAC FUEL = 'PROPANE', SOOT_YIELD = 0.01, HEAT_OF_COMBUSTION
= 46460.0/

```

```

***** Geometrie hranice *****
&OBST XB = 0.625, 1.375, 0.500, 1.250, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
levá místnost
&OBST XB = 1.875, 2.625, 0.500, 1.250, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
levá místnost
&OBST XB = 0.625, 1.375, 1.625, 2.375, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
levá místnost
&OBST XB = 1.875, 2.625, 1.625, 2.375, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
levá místnost
&OBST XB = 0.625, 1.375, 2.750, 3.505, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
levá místnost
&OBST XB = 1.875, 2.625, 2.750, 3.500, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
levá místnost
&OBST XB = 3.500, 4.250, 0.500, 1.250, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
pravá místnost
&OBST XB = 4.750, 5.500, 0.500, 1.250, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
pravá místnost
&OBST XB = 3.500, 4.250, 1.625, 2.375, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
pravá místnost
&OBST XB = 4.750, 5.500, 1.625, 2.375, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
pravá místnost
&OBST XB = 3.500, 4.250, 2.750, 3.500, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
pravá místnost
&OBST XB = 4.750, 5.500, 2.750, 3.500, 0.000, 0.400, SURF_ID='ZATIZENI' /
pravá místnost
***** Měřící technika Ondra *****
&DEVC XYZ = 0.100, 0.000, 1.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK65', IOR=-2 /
&DEVC XYZ = 1.100, 0.000, 1.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK70', IOR=-2 /
&DEVC XYZ = 2.150, 0.000, 1.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK63', IOR=-2 /
&DEVC XYZ = 3.000, 0.000, 1.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK67', IOR=-2 /
&DEVC XYZ = 3.850, 0.000, 1.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK72', IOR=-2 /
&DEVC XYZ = 4.900, 0.000, 1.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK71', IOR=-2 /
&DEVC XYZ = 5.900, 0.000, 1.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK66', IOR=-2 /

```

&DEVC XYZ = 0.100,0.000,2.400, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK83', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 1.100,0.000,2.400, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK61', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 2.150,0.000,2.400, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK57', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 3.000,0.000,2.400, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK60', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 3.850,0.000,2.400, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK55', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 4.900,0.000,2.400, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK43', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 5.900,0.000,2.400, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK68', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 0.100,0.000,2.650, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK73', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 1.100,0.000,2.650, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK59', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 2.150,0.000,2.650, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK20', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 3.000,0.000,2.650, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK31', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 3.850,0.000,2.650, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK30', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 4.900,0.000,2.650, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK46', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 5.900,0.000,2.650, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK48', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 0.100,0.000,2.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK47', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 1.100,0.000,2.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK54', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 2.150,0.000,2.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK53', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 3.000,0.000,2.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK45', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 3.850,0.000,2.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK56', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 4.900,0.000,2.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK44', IOR=-2 /

