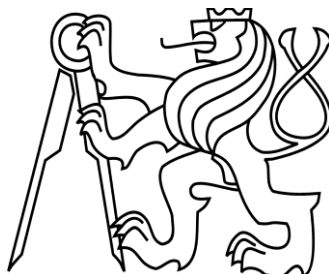


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



Diplomová práce

**Interakce požárně bezpečnostních zařízení SHZ a ZOKT**

Interaction between smoke and heat exhaust ventilation system and  
sprinkler system

**Bc. Martin Dobeš**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Michal Netušil, Ph.D.

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

Praha, leden 2017



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Dobeš Jméno: Martin Osobní číslo: 380543

Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Interakce požárně bezpečnostních zařízení SHZ a ZOKT

Název diplomové práce anglicky: Interaction between smoke an heat exhhaust ventilation system and sprinkler system.

Pokyny pro vypracování:

Návrh konkrétních podmínek jednopodlažní halové stavby. Volba a model vhodného požárního scénáře. Analýza vlivu SHZ, ZOKT a jejich interakce na rozvoj tepla a šíření kouře v požárním úseku, evakuaci osob z požárního úseku, přestup tepla do konstrukce a požární odolnost konstrukcí, případně jejich dodatečné požární ochrany.

Seznam doporučené literatury:

F.Wald a kol., Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí

Ozone, FDS

Normativní předpisy v oblasti požární bezpečnosti staveb řady ČSN 73 ....

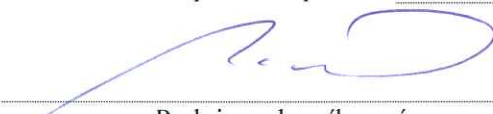
CEN/TR 12101-5

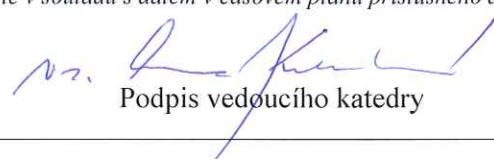
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Michal Netušil, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

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“.*

3.10.2016

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem na této diplomové práci pracoval samostatně, pouze pod odborným vedením Ing. Michala Netušila, Ph.D. Veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

V Praze dne 8. ledna 2017

---

Martin Dobeš

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svým rodičům a celé svojí rodině za zajištění podmínek ke studiu a podporu nejen při psaní diplomové práce. Zvláštní poděkování pak patří Ing. Michalu Netušilovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce. Také bych mu rád poděkoval za věnovaný čas, rady, ochotu a podporu.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá interakcí sprinklerového stabilního hasicího zařízení a zařízení pro odvod kouře a tepla. Práce je rozdělena na dvě části. Úvodní část popisuje stabilní hasicí zařízení a zařízení pro odvod kouře a tepla a shrnuje základní principy jejich interakce a možné negativní vlivy na jejich vzájemnou součinnost. Ve druhé části je proveden návrh těchto požárně bezpečnostních zařízení pro objekt skladovací haly, který je následně ověřen pomocí matematického modelu. Pomocí matematických modelů jsou také demonstrovány negativní vlivy na vzájemnou interakci a porovnávány požární scénáře s různými prioritami.

### **Klíčová slova**

Interakce; stabilní hasicí zařízení; zařízení pro odvod kouře a tepla; požárně bezpečnostní zařízení; požární scénář; CFD; skladovací hala; matematický model; kouř; sprinkler; FDS.

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the interaction of sprinkler systems and smoke and heat exhaust ventilation system. The work is divided into two parts. The initial part describes sprinkler systems and smoke and heat exhaust ventilation system and summarizes basic principles of their interaction and potential negative influences on their mutual coaction. In the second part, a proposal of this fire safety equipment for a warehouse building is designed and subsequently verified using a mathematical model. Mathematical models are also used to demonstrate negative influences on their mutual interaction and to compare fire scenarios with different priorities.

### **Keywords**

Interaction; sprinkler systems; smoke and heat exhaust ventilation system; fire safety equipment; fire scenario; CFD; storage hall; mathematical model; smoke; sprinkler; FDS.

# Obsah

<b>Seznam použitých symbolů a zkratek .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>12</b>
1.1 Motivace .....	12
1.2 Cíle práce.....	14
<b>2 Současný stav poznání.....</b>	<b>15</b>
2.1 Hoření.....	15
2.2 Požár.....	15
2.2.1 Fáze požáru.....	16
2.3 Hašení požárů .....	17
2.3.1 Principy hašení vodou .....	18
2.4 Požární ochrana objektů .....	18
2.4.1 Aktivní požární ochrana .....	19
2.4.2 Pasivní požární ochrana.....	19
2.5 Stabilní hasicí zařízení.....	19
2.5.1 Ručně ovládaná stabilní hasicí zařízení.....	20
2.5.2 Samočinná stabilní hasicí zařízení .....	20
2.6 Vodní SHZ .....	20
2.6.1 Sprinklerová SHZ.....	21
2.6.2 Mlhová SHZ .....	26
2.6.3 Sprejová SHZ .....	27
2.6.4 Parní SHZ .....	28
2.7 Zařízení pro odvod kouře a tepla.....	29
2.7.1 ZOKT s nuceným principem .....	30
2.7.2 ZOKT s přirozeným principem .....	31
2.7.3 Kombinované ZOKT.....	32
2.8 Interakce SHZ a ZOKT .....	33
2.8.1 Snížení teploty primární aktivací ZOKT a tím oddálení aktivace SHZ .....	35
2.8.2 Strhávání kouřové vrstvy k podlaze .....	36
2.8.3 Transport vodních kapek mimo ohnisko požáru .....	37
2.8.4 Aktivace sprinklerových hlavice mimo ohnisko požáru .....	37
<b>3 Návrh a posouzení interakce SHZ a ZOKT.....</b>	<b>38</b>
3.1 Úvod .....	38
3.2 Princip modelu .....	38
3.3 Použitý software .....	38
3.4 Použitý hardware .....	40
3.5 Požární scénáře .....	40
3.6 Okrajové podmínky .....	40
3.6.1 Výpočetní síť .....	41
3.7 Simulace iniciace a hořlavého materiálu.....	43
3.7.1 Požárně technické charakteristiky PMMA .....	43

3.8	Typ navržených sprinklerových hlavíc .....	44
3.9	Měřicí zařízení a čidla .....	46
3.10	Požární scénáře .....	47
3.10.1	Požární scénář 1 – Skladovací hala bez PBZ .....	49
3.10.2	Požární scénář 2 – Skladovací hala vybavena PBZ s primární aktivací SHZ.....	50
3.10.3	Požární scénář 3 – Skladovací hala vybavena PBZ s primární aktivací SHZ.....	52
3.10.4	Požární scénář 4 – Skladovací hala vybavená PBZ s primární aktivací ZOKT.....	53
<b>4</b>	<b>Model objektu .....</b>	<b>56</b>
4.1	Požadavky na PBZ .....	56
4.2	Návrh SHZ .....	61
4.3	Návrh přirozeného ZOKT .....	62
4.3.1	Ověření rychlosti a tlakových poměrů v přívodních a odvodních otvorech: .....	68
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>71</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>72</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>73</b>

# Seznam použitých symbolů a zkratek

<i>Latinské symboly</i>	<i>Definice</i>	<i>Jednotka</i>
$A_{an}$	Aerodynamická plocha přívodního otvoru	$m^2$
$A_{av}$	Aerodynamická plocha odvodního otvoru	$m^2$
$A_{gn}$	Geometrická plocha přívodního otvoru	$m^2$
$A_{gv}$	Geometrická plocha odvodního otvoru	$m^2$
$A_{tot}$	Celková plocha požárního úseku	$m^2$
$A_k$	Plocha kouřové sekce	$m^2$
B	Součinitel vztlaku	-
c	Součinitel požárně bezpečnostních zařízení	-
$c_v$	Výtokový součinitel	-
$c_p$	Měrná tepelná kapacita vzduchu	J/(kg·K)
D	Součinitel odporu	-
$D^*$	Charakteristický průměr požáru	m
$F_o$	Parametr odvětrání	$m^{1/2}$
g	Gravitační zrychlení	$m/s^2$
$h_{sc}$	Celková skladovací výška	m
$h_{sc,max}$	Mezní skladovací výška	m
$h_o$	Výška otvorů	m
$h_v$	Výška od podlahy po osy výtokových otvorů	m
$\Delta h_v$	Výšková úroveň hořícího povrchu od podlahy	m
$h_v'$	Výška mezi osami přívodních a odvodních otvorů	m
$h_k$	Výška od podlahy ke kouřové vrstvě	m
$h_k'$	Výška od spodní hrany kouř. vrstvy po odtok. klapkou	m
$h_1$	Výška od osy přívodních otvorů k neutrální rovině	m
$h_2$	Výška od neutrální roviny po osu odvodních otvorů	m
$H_p$	Požární výhřevnost	J/kg
$k_3$	Součinitel závislosti ploch	-



$k_4$	Součinitel vlivu tepelně technických vlastností konstrukcí	-
$k_5$	Součinitel vyjadřující vliv počtu podlaží v objektu	-
$k_6$	Součinitel vyjadřující vliv použitých hmot	-
$k_7$	Součinitel vyjadřující vliv následných škod	-
$k_8$	Součinitel bezpečnosti	..-
$K_i$	Součinitel ekvivalentního množství dřeva	-
$M_f$	Hmotnostní průtok zplodin hoření	kg/s
$M_i$	Množství hořlavých látek	%
$m_i$	Hmotnost odhořelého množství látek	kg/(m <sup>2</sup> min)
$\Delta p$	Tlakový poměr v prostoru	Pa
$\Delta p_a$	Tlakový poměr v přírodním otvoru	Pa
$\Delta p_{hv}'$	Účinný vztlak	Pa
$\Delta p_v$	Vztlak plynů u výtoku	Pa
$p_1$	Pravděpodobnost vzniku a rozšíření požáru	-
$p_2$	Pravděpodobnost rozsahu škod způsobených požárem	-
$P_1$	Index pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru	-
$P_2$	Index pravděpodobnosti rozsahu škod	-
$q$	Průměrný tepelný výkon	J/m <sup>2</sup>
$Q$	Rychlost uvolňování tepla	W
$Q_1$	Teplo sdílené prouděním	W
$Q_{1max}$	Kritická hodnota tepla sdíleného prouděním	W
$S$	Plocha požárního úseku	m <sup>2</sup>
$S_k$	Povrchová plocha stavebních konstrukcí	m <sup>2</sup>
$S_o$	Plocha otvorů	m <sup>2</sup>
$T_g$	Teplota kouře	°C
$T_0$	Teplota okolního vzduchu	°C
$T_\infty$	Teplota okolního vzduchu	K
$V_n$	Objemové množství přiváděného vzduchu	m <sup>3</sup> /s
$v_n$	Rychlost přiváděného vzduchu	m/s
$V_v$	Objemové množství odváděných plynů	m <sup>3</sup> /s
$v_v$	Rychlost odváděných plynů	m/s