&DEVC XYZ = 5.900,0.000,2.900, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK69', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 1.625,0.000,2.480, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK62', IOR=-2 /  
 &DEVC XYZ = 4.375,0.000,2.480, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK58', IOR=-2 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=1.000 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=1.200 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=1.400 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=1.600 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=1.800 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=2.000 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=2.200 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=2.400 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=2.600 /  
 &SLCF QUANTITY= 'INTEGRATED INTENSITY', PBZ=2.800 /  
 \*\*\*\*\* Měřicí technika Mira \*\*\*\*\*  
 &DEVC XYZ = 1.250, 4.000, 1.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK10', IOR=2, / TČ povrch  
 &DEVC XYZ = 2.000, 4.000, 1.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK42', IOR=2, / TČ povrch  
 &DEVC XYZ = 4.000, 4.000, 1.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK12', IOR=2, / TČ povrch  
 &DEVC XYZ = 4.750, 4.000, 1.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK21', IOR=2, / TČ povrch  
 &DEVC XYZ = 1.625, 4.000, 1.50, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK82' IOR=2, / TČ povrch e  
 &DEVC XYZ = 1.625, 4.000, 1.50, QUANTITY = 'INSIDE WALL TEMPERATURE', ID = 'TK81' IOR=2, DEPTH=0.055 / TČ hlinena omitka e  
 &DEVC XYZ = 1.625, 3.500, 1.50, QUANTITY = 'INSIDE WALL TEMPERATURE', ID = 'TK80' IOR=-2, DEPTH=0.240 / TČ stred  
 &DEVC XYZ = 1.625, 3.500, 1.50, QUANTITY = 'INSIDE WALL TEMPERATURE', ID = 'TK79' IOR=-2, DEPTH=0.040 / TČ hlinena omitka i  
 &DEVC XYZ = 1.625, 3.500, 1.50, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK78' IOR=-2, / TČ povrch i  
 &DEVC XYZ = 1.625, 4.000, 2.99, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID = 'TK88' IOR=2, / TČ povrch e  
 &DEVC XYZ = 1.625, 4.000, 2.99, QUANTITY = 'INSIDE WALL TEMPERATURE', ID = 'TK87' IOR=2, DEPTH=0.055 / TČ hlinena omitka e

```

&DEVC XYZ = 1.625, 3.500, 2.99, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK86' IOR=-2, DEPTH=0.240 / TČ stred
&DEVC XYZ = 1.625, 3.500, 2.99, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK85' IOR=-2, DEPTH=0.040 / TČ hlinena omitka i
&DEVC XYZ = 1.625, 3.500, 2.99, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK84' IOR=-2, / TČ povrch i
&DEVC XYZ = 4.375, 4.000, 1.50, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK14' IOR=2, / TČ povrch e
&DEVC XYZ = 4.375, 4.000, 1.50, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK52' IOR=2, DEPTH=0.040 / TČ vapenna omitka e
&DEVC XYZ = 4.375, 3.500, 1.50, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK51' IOR=-2, DEPTH=0.260 / TČ stred
&DEVC XYZ = 4.375, 3.500, 1.50, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK50' IOR=-2, DEPTH=0.060 / TČ hlinena omitka i
&DEVC XYZ = 4.375, 3.500, 1.50, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK49' IOR=-2, / TČ povrch i
&DEVC XYZ = 4.375, 4.000, 2.99, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK41' IOR=2, / TČ povrch e
&DEVC XYZ = 4.375, 4.000, 2.99, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK40' IOR=2, DEPTH=0.040 / TČ vapenna omitka e
&DEVC XYZ = 4.375, 3.500, 2.99, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK39' IOR=-2, DEPTH=0.260 / TČ stred
&DEVC XYZ = 4.375, 3.500, 2.99, QUANTITY = 'INSIDE WALL
TEMPERATURE', ID = 'TK38' IOR=-2, DEPTH=0.060 / TČ hlinena omitka i
&DEVC XYZ = 4.375, 3.500, 2.99, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK37' IOR=-2, / TČ povrch i
&DEVC XYZ = 1.250, 4.000, 2.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK89' IOR=2, / TČ povrch
&DEVC XYZ = 2.000, 2.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK13' IOR=2, / TČ povrch