Y	Výška mezi ložiskem požáru a akumul. vrstvou kouře	m
---	--	---

<i>Řecké symboly</i>	<i>Definice</i>	<i>Jednotka</i>
$\delta_x$	Délka strany výpočetní buňky	m
$\rho_\infty$	Hustota okolního vzduchu	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_g$	Objemová hmotnost kouře	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_0$	Objemová hmotnost vzduchu	kg/m <sup>3</sup>
$\theta_0$	Teplota vzduchu	K
$\theta_g$	Teplota kouře	K
$\tau_e$	Ekvivalentní doba trvání požáru	min

<i>Zkratky</i>	<i>Definice</i>
CAS	Cisternová automobilová stříkačka
CFD	Computational Fluid Dynamics
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
DP1	Druh konstrukční části
EPS	Elektrická požární signalizace
ESFR	Early Suppression Fast Response
FDS	Fire Dynamics Simulator (software)
HRR	Heat release rate
HRRPUA	Heat release rate per unit area
PÚ	Požární úsek
NIST	National Institute of Standards and Technology
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
PMMA	Polymetylmetakrylát
RTI	Response time index
SDK	Sádrokarton
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
SPB	Stupeň požární bezpečnosti

SPS	Skupina provozů skladů
SSHZ	Samočinná stabilní hasicí zařízení
SOZ	Samočinné odvětrací zařízení
ZOKT	Zařízení pro odvod kouře a tepla

# 1 Úvod

S rostoucími dovednostmi a potřebami člověka přibývá výstavba stále složitějších, vyšších a celkově rozsáhlejších staveb. Dnešní stavby v sobě rovněž soustředí velmi nákladné vybavení a často se v nich nachází velké množství osob. Mnohdy se také v objektech vyskytuje velký podíl hořlavých látek, a to jak v rámci vybavení objektu, tak i v jeho konstrukcích. Z těchto důvodů je kladen stále větší důraz na dostatečnou ochranu proti požáru a jeho následkům. Tento trend se projevuje v navrhování objektů, ve kterých jsou pro ochranu před požárem a jeho následky instalovány systémy, technická zařízení a výrobky pro stavby, podmiňující požární bezpečnost stavby. Takové systémy se souhrnně nazývají požárně bezpečnostní zařízení (PBZ). Nutnost instalace PBZ stanovuje požárně bezpečnostní řešení (PBŘ) na základě norem řady ČSN 73 08xx v závislosti na využití objektu. PBŘ musí být součástí každé projektové dokumentace objektu.

## 1.1 Motivace

Při návrhu více než jednoho PBZ v budově, prostoru nebo požárním úseku musí být brána v úvahu jejich vzájemná interakce a dopad na funkci všech ostatních navržených PBZ. Tento požadavek je dán i kmenovými normami pro požární bezpečnost staveb (ČSN 73 0802, ČSN 73 0804, ČSN 73 0810). Bohužel v praxi často dochází k návrhu jednotlivých PBZ profesanty, kteří mezi sebou při návrhu nespolečně pracují, a může se stát, že objekt vybavený nákladnými systémy na ochranu proti požáru má tato PBZ navržena bez vzájemné provázanosti, což nemůže být v žádném případě správně. Zejména při návrhu a posouzení budov s více PBZ je nutné využít specifické metody požárního inženýrství.

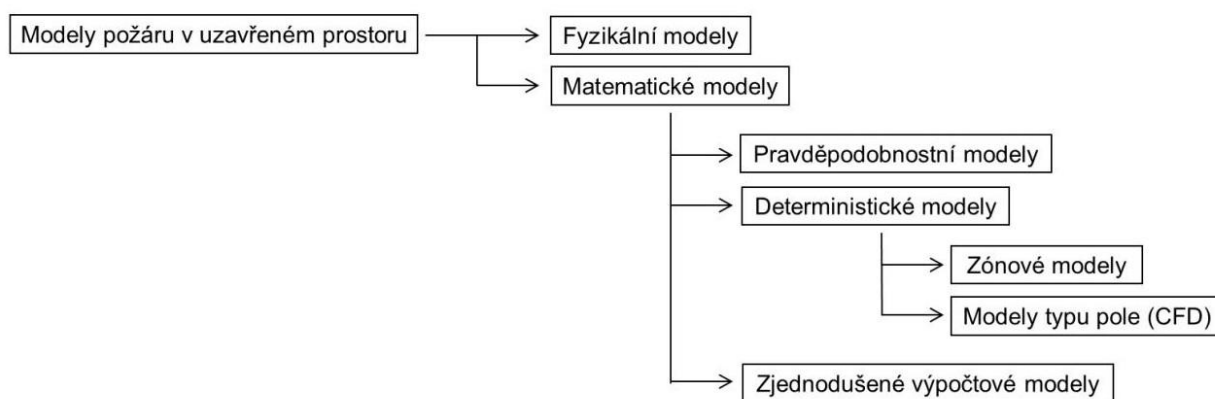
Nejenže jsou v případě špatného návrhu součinnosti PBZ v objektu často tato PBZ instalována zbytečně, ale především v takovém případě PBZ nepůsobí pozitivně při návrhu ostatních konstrukcí a jejich charakteristik. V požárně bezpečnostním řešení stavby, které udává požadavky na zabezpečení objektu z hlediska požární bezpečnosti, je totiž vliv instalace některých PBZ zohledněn „vylepšujícími“ parametry, které snižují požární riziko, požadavky na konstrukce, prodlužují mezní délky jak požárních úseků, tak únikových cest, snižují požadavky na odstupové vzdálenosti od objektu atd. Při nesprávném návrhu jejich součinnosti ovšem nemusí být tento pozitivní jev dosažen a neměl by tedy být brán ani v úvahu. Objekt s nesprávně navrženými PBZ nemusí být bezpečný, a i když jsou v něm instalována nákladná požárně bezpečnostní zařízení, není tento objekt vhodně navržen z protipožárního hlediska. U mnoha staveb se na tuto skutečnost kvůli míře pravděpodobnosti požáru v jejím životním cyklu bohužel (nebo možná naštěstí) nikdy nepříjde.

Při návrhu samostatně fungujícího PBZ bez součinnosti s jiným PBZ je jeho vliv na požár snadno prokazatelný a popsitelný. Při návrhu více PBZ v jednom chráněném prostoru je nutná jejich interakce a vliv na požár je již kombinovaný v závislosti na navržených PBZ podle jejich primárních ochranných cílů. Do nedávna neexistoval žádný předpis (norma), který by

detailněji popisoval, jak správně navrhnout interakci PBZ. V dnešní době je již v platnosti nová norma ČSN 73 0810, která popisuje základní principy a kombinační možnosti při návrhu aktivních požárně bezpečnostních a jiných zařízení. Návrh interakce lze zjednodušit pomocí počítačových modelů a simulací, které nám ukazují, jak systémy v objektu za požáru fungují.

V dnešní době technologií a stále rychleji se vyvíjejícího odvětví výpočetní techniky a počítačových softwarů lze součinnost navržených PBZ modelovat pomocí počítačových simulací s využitím matematických modelů. Matematickými modely lze modelovat nejen požáry, ale i na ně navazující problematiku jako např. možnost a rychlost úniku osob či šíření kouře v uzavřených prostorech. V modelech můžeme měnit PBZ, která spolu mají mít vzájemnou součinnost, můžeme měnit i jejich vzájemné vazby v závislosti na dosažených výsledcích dílčích výpočtů a následně s relativně rychlou odezvou sledovat změny v chování požáru a kouře. Na zpracování jednotlivých problematik požárního návrhu objektu existuje mnoho softwarů. K simulování požárů v uzavřeném prostoru jsou důležité současně s matematickými modely také modely fyzikální (Obr. 1).

Fyzikální modely představují praktické experimenty, které se provádí na uměle vytvořených objektech ve zmenšeném nebo plném měřítku, tzv. full-scale. Požární zkoušky mají napodobit reálné požáry, ale nikdy je nemohou popsat v celém rozsahu. Zejména modely ve zmenšeném měřítku mohou způsobovat nepřesnosti při popsání skutečného požáru. Při full-scale modelu je požár sledován v plné velikosti konstrukce. Tyto modely v plném měřítku jsou ovšem nákladné a neprovádějí se proto často. Výsledky fyzikálních modelů se následně vyhodnocují a slouží zejména k validačním účelům pro matematické modely. Validace matematického modelu probíhá za účelem zhodnocení míry shody mezi počítačovým modelem a získanými údaji z experimentu v reálném prostředí (1).



Obr. 1 – Rozdělení požárních modelů v uzavřeném prostoru(1)

Pomocí simulačních modelů lze v praxi ušetřit mnoho peněz. Toto stále se ještě rozvíjející odvětví je tedy velice perspektivní a do budoucna se dá předpokládat jeho častější využití.