&DEVC XYZ = 4.000, 4.000, 2.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK64' IOR=2, / TČ povrch
&DEVC XYZ = 4.750, 4.000, 2.00, QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE', ID =
'TK11' IOR=2, / TČ povrch
&PROF XYZ = 1.625, 3.500, 1.50, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='01',
IOR=-2 /
&PROF XYZ = 1.625, 3.500, 2.99, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='02',
IOR=-2 /
&PROF XYZ = 4.375, 3.500, 1.50, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='03',
IOR=-2 /

```

```

&PROF XYZ = 4.375, 3.500, 2.99, QUANTITY='TEMPERATURE', ID='04',
IOR=-2 /
***** Měřící technika Kristián *****
&DEVC XYZ = 0.805, 0.000,2.625, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 1'
/
&DEVC XYZ = 0.805,-0.025,2.600, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 2'
/
&DEVC XYZ = 0.805, 0.000,0.825, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 3'
/
&DEVC XYZ = 0.805,-0.025,0.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 4'
/
&DEVC XYZ = 2.305, 0.000,2.625, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 5'
/
&DEVC XYZ = 2.305,-0.025,2.600, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 6'
/
&DEVC XYZ = 2.305, 0.000,0.825, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 7'
/
&DEVC XYZ = 2.305,-0.025,0.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 8'
/
&DEVC XYZ = 3.695, 0.000,2.625, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T 9'
/
&DEVC XYZ = 3.695,-0.025,2.600, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T
10' /
&DEVC XYZ = 3.695, 0.000,0.825, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T
11' /
&DEVC XYZ = 3.695,-0.025,0.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T
12' /
&DEVC XYZ = 5.195, 0.000,0.825, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T
13' /
&DEVC XYZ = 5.195,-0.025,0.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T
14' /
&DEVC XYZ = 5.195, 0.000,2.625, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T
15' /
&DEVC XYZ = 5.195,-0.025,2.600, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'T
16' /
&SLCF          XB = 0.805, 0.805, -4.125, 4.500, -0.200, 3.200, QUANTITY =
'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /A,B
&SLCF          XB = 2.305, 2.305, -4.125, 4.500, -0.200, 3.200, QUANTITY =
'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /C,D

```

```

&SLCF      XB = 3.695, 3.695, -4.125, 4.500, -0.200, 3.200, QUANTITY =
'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /E,F
&SLCF      XB = 5.195, 5.195, -4.125, 4.500, -0.200, 3.200, QUANTITY =
'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE. /G,H
***** Ucpávky Kristián *****
&OBST      XB = 2.250, 2.360, 0.450, 0.500, 0.690, 0.800, SURF_ID =
'UCPAVKA', COLOR = 'BLACK', DEVC_ID = 'LSS-i' PERMIT_HOLE = .FALSE.
/
&DEVC ID = 'LSS-i', XYZ = 2.305, 0.500, 0.800, SETPOINT = 150, QUANTITY
= 'TEMPERATURE' /levá spodní střední -vnitřní
&OBST      XB = 2.250, 2.360, 0.450, 0.500, 2.490, 2.600, SURF_ID =
'UCPAVKA', COLOR = 'BLACK', DEVC_ID = 'LHS-i' PERMIT_HOLE = .FALSE.
/
&DEVC ID = 'LHS-i', XYZ = 2.305, 0.500, 2.600, SETPOINT = 150, QUANTITY
= 'TEMPERATURE' /levá horní střední -vnitřní
&OBST      XB = 3.640, 3.750, 0.450, 0.500, 0.690, 0.800, SURF_ID =
'UCPAVKA', COLOR = 'BLACK', DEVC_ID = 'PSS-i' PERMIT_HOLE = .FALSE.
/
&DEVC ID = 'PSS-i', XYZ = 3.695, 0.500, 0.800, SETPOINT = 150, QUANTITY
= 'TEMPERATURE' /pravá spodní střední -vnitřní
&OBST      XB = 3.640, 3.750, 0.450, 0.500, 2.490, 2.600, SURF_ID =
'UCPAVKA', COLOR = 'BLACK', DEVC_ID = 'PHS-i' PERMIT_HOLE =
.FALSE. /
&DEVC ID = 'PHS-i', XYZ = 3.695, 0.500, 2.600, SETPOINT = 150, QUANTITY
= 'TEMPERATURE' /pravá horní střední -vnitřní
&OBST      XB = 2.250, 2.360, 0.000, 0.050, 0.690, 0.800, SURF_ID =
'UCPAVKA', COLOR = 'BLACK', DEVC_ID = 'LSS-o' PERMIT_HOLE =
.FALSE.
&DEVC ID = 'LSS-o', XYZ = 2.305, 0.000, 0.800, SETPOINT = 150, QUANTITY
= 'TEMPERATURE' /levá spodní střední -vnější
&OBST      XB = 2.250, 2.360, 0.000, 0.050, 2.490, 2.600, SURF_ID =
'UCPAVKA', COLOR = 'BLACK', DEVC_ID = 'LHS-o' PERMIT_HOLE =
.FALSE. /
&DEVC ID = 'LHS-o', XYZ = 2.305, 0.000, 2.600, SETPOINT = 150,
QUANTITY = 'TEMPERATURE' /levá horní střední -vnější
&OBST      XB = 3.640, 3.750, 0.000, 0.050, 0.690, 0.800, SURF_ID =
'UCPAVKA', COLOR = 'BLACK', DEVC_ID = 'PSS-o' PERMIT_HOLE = .FALSE.