## 1.2 Cíle práce

Cílem této práce je informovat o důležitosti správného návrhu interakce sprinklerových SHZ a ZOKT v objektech a ukázat vhodnost požárně inženýrských metod pomocí simulačního modelu, založeného na návrhu dle platných ČSN. Tato práce zahrnuje čtyři hlavní části:

- 1) popis požáru a možnosti jeho hašení,
- 2) představení vodních stabilních hasicích zařízení,
- 3) představení zařízení pro odvod kouře a tepla,
- 4) návrh SHZ a ZOKT pro vybraný objekt a ověření různých typů jejich vzájemné interakce matematickými modely.

## 2 Současný stav poznání

### 2.1 Hoření

Hoření je definováno jako exotermický proces zahrnující rychlou oxidaci paliva za zvýšené teploty, doprovázenou vývojem horkých plynných produktů spalování a emisí viditelného a neviditelného záření (2).

Můžeme říci, že hoření vždy vyžaduje 3 hlavní faktory, které jsou často uváděny jako „trojúhelník hoření“ (Obr. 2). Tato definice naznačuje, že k procesu hoření jsou zapotřebí tři hlavní složky – hořlavá látka, oxidační činidlo a zdroj zapálení. Pokud jedna ze složek z tohoto trojúhelníku vypadne, k hoření nedojde nebo dojde k jeho přerušení(3).



Obr. 2 – „Trojúhelník hoření“

### 2.2 Požár

Z hlediska požární bezpečnosti staveb definuje požár vyhláška č. 246/2001 Sb., o požární prevenci takto:

„Požár je každé nežádoucí hoření, při kterém došlo k usmrcení nebo zranění osob nebo zvířat, ke škodám na materiálních hodnotách nebo životním prostředí a nežádoucí hoření, při kterém byly osoby, zvířata, materiální hodnoty nebo životní prostředí bezprostředně ohroženy“ (3).

Požáry se dělí podle mnoha kritérií (např. podle velikosti, podle možnosti šíření, podle hořící látky, podle doby hoření). Pro požárně bezpečnostní řešení objektu je důležité především dělení podle typu hořící látky, na základě které se následně určuje látka hasicí.

Podle typu hořící látky se požáry se mohou dělit na:

- požáry pevných látek,
- požáry plynů,
- požáry hořlavých kapalin,

- kombinace výše uvedených požárů.

Prostor, který ovlivňuje požár, se dělí na tři pásma. Tato pásma se vzhledem k rozvoji požáru mění a vyvíjí. V určitých případech může některé pásmo v daném časovém úseku zcela zmizet.

#### Pásmo hoření

Je prostor, ve kterém probíhá vlastní hoření materiálu. Pásmo hoření v sobě zahrnuje objem par a plynů, ohraničených povrchem plamene a povrchem hořící látky. Teplota v pásmu hoření dosahuje nejvyšších hodnot, které mohou dosahovat až 3 000 °C v závislosti na hořící látce.

#### Pásmo přípravy

Navazuje bezprostředně na pásmo hoření, a pokud není požár hašen, tak postupně přechází v pásmo hoření. Vnější hranice pásma přípravy je obvykle vymezena dosahem sálavého tepla (radiací). Při přímém dotyku pevných látek s dobrou tepelnou vodivostí může být pásmo přípravy rozšířeno ve směru této látky – sdílení tepla vedením (kondukcí). Tepelná energie se může předávat také mechanickým pohybem částic kapalin nebo plynů při jejich styku s hořlavou látkou – sdílení tepla prouděním (konvekcí).

#### Pásmo zakouření

Je ta část prostoru v blízkosti pásma hoření, ve které dochází k pohybu plynů v koncentracích životu nebo zdraví nebezpečných. Pásmo zakouření může být velmi rozsáhlé v závislosti na mnoha faktorech (např. podmínky ventilace, typ hořlavé látky). Při vysoké teplotě pásma zakouření může dojít k rychlejšímu šíření požáru a také vážnému poškození stavebních konstrukcí.

### **2.2.1 Fáze požáru**

Průběh a intenzita požáru se v závislosti na čase hoření mění. U požáru, který není hašen, je doba jeho rozvoje obvykle charakterizována čtyřmi fázemi. Tyto fáze jsou závislé na hořlavé látce, jejím množství, na požárně technických charakteristikách a na podmínkách ovlivňujících šíření požáru.

#### I. fáze požáru – rozhořívání

Nastává od vzniku požáru až do počátku intenzivního nárůstu hoření. Délka rozhořívání požáru je závislá na druhu hořlavých látek i podmínkách rozvoje požáru. Vzhledem k nízké intenzitě požáru při rozhořívání je v této fázi nejúčinnější hašení požáru.

#### II. fáze požáru – růst

Fáze růstu nastává od počátku intenzivního hoření až do doby, kdy jsou požárem zasaženy všechny hořlavé materiály v prostoru (flashover). Fáze růstu je charakteristická rychlým nárůstem teplot.



### III. fáze požáru – plně rozvinutý požár

Tato fáze nastává po flashover efektu, kdy v daném objektu hoří všechny hořlavé látky a intenzita hoření dosahuje maxima až do doby, kdy nastane pokles intenzity hoření. V této fázi bývají narušeny nosné prvky a může docházet ke zřícení stropů, krovů apod. Hašení v tento moment už není příliš účinné.

### IV. fáze – dohořívání

V této fázi dochází ke snižování intenzity požáru v závislosti na množství hořlavých látek až po jejich úplné vyhoření, nebo v závislosti na množství přiváděného kyslíku pod minimální hodnotu potřebnou k hoření daných materiálů (4).

## **2.3 Hašení požárů**

Teorie hašení požárů je založena na odebrání minimálně jednoho z činitelů vystupujících v „trojúhelníku hoření“.

K hašení požárů se využívají různé typy hasiv, která se podle způsobu potlačení či zlikvidování požáru rozlišují na:

- hasiva na bázi chemických mechanismů,
- hasiva na bázi fyzikálních mechanismů.

Hasiva na bázi chemických mechanismů – využívají hasiva jako jsou hasicí prášky, plynná nebo aerosolová hasiva, která za pomoci chemických reakcí zpomalují nebo zastavují proces hoření.

Hasiva na bázi fyzikálních mechanismů – jsou založena na chladivém, dusivém, inertizačním nebo zřed'ovacím efektu. Mezi tato hasiva patří především voda, hasicí prostředky na bázi vody (pěny) a některá plynná hasiva (5).

K hašení požárů slouží základní čtyři principy – ochlazování, izolace, zřed'ování a inhibice.

#### Ochlazování

Představuje jeden z nejčastějších způsobů hašení požáru, který je založen na ochlazování pásma hoření, pásma přípravy a povrchu hořlavé látky. Hořlavá látka se ochlazuje pod teplotu vzplanutí a tím dochází k přerušení hoření. Při ochlazování pásma hoření dochází ke snížení vývinu horkých plynů. K ochlazování většinou slouží voda nebo těžká pěna.

#### Izolace

Princip je založen na oddělení pásma hoření od hořlavé látky, od pásma přípravy nebo od oxidačního prostředí. Izolační vrstva je většinou tvořena pěnou nebo sypkými materiály, které zabraňují přístupu vzduchu.

## Zředování

Nehořlavými látkami jsou zředovány látky hořlavé, které se nacházejí v pásnu hoření. Nejčastější látky využívané k hašení zředováním jsou plyny a vodní pára, v některých případech i voda (zředování alkoholů).

## Inhibice

Princip je založen na chemickém zpomalování procesu hoření. Inhibice spočívá v aplikaci hasební látky (nejčastěji prášku) do plamenů, kde odebírá požáru energii(6).

### **2.3.1 Principy hašení vodou**

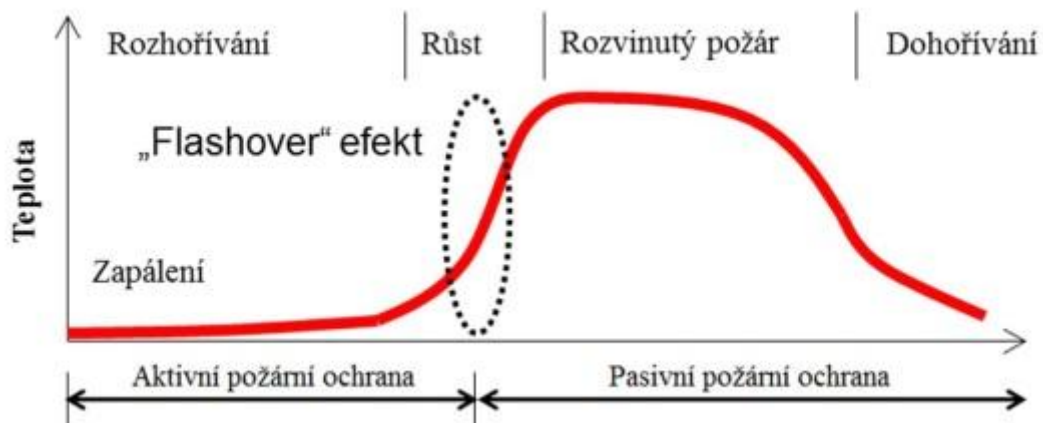
Hašení je proces, při kterém se snažíme zpomalit nebo zastavit oxidační reakci probíhající při hoření hořlavého materiálu. Při hašení požárů vodou se v závislosti na jejím skupenství uplatňují chladící, dusivý a v některých případech i zředovací účinek hasiva.

Voda zkrápějící požár účinně odstraňuje teplo přímo z plamenů vlivem odebrání tepla při přeměně na páru. Velké množství páry vznikající hašením požáru také snižuje koncentraci kyslíku v prostoru (především v uzavřených prostorech) a tím napomáhá uhasit požár. Čím větší je povrch kapek vody, tím více odebírají tepla z požáru. Proto jsou menší kapky z hlediska odebrání tepla účinnější. Větší kapky ovšem pronikají více do centra ohně, kde oddělují hořlavé látky od zdroje hoření, a v tomto směru jsou výhodnější (7). Velikost vodních kapek se může volit v závislosti na hořlavém materiálu v chráněném prostoru. Ne všechny pevné hořlavé látky je vhodné hasit velkými kapkami vody a ne vždy jsou zase vhodné malé kapky. Z tohoto důvodu se vyskytují různé principy hašení vodou založené na různých velikostech vodních kapek.

Jak již bylo zmíněno, voda má dobrou hasicí schopnost, která v závislosti na jejím velkém měrném a výparném teple dokáže pohltit značné množství tepla z požáru. Hašení vodou využívá především 2 principy – ochlazování a zředování. Je známo, že z jednoho litru vody při teplotě 100 °C vznikne 1 700 litrů páry. Při teplotě 650 °C (běžná teplota při požárech) z jednoho litru vody vznikne až 4 200 litrů vodní páry(8).

## **2.4 Požární ochrana objektů**

Zajištění požární ochrany budov, technických a technologických zařízení je navrhováno jak aktivní, tak i pasivní ochranou. Aktivní požární ochrana je určena k ochraně objektu zejména ve fázi rozhořívání. Po flashover efektu, kdy nastane náhlé vzplanutí všech hořlavých povrchů v místnosti zasažené požárem, je důležitá především pasivní požární ochrana. Na Obr. 3 lze pozorovat fáze požáru a na nich závislou dobu účinnosti aktivní a pasivní požární ochrany.



Obr. 3 – Znárodnění fázi požáru a účinnosti aktivní a pasivní požární ochrany (9)

### 2.4.1 Aktivní požární ochrana

Aktivní požární ochranou se rozumí taková ochrana, která má předcházet vzniku požáru, detekovat ho, zabránit jeho šíření a vytvořit podmínky pro zajištění bezpečného úniku osob z objektu, účinného hasebního zásahu a ochrany majetku a životního prostředí. Jako aktivní požární ochrana se nejčastěji využívají např. kouřová čidla, domácí rozhlas, EPS, SHZ, ZOKT. Funkčnost aktivní požární ochrany je podmíněna jejím vhodným projektovým řešením, na které musí navazovat odborně provedená montáž, zkoušky funkčnosti, kontroly provozuschopnosti a řádná údržba.

### 2.4.2 Pasivní požární ochrana

Pasivní požární ochrana je termín užívaný pro ochranu objektu především ve fázi plně rozvinutého požáru. Jedná se tedy převážně o požární odolnost konstrukcí a návrh jejich ochrany (protipožární nátěry, nástřiky, obklady), která má po stanovený čas odolávat požáru. Mezi pasivní požární ochranu patří také dělení objektu na požární úseky, bezpečný návrh únikových a příjezdových cest či omezení šíření požáru na sousední objekty.

## 2.5 Stabilní hasicí zařízení

Stabilní hasicí zařízení, označovaná jako SHZ, jsou souborem zařízení, která jsou trvale instalována v objektech nebo technologických zařízeních za účelem uvedení požáru pod kontrolu, jeho lokalizace nebo i likvidace. Stabilní hasicí zařízení jsou založena na principu ručního nebo samočinného spouštění. Mezi stabilní hasicí zařízení patří např. vnitřní hadicové systémy, sprinklerová zařízení, sprejová zařízení, prášková zařízení.

SHZ se rozdělují podle typu hasiva na:

- vodní,
- práškové,
- pěnové,
- plynové,
- aerosolové.

SHZ obvykle sestávají z nádrže nebo tlakového zásobníku na hasivo, čerpacího zařízení, potrubních rozvodů a z výstřikových koncovek rozmístěných v chráněném prostoru nebo na technologii. SHZ se navrhují pro konkrétní požární nebezpečí dané zejména požárně technickými charakteristikami hořlavých látek, jejich rozložením v chráněném prostoru a pro konkrétní provozní podmínky jako např. teplota či vlhkost(10).

### **2.5.1 Ručně ovládaná stabilní hasicí zařízení**

Ručně ovládaná SHZ mohou být ovládána přímo (otevřením ovládacího ventilu pákou, kohoutem) nebo dálkově (elektricky, pneumaticky).

### **2.5.2 Samočinná stabilní hasicí zařízení**

Samočinná stabilní hasicí zařízení (SSHZ), na rozdíl od ručně ovládaných SHZ, nepotřebují při požáru lidskou obsluhu, ale vždy musí mít i možnost ručního spuštění. „Samočinná stabilní hasicí zařízení patří mezi nejúčinnější prostředky požární ochrany majetku a osob před požáry ve stavebních objektech“(11).

V případě samočinného spuštění je nutné napojení SHZ z důvodů adresace požáru na systém, jakým je např. EPS.

Účelem SSHZ je uhašení nebo uvedení požáru lokalizovaného na základě automatických nebo jiných prostředků pod kontrolu(11).

## **2.6 Vodní SHZ**

Voda se vždy používala k hašení požárů zejména pro svoji dostupnost, hasební schopnost, ekologickou nezávadnost a relativně nízkou cenu. Proto i vodní SHZ představují největší skupinu stabilních hasicích zařízení.

Vodní hasicí systémy nejsou obvykle vhodné pro prostory, kde (12):

- může nastat hoření plynů,
- mohou látky exotermicky reagovat s vodou,
- mohou látky při hašení vodou uvolňovat nebezpečné substance,

- mohou být vodou poškozeny cenné předměty - knihy, obrazy apod.

Vodu lze jako hasivo aplikovat v několika variantách dělených zejména dle skupenství a velikosti vodních částic. Do skupiny vodních SHZ patří(13):

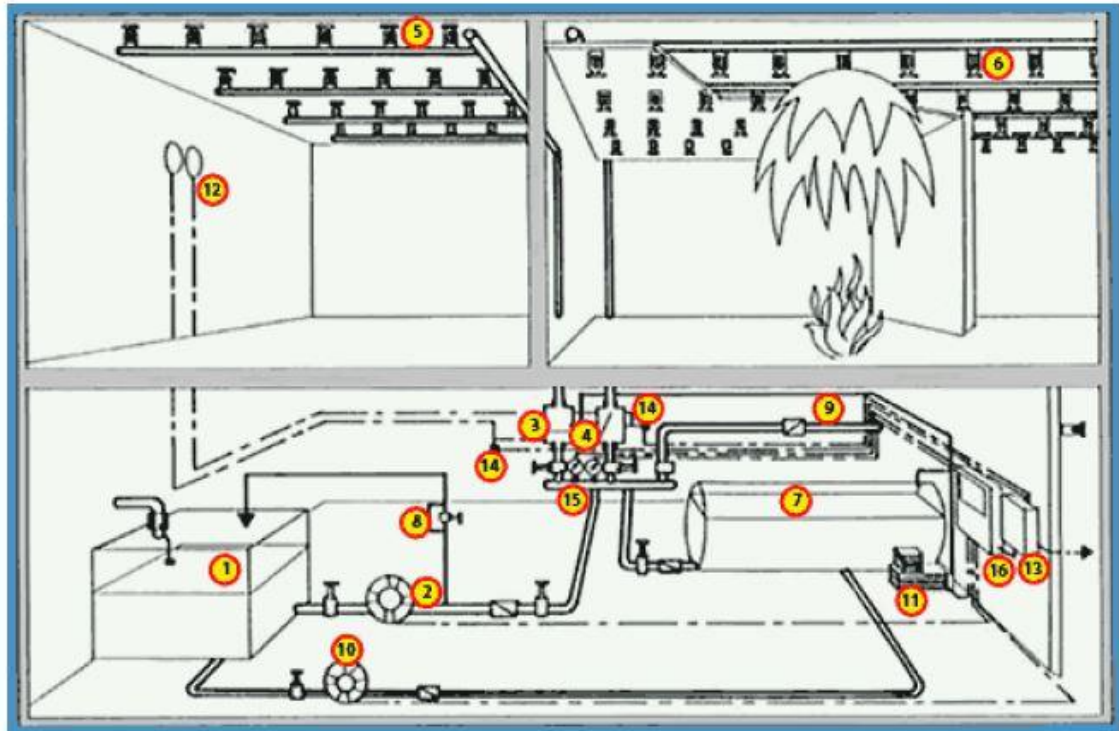
- sprinklerová zařízení,
- mlhová zařízení,
- sprejová zařízení,
- parní zařízení.

Vodní SHZ nemusí být vždy navržena primárně k hašení požáru. Mnohdy se SHZ používají za účelem skrápění konstrukcí či zařízení, k jejich ochraně před účinky požáru a zvýšení jejich odolnosti. SHZ jsou používána i k omezení šíření tepelného toku jako vodní clona, pomocí které dochází k zabránění šíření požáru z napadeného prostoru. Pokud je zabráněno šíření zplodin hoření mezi PÚ, mohou být vodní clony instalovány k zabránění šíření tepelného toku přes prostupy požárně dělícími konstrukcemi dopravníkových systémů(11). Tato zařízení se navrhuje prakticky v kompletní skladbě jako běžná SHZ.

### **2.6.1 Sprinklerová SHZ**

Sprinklerová SHZ jsou používána již od 70. let 19. století, kdy byla poprvé instalována v USA a Anglii. Princip tehdy byl podstatně jednodušší, než jak ho známe dnes, už ve svých počátcích ovšem dokázal snižovat škody napáchané požárem a proto se rozvíjel až do dnešní podoby. Zásoba vody bývala tehdy většinou umístěna na střeše objektu a při hašení se využívalo gravitačního toku vody. V českých zemích se první sprinklerová SHZ začala používat na přelomu 19. a 20. století(14).