/
&DEVC ID = 'PSS-o', XYZ = 3.695, 0.000, 0.800, SETPOINT = 150, QUANTITY
= 'TEMPERATURE' /pravá spodní střední -vnější

```

```

&OBST      XB = 3.640, 3.750, 0.000, 0.050, 2.490, 2.600, SURF_ID = 'UCPAVKA', COLOR =
'BLACK', DEVC_ID = 'PHS-o' PERMIT_HOLE = .FALSE. /
&DEVC ID = 'PHS-o', XYZ = 3.695, 0.000, 2.600, SETPOINT = 150, QUANTITY =
'TEMPERATURE' /pravá horní střední -vnější
***** Měřící technika in *****
&DEVC XYZ = 1.250,1.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'A1' / teplota
uvnitř leva strana
&DEVC XYZ = 1.255,2.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'A2' / teplota
uvnitř leva strana
&DEVC XYZ = 2.000,1.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'A3' / teplota
uvnitř leva strana
&DEVC XYZ = 2.000,2.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'A4' / teplota
uvnitř leva strana
&DEVC XYZ = 4.000,1.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'B1' / teplota
uvnitř prava strana
&DEVC XYZ = 4.000,2.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'B2' / teplota
uvnitř prava strana
&DEVC XYZ = 4.750,1.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'B3' / teplota
uvnitř prava strana
&DEVC XYZ = 4.750,2.500,1.800, QUANTITY = 'THERMOCOUPLE', ID = 'B4' / teplota
uvnitř prava strana
&SLCF      PBX = 1.250, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF 1/3 leva
&SLCF      PBX = 2.000, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF
dvetřetiny leva
&SLCF      PBX = 4.000, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF 1/3 prava
&SLCF      PBX = 4.750, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF
dvetřetiny prava
&SLCF      PBY = 1.500, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF 1/3 Y
&SLCF      PBY = 2.500, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF 2/3 Y
&SLCF      PBZ = 0.400, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF Z 0,4 m
&SLCF      PBZ = 1.800, QUANTITY = 'TEMPERATURE', VECTOR = .TRUE./ SLCF Z 1,8 m
&BNDF QUANTITY = 'WALL TEMPERATURE'/
&TAIL /

```

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Nosná stěna z balíků slámy s vnějším ukotvením pomocí pásů [1] .....	5
Obr. 2 - Různé polohy slámových balíků a skeletových struktur.....	5
Obr. 3 - Skladba nenosné stěny z balíků slámy.....	10
Obr. 4 - Průběh zkoušky v Kalifornii [6].....	11
Obr. 5 - Teploty na neohřívaném povrchu vzorku a rozložení termo-elektrických článků [6] 11	
Obr. 6 - Skladba vzorku pro malo-rozměrový test .....	12
Obr. 7 - Skladba zkušební vzorku pro velkorozměrový test .....	13
Obr. 8 - Vzorek 1: Rozložení teplotních čidel v konstrukci .....	14
Obr. 9 – Vzorek 1: Teplotní profil stěny ze samonosných balíků slámy [8] .....	15
Obr. 10 - Skladba nosné stěny ze slaměných balíků .....	16
Obr. 11 - Vzorek 2A: Skladba stěny s dřevěnými sloupky a s izolací ze slámy a foukané celulózy .....	17
Obr. 12 - Vzorek 2B: Skladba stěny s nosníky STEICO a s foukanou izolací ze směsi celulózy a slaměné řezanky.....	17
Obr. 13 - a) Vzorek 2A: Teplotní profil stěny s dřevěnými sloupky a s izolací ze slámy a foukané celulózy. [8], b) Vzorek 2B. Teplotní profil stěny s nosníky STEICO a s foukanou izolací se směsí celulózy a slaměné řezanky [8].....	18
Obr. 14 - Základy s osazeným spodním věncem.....	20
Obr. 15 - Základy po osazení kastlíků pro dveře.....	20
Obr. 16 - schéma nosného věnce .....	21
Obr. 17 - schéma kastlíku.....	21
Obr. 18 - Založení svislých nosných stěn .....	21