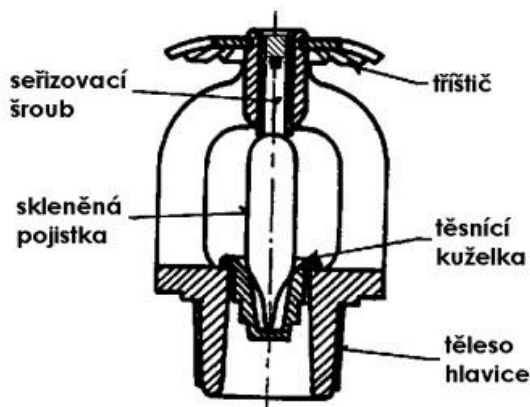
Hašení požáru pomocí sprinklerových SHZ je realizováno výstřikem proudu vody z hlavic, které jsou pro ochranu před účinky požáru rozmístěny po prostoru na určených místech (např. pod střechou nebo stropem, mezi regály). Tyto hlavice se označují jako sprinklery. Při požáru se otevírají jen ty hlavice, na kterých byla dosažena aktivační teplota, a došlo k uvolnění pojistky. Z aktivovaných hlavic začne proudit voda na požár, který se tím hasí. Vlivem aktivace hlavic dojde k poklesu tlaku v potrubí, a tím se aktivuje zásobování vodou. Základem sprinklerových SHZ je dostatečná kapacita vodního zdroje (nádrž, vodovodní síť), na který navazuje strojovna s požárním čerpadlem pro udržování tlaku v potrubní síti, popřípadě tlakovou nádobou se stejnou funkcí. Na požární čerpadlo jsou napojeny ventilové stanice, ze kterých pokračuje potrubní síť ke sprinklerovým hlavicím rozmístěným po celém požárním úseku (viz Obr. 4)(14).



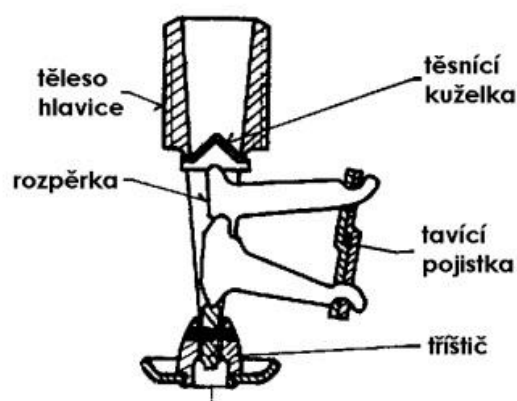
Obr. 4 – Schéma sprinklerového SHZ

Legenda k Obr. 4: 1 – hlavní nádrž; 2 – hlavní čerpadlo; 3 – řídicí ventil – mokrý; 4 – řídicí ventil – suchý; 5 – sprchové hlavice – stojaté provedení; 6 – sprchové hlavice – zavěšené provedení; 7 – tlaková nádrž; 8 – zkušební potrubí; 9 – zkušební potrubí; 10 – plnicí potrubí; 11 – kompresor; 12 – poplachový zvon; 13 – požární ústředna; 14 – poplachový zvon; 15 – tlakoměr kontaktní; 16 – elektrorozvaděč.

V Evropě se nejčastěji používají sprinklerové hlavice se skleněnými pojistkami naplněnými obarvenou nemrznoucí kapalinou s vysokou roztažností (Obr. 5). Při dosažení aktivační teploty dojde k prasknutí baňky a uvolnění těsnící kuželky v přívodním otvoru sprinklerové hlavice. Barva kapaliny v baňce je pevně daná v závislosti na aktivační teplotě hlavice. Sprinklerové hlavice, které jsou navrhovány převážně v USA, jsou opatřeny tavnou pojistkou (Obr. 6). Po dosažení aktivační teploty pájka povolí spouštěcí mechanismus, který držela v předpjatém stavu, tím se uvolní těsnící kuželka a dochází k aktivaci hlavice.



Obr. 5 – Řez sprinklerovou hlavicí se skleněnou pojistkou (15)



Obr. 6 – Řez sprinklerovou hlavicí s tavnou pojistkou(15)

Při návrhu systému sprinklerových SHZ je potřeba správně vyhodnotit typ chráněného prostoru, tzn. teplotní poměry prostoru, druh provozu atd.(5). Aktivační teplota sprinklerových hlavice se musí volit i v závislosti na teplotních poměrech v chráněném prostoru, kde by mohlo docházet k planým poplachům při dosažení aktivační teploty např. vlivem vysokých teplot z výrobních prostorů, pod skleněnými střechami nebo světlíky.

Sprinklerové hlavice se dělí podle:

- postavení hlavice – stojaté, závěsné, zapuštěné, horizontální;
- aktivační teploty – 57 – 260 °C;
- rychlosti tepelné odezvy – standardní, speciální, rychlá;
- průtoku – hodnocení dle K faktoru (57, 80, 115);
- tvaru výstřiku vody – s prodlouženým výstřikem, zapuštěné, zakryté.

Sprinklerové hlavice se v závislosti na aktivační teplotě z důvodu okamžitého rozeznání označují základními typy barev. Barevné označení v závislosti na aktivační teplotě hlavice uvádí Tabulka 1.

Tabulka 1 – Barvy pojistek sprinklerových hlavice v závislosti na aktivační teplotě (16)

Barva skleněné pojistky	Aktivační teplota	Barva tavné pojistky	Aktivační teplota
Oranžová	57 °C	–	–
Červená	68 °C	Bez označení	68/74 °C
Žlutá	79 °C	–	–
Zelená	93 °C	Bílá	93/100 °C
Modrá	141 °C	Modrá	141 °C
Fialová	182 °C	Žlutá	182 °C
Černá	204/260 °C	Červená	227 °C

Za sprinklerová SHZ se považují zařízení s průměrem vodních kapek větším než 1 mm. Běžný průměr vodních kapek klasických sprinklerových SHZ je 1 až 3 mm.

V případě zajištění požární bezpečnosti skladových prostorů pomocí SHZ se navrhuje sprinklerové hlavice nejen pod střešní plášť, ale i do regálových úrovní z důvodu rychlé aktivace a zabránění rozšíření požáru. Ve skladovacích prostorech se často uskládá mnoho materiálu vysoké hodnoty, proto se mnohdy chrání i speciálními sprinklerovými hlavicemi ESFR. Sprinklerová SHZ s ESFR hlavicemi jsou soustavy o velké intenzitě průtoku vody. Jednou ESFR hlavicí může protékat až 600 litrů vody za minutu. Tyto hlavice byly vyvinuty zejména pro skladové prostory s vysokými regálovými sklady. Skladovací prostory vybavené sprinklery s ESFR hlavicemi nemusí být opatřeny regálovými sprinklery v jednotlivých úrovních regálů. Výstřik vody z hlavic ESFR obsahuje velké kapky, které díky vyšší kinetické energii mohou lépe proniknout k ohnisku požáru.



Obr. 7 – ESFR hlavice

Sprinklerová SHZ se v objektech především v závislosti na teplotě chráněného prostoru instalují v podobě níže uvedených druhů soustav:

#### Mokrá

Jedná se o nejrozšířenější a nejdéle používanou soustavu. Celá soustava je naplněna vodou, která začne skrápět prostor hned po aktivaci tepelné pojistky a uvolnění těsnící kuželky. Snížení tlaku v soustavě vyvolá okamžité otevření řídicího ventilu, a tím spuštění požárního čerpadla, které dodává vodu do sprinklerového SHZ.

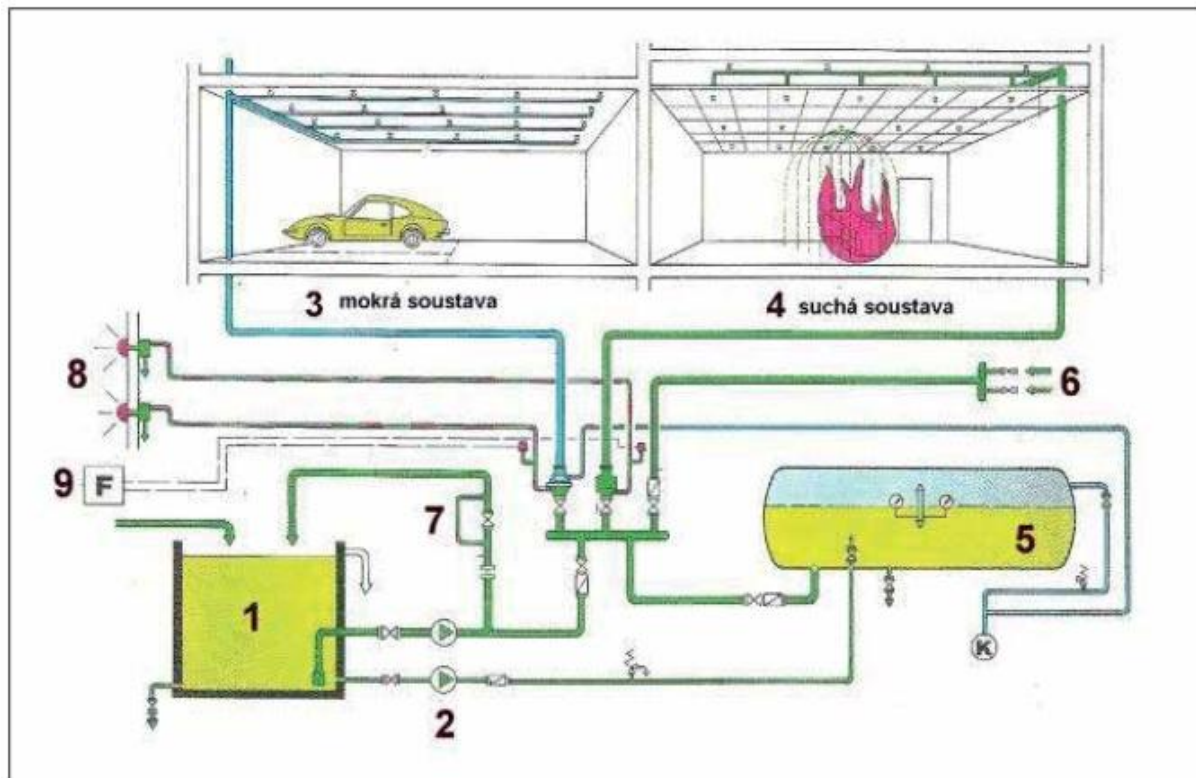
#### Suchá

Část soustavy od sprinklerových hlavic po řídicí ventil je z důvodu možnosti poškození zamrznutím nebo naopak vysokými teplotami (nad 100 °C) naplněna místo vody plynem pod tlakem (obvykle vzduchem). Po aktivaci tepelné pojistky dojde ke snížení tlaku vzduchu v potrubí a následné distribuci vody. Její nevýhodou je časová prodleva mezi aktivací pojistky a skrápěním vodou. Zkrácení doby reakce lze dosáhnout rychlootevírači nebo rychloodvzdušňovači.



## Předstihová

Tato soustava se používá ve speciálních případech a je funkčně propojena s EPS. Elektrická požární signalizace má v tomto případě za úkol blokovat řídicí ventil v uzavřené poloze a uvolnit ho až v době, kdy je požár potvrzen ústřednou EPS(10).



Obr. 8 – SHZ s mokrou a suchou soustavou(13)

Legenda k Obr. 8: 1 – nádrž na vodu; 2 – čerpací zařízení; 3 – mokrá soustava; 4 – suchá soustava; 5 – tlaková nádrž; 6 – armatura pro připojení CAS; 7 – zařízení pro měření průtoku; 8 – poplachový zvon; 9 – zařízení pro vyhlášení požárního poplachu na místo se stálou obsluhou

Sprinklerová stabilní hasicí zařízení jsou podle ČSN 73 0810 rozdělena do těchto skupin:

- sprinklerová stabilní hasicí zařízení (sprinklerová SHZ),
- sprinklerová doplňková stabilní hasicí zařízení (sprinklerová DHZ),
- sprinklerová polostabilní hasicí zařízení (sprinklerová PHZ).

Tato sprinklerová stabilní hasicí zařízení jsou momentálně v normách požární bezpečnosti staveb (mimo ČSN 73 0810) označována jako SHZ, DHZ a PHZ. Při jejich návrhu se postupuje dle ČSN EN 12845. Tato práce koresponduje s ČSN 73 0810, která v rámci sjednocování názvosloví s ČSN EN 12845 používá pro tato zařízení výše uvedené názvy (sprinklerová SHZ, DHZ a PHZ).

### **2.6.1.1 Sprinklerová doplňková stabilní hasicí zařízení (sprinklerová DHZ)**

V případě instalace sprinklerových DHZ je uvažováno s dodávkou vody z nádrže na vodu s redukováným či plným obsahem vody nebo z vodovodního řadu s trvalou dodávkou vody při splnění minimálních požadavků na průtok, tlak a dodávku vody.

### **2.6.1.2 Sprinklerová polostabilní hasicí zařízení (sprinklerová PHZ)**

Návrh sprinklerových PHZ počítá s dodávkou vody či jiného hasiva z cisternových automobilových stříkaček jednotek požární ochrany, které se po příjezdu na místo požáru napojí přes armatury na vnitřní potrubní rozvody. Soustava sprinklerových PHZ je z důvodů napojení na zásobu vody až po příjezdu požárních jednotek řešena jako suchá.

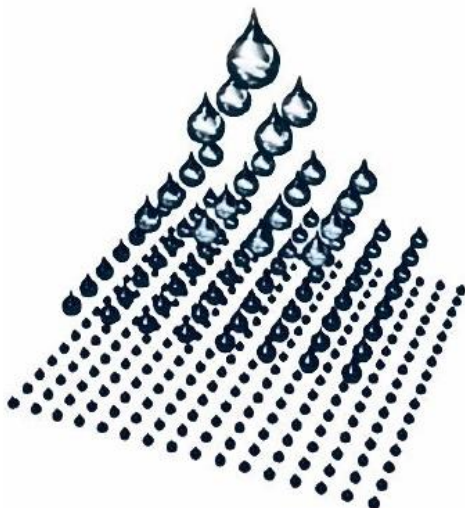
Sprinklerová DHZ i PHZ se v rozsahu požárního úseku navrhuje obdobně jako sprinklerová SHZ. Snížení rizika při požáru vyjádřené součiniteli je ale mírnější.

## **2.6.2 Mlhová SHZ**

Hašení vodní mlhou se objevilo již v 50. letech 20. století. Dosažení potřebného tlaku pro požadované vlastnosti mlhových SHZ bylo ovšem na rozdíl od klasických sprinklerových SHZ technologicky i ekonomicky náročné. Zároveň měli v té době mlhové systémy konkurenci v podobě halonových SHZ, která hasila požár snížením koncentrace kyslíku v prostoru, a navíc při hašení nedocházelo k poškození vodou. Z těchto důvodů se dostala mlhová SHZ do pozadí. Změna nastala až po roce 1987, kdy na základě Montrealského protokolu došlo k dohodě o snižování spotřeby a výroby látek, které narušují ozónovou vrstvu. Mezi tyto látky patří také halony, které se proto postupně přestaly používat a nahradila je právě mlhová SHZ. V Evropě se mlhová SHZ začala častěji používat až po roce 1990, a to nejdříve na lodích a později i v pozemních stavbách.

Jak už z názvu plyne, k hašení se využívá vodní mlha, která do prostoru požáru proudí mlhovými hlavicemi pod vyšším tlakem než u klasických sprinklerových SHZ. Za vodní mlhu se považuje proud vody, kde je 90 % kapek o průměru menším než 1 mm(13). Jak je znázorněno na Obr. 9, malé kapky vody z jednoho litru vody mají proti těm velkým větší celkový povrch, a tím odebírají více tepla z požáru. Jelikož je množství odebraného tepla z požáru závislé na velikosti povrchu kapky, je zřejmé, že menší kapky jsou z hlediska odebírání tepla z požáru účinnější. Vodní pára přeměněná z vody navíc odebírá z prostoru kyslík. Mlhová SHZ se dělí podle tlaku na výstupu vodních kapek z hlavic na:

- nízkotlaká s tlakem max. 1,25 MPa,
- středotlaká s tlakem 1,25 až 3,5 MPa,
- vysokotlaká s tlakem vyšším než 3,5 MPa.



*Obr. 9 – Princip menších kapek vody*

K dosažení vysokých tlaků v soustavě jsou mlhové systémy osazeny výkonnými čerpadly. Výhodou mlhových SHZ proti sprinklerovým SHZ je zejména menší obsah vody potřebný k hašení požáru, proto i menší rozvodná potrubí a nádrž na vodu. Z důvodu malého objemu vody potřebného pro hašení požáru se jako výhodné často používají v prostorech, kde je nežádoucí poškození vodou při hašení (knihovny, muzea, historické objekty, strojovny, kabelové kanály), nebo v prostorech, kde by byla k hašení vyžadována velká zásoba vody (metra, tunely). Rozvodná potrubí se nejčastěji používají nerezová z důvodu náchylnosti ucpání hlavic vlivem nečistot (např. rzi), z tohoto důvodu se také na soustavu osazují filtry, které zaručují čistotu vody. Rozvodná potrubí jsou menšího průměru než u sprinklerových SHZ, a to až třikrát. Spouštění mlhového SHZ bývá samočinné, na základě aktivace skleněné baňky, signálu z EPS nebo ruční. V závislosti na typu aktivace, druhu soustavy či požadovaném tlaku se vyskytují různé typy mlhových hlavic (Obr. 10). Mlhové soustavy mohou být i s trvale otevřenými hlavicemi.



*Obr. 10 - Typy mlhových hlavic*

### **2.6.3 Sprejová SHZ**

Sprejová (dříve drenčerová) hasicí zařízení jsou zařízení s trvale otevřenými hlavicemi (Obr. 11). Z tohoto důvodu není potrubí mezi hlavicemi a řídicím ventilem trvale naplněno vodou. Po

aktivaci dojde k zavodnění potrubí a na rozdíl od sprinklerových SHZ k hašení ze všech instalovaných hlavice v prostoru. Jelikož hlavice sprejových SHZ nemají tepelné pojistky, je aktivace zaručena ručně nebo samočinně napojením na čidla (např. teplotní, kouřová) přes EPS. Sprejová SHZ je vhodná pro prostory s rychlým rozvojem požáru, k chlazení konstrukcí a nádrží.

Sprejové hlavice se dělí obdobně jako sprinklerové hlavice. Jelikož jsou stále otevřené, nerozdělují se v závislosti na aktivační teplotě(13).



*Obr. 11 – Jeden z typů hlavice sprejového SHZ*

#### **2.6.4 Parní SHZ**

Parní SHZ se navrhují především v prostorech, kde jsou zavedeny technologické rozvody páry. Při hašení je využíván dusíčí efekt, kdy vodní pára odebírá kyslík z místa požáru, a tím ho pomáhá dostat pod kontrolu. Nejčastěji se parní SHZ navrhují v uzavřených prostorech petrochemického či textilního průmyslu (13).

## 2.7 Zařízení pro odvod kouře a tepla

Požární odvětrání budov zahrnuje dvě základní kategorie. Jedna kategorie obsahuje požární odvětrání únikových (zásahových) cest a v druhé kategorii jsou zařízení pro odvětrání prostorů s požárním zatížením.

Požární odvětrání únikových cest je navrhováno z důvodu zabránění průniku zplodin hoření a kouře do chráněných prostorů. Při pronikání kouře do chráněných prostorů zajišťuje bezpečné prostředí pro osoby nacházející se v těchto prostorech. Požární odvětrání únikových cest se navrhuje jako přirozené, nucené a přetlakové.

V objektech nebo prostorech s požárním zatížením je navrhováno zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOKT), často označované také jako SOZ (samočinné odvětrací zařízení). Instalace zařízení pro odvod kouře a tepla není v objektech určena primárně k uhašení požáru, nýbrž z níže uvedených hlavních důvodů(17):

- udržení zakouřené vrstvy ve výšce, kde neohrožuje unikající osoby a umožní jejich bezpečnou evakuaci a represivní zásah,
- snížení tepelného namáhání konstrukcí při kumulaci teplých plynů,
- snížení rizika šíření požáru v objektu.

Základním prostorem pro návrh ZOKT je kouřová sekce (někdy také odvětraná sekce, kouřový úsek), kterou ohraničují kouřové přepážky nebo stěny na celou výšku prostoru tak, aby se zplodiny hoření nešířily mimo kouřovou sekci. Kouřovou sekci se mohou dělit požární úseky na menší dílčí části pro zabránění šíření kouře a tepla do celého prostoru PÚ. Každý PÚ tedy obsahuje minimálně jednu kouřovou sekci. Plocha kouřové sekce by neměla přesáhnout 2 000 m<sup>2</sup>.