Obr. 19 - Svislé nosné stěny po osazení věnce.....	21
Obr. 20 - Stažení objektu páskami.....	22
Obr. 21 - Zastřešení objektu.....	22
Obr. 22 - schéma rozdělení použitých druhů omítek a pracovního nasazení.....	24
Obr. 23 - Realizace podhrozové vrstvy .....	25
Obr. 24 - Finální vrstva omítky .....	25
Obr. 25 - Schéma rozmístění TČ v experimentální objektu.....	26
Obr. 26 – Množství požárního zatížení.....	27
Obr. 27 - Rozmístění hranic uvnitř objektu .....	27

---

Obr. 28 - Hranice požárního zatížení.....	28
Obr. 29 - Kanálek z MV.....	28
Obr. 30 - Zkušební kanálek.....	28
Obr. 31 - Průběh teploty uvnitř experimentálního objektu .....	30
Obr. 32 - Teploty na povrchu konstrukce – pod stropem .....	31
Obr. 33 - Teploty na povrchu konstrukce – střed stěny.....	32
Obr. 34 - Teploty na rozhraní hliněné omítky a slaměného balík – pod stropem .....	33
Obr. 35 - Teploty na rozhraní hliněné omítky a slaměného balíku – střed stěny.....	34
Obr. 36 - Teploty uprostřed konstrukce – pod stropem.....	35
Obr. 37 - Teploty uprostřed konstrukce – střed stěny.....	36
Obr. 38 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – pod stropem .....	37
Obr. 39 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – střed stěny.....	37
Obr. 40 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – I. kvadrant.....	38
Obr. 41 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – II. kvadrant .....	39
Obr. 42 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – III. kvadrant .....	40
Obr. 43 - Teploty na povrchu konstrukce vně objektu – IV. kvadrant.....	40
Obr. 44 - Běžný snímek termokamery ve 30. minutě požární zkoušky.....	41
Obr. 45 – Teploměrný snímek termokamery ve 30. minutě požární zkoušky.....	41
Obr. 46 - Model stěny v programu Smokeview .....	42
Obr. 47 - Umístění deskových termočlánků v modelovaném prostoru .....	44
Obr. 48 - Průběh teploty v modelovaném prostoru .....	44
Obr. 49 - Schéma modelovaných termočlánků [3].....	45
Obr. 50 - Modelovaný průběh teploty v termočlánku A3.....	47
Obr. 51 - Modelovaný průběh teploty v termočlánku A6.....	47
Obr. 52 - Obdržený vzorek slaměné stěny.....	49
Obr. 53 - Nanášení hrubé vrstvy omítky.....	49
Obr. 54 - Vzorek po nanesení hrubé vrstvy omítky.....	49
Obr. 55 - Vzorek po nanesení jemné vrstvy omítky .....	49
Obr. 56 - Ocelová konstrukce infrazářiče .....	50
Obr. 57 - umístění termočlánků v SDK desce.....	50
Obr. 58 - Umístění zářiče před vzorkem.....	51
Obr. 59 - Schéma rozmístění TČ .....	51

---

Obr. 60 - Z vrchu zabudovávané termočlánky .....	51
Obr. 61 - Schéma umístění stěny v laboratoři .....	51
Obr. 62 - Vzorek 5 minut po končení zkoušky .....	52
Obr. 63 - Vzorek 45 minut po ukončení zkoušky .....	52
Obr. 64 - Vzorek 65 minut po ukončení zkoušky .....	52
Obr. 65 - Vzorek 80 minut po ukončení zkoušky .....	52
Obr. 66 – Model stěny II v programu Smokeview .....	53
Obr. 67 - Definovaný průběh tepelné vodivosti slaměných balíků .....	55
Obr. 68 - Definovaný průběh měrné tepelné kapacity slaměných balíků.....	55
Obr. 69 - Průběh teploty na povrchu konstrukce.....	57
Obr. 70 - Průběh teploty uvnitř vrstvy slaměných balíků.....	57
Obr. 71 - Model hranice požárního zatížení.....	58
Obr. 72 - Definice průběhu hoření.....	60
Obr. 73 - Porovnání množství uvolněného tepla při požární zkoušce a v modelu.....	61
Obr. 74 - Založení požární hranice .....	62
Obr. 75 - Hranice požárního zatížení.....	62
Obr. 76 - Iniciaci benzínu .....	62
Obr. 77 - Schéma rozmístění TČ .....	62