Pokud jsou kouřové přepážky navrženy, bývají umístěny pod stropem nebo pod střechou požárního úseku (např. skleněné závěsné přepážky, průvlaky, plnostěnné vazník aj.) Kouřové přepážky se navrhují pevné nebo pohyblivé – např. rolovací textilní kouřové přepážky s požární odolností minimálně E 15 DP1.

Princip návrhu ZOKT spočívá v udržení akumulární vrstvy kouře mezi kouřovými přepážkami v takové úrovni, ve které kouř neohrožuje unikající a zasahující osoby. Zároveň je kouř z kouřové sekce díky kouřovým přepážkám efektivně odveden mimo prostor zasažený požárem (např. nad střechu). Je tedy snaha udržet nezakouřený prostor co nejvyšší. Minimální výška spodní hrany akumulární vrstvy je dána ČSN 73 0802 a je závislá zejména na světlé výšce prostoru nebo na využití prostoru. Minimální výška spodní plochy akumulární vrstvy má být 2,5 m nad podlahou. Výjimku tvoří garáže se světlou výškou místností do 2,5 m, kde má být akumulární vrstva minimálně 1,9 m nad podlahou. U prostorů se světlou výškou vyšší než 4,0 m se doporučuje, aby byla spodní plocha akumulární vrstvy ve výšce 3,0 m, minimálně však v polovině výšky posuzovaného prostoru. Odvod kouře z kouřové sekce je řešen pomocí odvětrávacích klapek, výklopných segmentů světlíků, elektrických ventilátorů, popř. potrubními nebo šachtovými systémy.

Při návrhu ZOKT musí vždy existovat hmotnostní rovnováha mezi přiváděným vzduchem do kouřové sekce a odváděnými horkými zplodinami hoření.

Aktivace ZOKT může být navržena automaticky na základě kouřových či teplotních čidel nebo manuálně, např. pomocí tlačítek. Návrh ZOKT musí být vždy doplněn návrhem EPS, a to i v případech, kde není ZOKT ovládáno přes toto zařízení. V případě požáru pak funguje EPS především k jeho adresaci.

Výše uvedené cíle mohou být dosaženy dvěma typy ZOKT – nuceným a přirozeným, popř. jejich kombinací.

### 2.7.1 ZOKT s nuceným principem

Nucený odvod kouře a tepla pracuje na principu odvodu horkých plynů, který je dosažen nuceně požárními ventilátory. Odvod teplých plynů je vyvolán buď pomocí elektrických odvodních ventilátorů (Obr. 12) a přívodových otvorů v obvodových konstrukcích objektu, nebo nuceným přívodem ventilátory a přirozeným odvodem otvory.

Zařízení pro nucený odvod kouře a tepla je obvykle řešeno pomocí (18):

- axiálních požárních ventilátorů pro odvod kouře a tepla,
- radiálních požárních ventilátorů pro odvod kouře a tepla,
- potrubních ventilátorů pro odvod kouře a tepla,
- nezbytného příslušenství k výše uvedeným typům.

Výhoda nucených systémů spočívá v tom, že odvod kouře je k dispozici okamžitě po aktivaci, a to i u ještě relativně studeného kouře. Zařízení pro nucený odvod tepla a kouře se s výhodou používají u vícepodlažních objektů nebo v podzemních prostorech.



a)

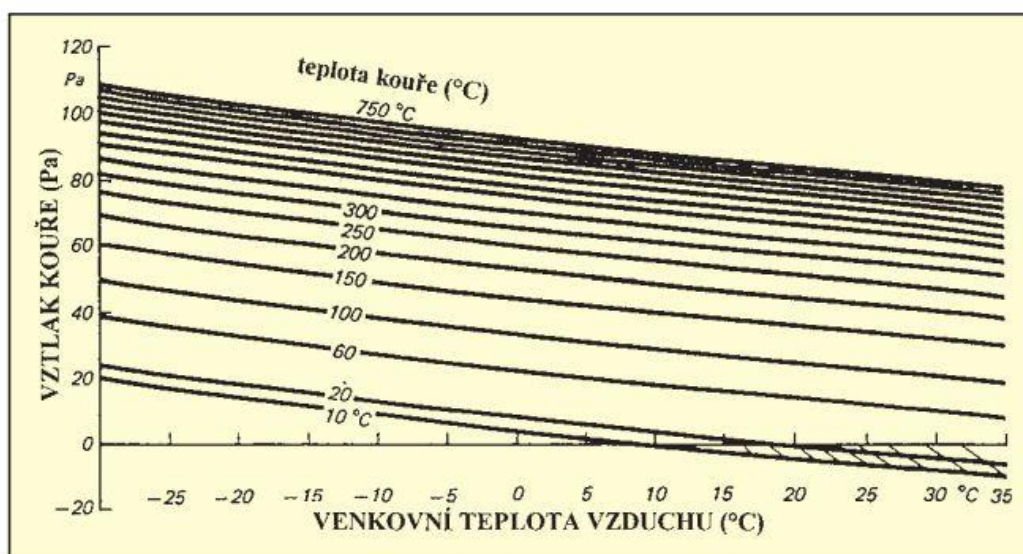


b)

Obr. 12 – Požární ventilátory: a) axiální ventilátor; b) radiální ventilátor

## 2.7.2 ZOKT s přirozeným principem

Princip přirozeného odvodu kouře a tepla je založen na odvodu horkých plynů vyvíjených požárem pomocí vztlaku. Vztlak je dosažen bez pomoci ventilátorů pouze vlivem rozdílných teplot kouře a okolního vzduchu a vytvořením komínového efektu. Komínový efekt nastává při rozdílu teplot plynů s okolním vzduchem alespoň 20 °C. Princip vztlaku je založen na stoupajícím horkém kouři generovaným požárem, který má nižší hustotu, než je hustota okolního vzduchu. Tlakový rozdíl mezi statickým tlakem v prostoru zasaženém požárem a atmosférickým tlakem v okolí tohoto prostoru je hnací silou pro průtok plynu do tohoto prostoru i z něj. Vztlak je také ovlivněn výškovým rozdílem mezi přívodními a odvodními otvory, kde větší výškový rozdíl zaručuje větší vztlak. Závislost míry vztlaku kouře na venkovní teplotě vzduchu a teplotě kouře při výškovém rozdílu 10 m je zobrazena na Obr. 13. Pro větrání zakouřeného prostoru se používají odvodní otvory v nejvyšší části kouřové sekce, které se při požáru otevírají na základě signálu z teplotních či kouřových čidel nebo signálu z EPS. Odvodní otvory se při požáru otevírají pomocí pneumatického nebo elektrického mechanismu. Přívod vzduchu je umístěn v obvodové konstrukci co nejnižší k podlaze kvůli zajištění potřebného vztlaku.



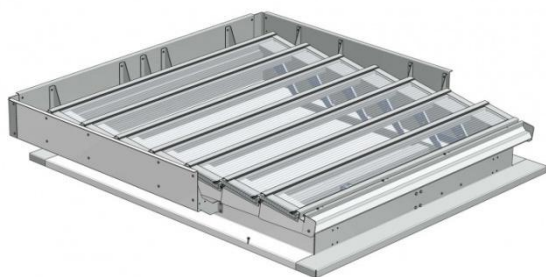
Obr. 13 – Graf vztlaku kouře v závislosti na jejich teplotě a teplotě venkovního vzduchu pro výškový rozdíl otvorů 10 m

Zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla je využíváno zejména v jednopodlažních objektech. U vícepodlažních objektů se instaluje v prostorech, které jsou propojeny, a strop odvětrávaného objektu tvoří střecha (např. atria). Při instalaci ve vícepodlažních prostorech se musí brát v úvahu možnost ochlazení kouře po výšce prostoru. Pokud by došlo k ochlazení plynů, nemusel by být dosažen potřebný vztlak u odtokových otvorů umístěných ve střešní konstrukci, a tím by byla narušena funkčnost ZOKT (12).

V rámci zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla musí být navrženy přírodní a odvodní otvory z požárního úseku nebo kouřové sekce v dostatečné ploše. Na Obr. 14 jsou zobrazeny některé druhy.

Přírodní a odvodní otvory jsou obvykle zajištěny (18):

- odvětrávacími klapkami,
- žaluziovými klapkami pro odvod kouře a tepla,
- otevíravými okny odvod kouře a tepla,
- výklopnými segmenty ve střešních světlících.



a)



b)

Obr. 14 – Požární klapky: a) žaluziová klapka; b) střešní otevírací klapka

Odvodní otvory se umísťují v nejvyšším místě řešeného prostoru pro dosažení maximálního vztlaku a maximálního odvodu kouře. Správná funkčnost ZOKT s přirozeným principem je závislá i na meteorologických podmínkách. Správná funkce může být narušena vlivem proudícího větru, který by při proudění do prostoru odvodními otvory výrazně narušil odvod kouře a tepla, a také vlivem vysokých teplot okolního vzduchu. Míra narušení funkce přirozeného ZOKT je závislá na směru a rychlosti větru. Funkce přirozeného ZOKT může být negativně ovlivněna nízkými teplotami plynů, které produkuje požár. V případech, kdy teplota kouře nedosahuje 50 °C, nemusí být vytvořen dostatečně velký vztlak a funkce přirozeného ZOKT může být značně problémová i při nízké rychlosti větru.

### 2.7.3 Kombinované ZOKT

Při návrhu kombinace přirozeného ZOKT a nuceného ZOKT v jednom prostoru se musí vždy podrobně posoudit tok plynů, aby se jednotlivá zařízení vzájemně negativně neovlivňovala (nepřisávala čistý vzduch atd.) a aby byla zajištěna jejich správná funkce.