Obr. 78 - 0. minuta.....	63
Obr. 79 - 5.minuta.....	63
Obr. 80 - 30. minuta.....	64
Obr. 81 - 56. minuta.....	64
Obr. 82 Porovnání teplot nad zkoušenou hranicí požárního zatížení .....	64
Obr. 83 - Varianty zjednodušení modelované hranice .....	65
Obr. 84 - Modelovaný prostor experimentálního objektu.....	66
Obr. 85 - Porovnání průběhu teplot v interiéru .....	69
Obr. 86 - Porovnání průběhu teplot na povrchu konstrukce .....	70
Obr. 87 - Průběh teploty v podomítkové vrstvě .....	71
Obr. 88 - Modelovaný průběh teploty v termočlánku A1 .....	78
Obr. 89 - Modelovaný průběh teploty v termočlánku A2.....	78
Obr. 90 - Modelovaný průběh teploty v termočlánku A4.....	79
Obr. 91 - Modelovaný průběh teploty v termočlánku A5.....	79



---

Obr. 92 - 0. minuta.....	84
Obr. 93 - 5. minuta.....	84
Obr. 94 - 10. minuta.....	84
Obr. 95 - 15. minuta.....	84
Obr. 96 - 20. minuta.....	84
Obr. 97 - 25. minuta.....	84
Obr. 98 - 30. minuta.....	85
Obr. 99 - 35. minuta.....	85
Obr. 100 - 40. minuta.....	85
Obr. 101 - 45. minuta.....	85
Obr. 102 - 0. minuta.....	86
Obr. 103 - 5. minuta.....	86
Obr. 104 - 10. minuta.....	86
Obr. 105 - 15. minuta.....	86
Obr. 106 - 20. minuta.....	86
Obr. 107 - 25. minuta.....	86
Obr. 108 - 30. minuta.....	87
Obr. 109 - 35. minuta.....	87
Obr. 110 - 40. minuta.....	87
Obr. 111 - 45. minuta.....	87
Obr. 112 - 50. minuta.....	87
Obr. 113 - 55. minuta.....	87
Obr. 114 - 60. minuta.....	87
Obr. 115 - 65. minuta.....	87
Obr. 116 - Porovnání průběhu teplot v termočlánku A5 .....	88
Obr. 117 - Porovnání průběhu teplot v termočlánku A10.....	88

## Seznam tabulek

Tab. 1 - Fyzikální vlastnosti slaměných balíků vhodných pro výstavbu.....	4
Tab. 2 - Požadovaná požární odolnost RD.....	8
Tab. 3 - Přehled použitých termočlánků.....	26
Tab. 4 - Materiálové charakteristiky.....	68

---

## Literatura

- [1] G. Minke a F. Mahlke, *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. Ostrava: HEL, 2009.
- [2] R. WIMMER, H. HOHENSINNER, a L. Janish, *Haus der Zukunft: Wirtschaftsbezogene Grundlagenforschung*. Wien, 2001.
- [3] „Protokol o zkoušce požární odolnosti pro výrobek: Nosná obvodová stěna, Nosná stěna z balíků slámy Pr-11-2.097". Veselý nad Lužnicí: PAVUS, a.s., 19-zář-2011.
- [4] „ČSN 73 0833: Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování". Praha: Vydavatelství norem, zář-2010.
- [5] „ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení". Praha: Vydavatelství norem, srp-2016.
- [6] *Fire Tests of Building Construction - 1-HR FIRE RESISTANCE TEST OF A NONLOADBEARING STRAW BALE WALL*,. San Rafael: Ecological Building Network, 2006.
- [7] „ÖNORM B3822 - Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen". Rakousko, kvě-2004.
- [8] RŮŽIČKA J., POKORNÝ M., „Požární odolnost obvodových stěn NED, PD z přírodních a recyklovaných materiálů", *Časopis Stavebnictví*, č. pp. 34-39, lis. 2011.
- [9] „Protokol o zkoušce požární odolnosti pro výrobek: Skladba - nosná stěna s dřevěnými sloupky, Skladba - nosná stěna se Steico nosníky Pr-11-2.096". Veselý nad Lužnicí: PAVUS, a.s., 15-zář-2011.
- [10] „ČSN EN 1363-1: Zkoušení požární odolnosti - Část 1. Základní požadavky". led-2013.
- [11] „ČSN EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-2\_ Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru". pro-2006.
- [12] „Světlé infrazářiče Kaspo K7 - K50". KASPO PRAHA s.r.o., 2006.
- [13] Laboutka Karel a T. Suchánek, „Výpočtové tabulky pro vytápění 9". 2001.