## 2.8 Interakce SHZ a ZOKT

Problematika interakce SHZ a ZOKT při požáru je poměrně rozsáhlá. Do procesu hoření a jeho následného hašení vždy vstupuje mnoho fyzikálních jevů. V případě návrhu ochrany prostoru SHZ a současně ZOKT je jevů, které ovlivňují požár z důvodů součinnosti, ještě více. K těmto jevům patří zejména ochlazování kouřové vrstvy, unášení částic vody, zvýšená intenzita hoření, vliv větru aj. Všechny možné vlivy musí být popsány již před samotným požárem, aby se s nimi v návrhu interakce PBZ uvažovalo. Tyto faktory jsou proměnné v závislosti na dispozici chráněného prostoru, vlastnostech požáru, fyzikálních vlastnostech hasicí látky, typu SHZ a ZOKT, primárně spouštěném PBZ.

Při instalaci více než jednoho PBZ v objektu je jejich správná funkce podmíněna:

- stanovením priority uvedení zvoleného zařízení do činnosti,
- návrhem koordinace činnosti zařízení,
- posouzením vzájemných interakcí mezi zařízeními.

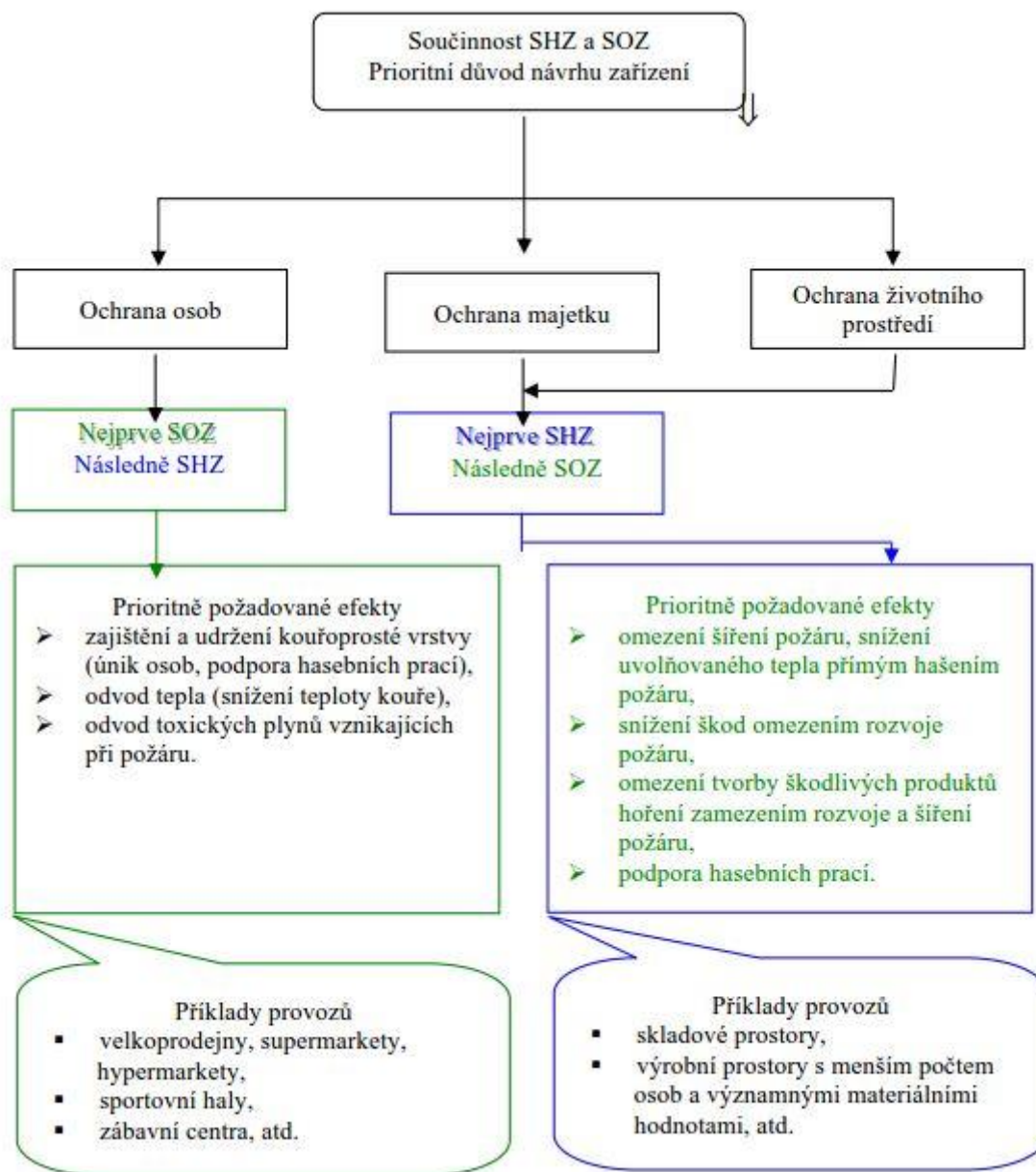
Prioritou se rozumí určení zařízení, které bude uvedeno do provozu jako první, ostatní zařízení jsou uvedena do činnosti následně. Koordinace činnosti zahrnuje specifikaci navazujících procesů a určení časových posloupností aktivace instalovaných PBZ. Správná časová posloupnost se stanovuje za účelem dosažení maximální ochrany stanovených cílů. Posouzením vzájemných interakcí se snažíme zamezit vzájemnému negativnímu ovlivnění. Vždy je nutné současně posoudit prioritu zařízení, jejich koordinaci a vzájemnou interakci.(11) Správná interakce výše uvedených PBZ je obvykle podmíněna nejen správným návrhem, ale i napojením na EPS, která při požáru spouští daná PBZ na základě předem zvoleného nastavení. Adresace požáru může být vyhodnocena i na základě jiných zařízení, ale z důvodů koordinace je vhodná instalace právě systému EPS.

Podnětů pro instalaci PBZ může být celá řada, a to nejen těch daných českou technickou normou. V kontextu ochranných cílů nejde o nutnost návrhu z hlediska požárních předpisů, nýbrž o ochranu z níže uvedených důvodů. Pod pojmem ochranné cíle se rozumí jedno nebo více kritérií, která jsou volena na základě důvodu instalace zařízení. Ochrannými cíli jsou obvykle např. nepřekročení limitních teplot plynů a konstrukcí, dodržení úrovně nezakouřené vrstvy a dodržení minimální viditelnosti.

Mezi důvody návrhu PBZ v objektech patří:

- ochrana osob,
- ochrana majetku,
- zabezpečení účinného hasebního zásahu,
- ochrana životního prostředí.

Na základě dominantního důvodu instalace požárně bezpečnostních zařízení lze následovně stanovit prioritní, případně následné ochranné cíle. Princip návrhu je schematicky znázorněn na Obr. 15 (9).



Obr. 15 - Závislost mezi dominantním důvodem instalace SHZ a ZOKT a prioritně spouštěným zařízením

Zaměříme-li se pouze na vzájemnou interakci vodního SHZ a ZOKT, můžeme definovat základní modely interakce a jejich úskalí.

V zásadě platí, že interakce SHZ a ZOKT je prospěšná, nicméně existují vlivy, které mohou tuto prospěšnost omezit nebo zcela znehodnotit. Vlivy podmiňující správnou interakci mezi SHZ a ZOKT byly předměty experimentů a v dnešní době je známo, že při současném návrhu SHZ a ZOKT může dojít zejména k těmto vzájemným ovlivněním:

- snížení teploty primární aktivací ZOKT a tím oddálení aktivace SHZ,
- strhávání kouřové vrstvy k podlaze,
- transport vodních kapek mimo ohnisko požáru,
- aktivace sprinklerových hlavice mimo ohnisko požáru.

### **2.8.1 Snížení teploty primární aktivací ZOKT a tím oddálení aktivace SHZ**

Pokud jde v prostoru primárně o evakuaci osob, je základním předpokladem spouštění ZOKT pomocí kouřového čidla, popř. jiným způsobem, který detekuje požár dříve, než nastane aktivace SHZ. Na velké požární úseky je nutné instalovat kouřové zástěny, ve kterých se shromažďuje kouř a kumuluje teplota, což zaručí rychlejší aktivaci SHZ a také vyšší účinnost ZOKT.

Sprinklerové hlavice se musí umisťovat pod dolní hranu stropní nebo střešní konstrukce ve vzdálenostech závislých na typu těchto konstrukcí. V případě požáru dochází pod těmito konstrukcemi k akumulaci horkých plynů, a následkem toho dochází k aktivaci sprinklerových SHZ. V případě, že je instalováno ZOKT s primární aktivací (např. aktivace pomocí kouřových čidel), dojde k odvedení těchto horkých plynů od sprinklerových hlavice před jejich aktivací, což může mít za následek oddálení skrápění požáru. Z důvodu oddálení skrápění požáru se může požár volně rozvíjet. Toto tvrzení je v případě kombinace běžných sprinklerových SHZ a přirozeného ZOKT často vyvráceno experimenty. Při jednom z nich byly porovnány časy aktivace sprinklerového SHZ v závislosti na typu aktivace přirozeného ZOKT. Při aktivaci ZOKT impulsem od kouřového čidla docházelo k velice podobným aktivačním časům jako v případě aktivace ZOKT impulsem od tepelného čidla vydaným při dosažení aktivační teploty SHZ. Tento jev nastává z důvodu relativně nízkých aktivačních teplot sprinklerových hlavice v porovnání s teplotami kouře (19).

Pokud je prostor chráněn sprinklerovým SHZ s ESFR hlavice, nesmí být spuštění zařízení odvodu kouře a tepla aktivováno za pomoci kouřových čidel. Sprinklerové systémy s ESFR hlavice jsou v objektech instalovány pro zvýšenou ochranu objektu a v něm nacházejících se materiálů i přes nevýhody, jakými jsou velké průměry rozvodných potrubí a velká spotřeba vody. Tyto nevýhody jsou vyrovnávány zvýšenou ochranou prostoru a také odpadnutím nutnosti navrhovat regálové sprinklery. Pro správnou funkci, zabránění rychlého rozvoje požáru, je požadována jejich včasná aktivace. Z tohoto důvodu musí být ZOKT ovládáno manuálně nebo automaticky se zpožděním, aby jeho aktivace nastala až po aktivaci SHZ. Problém může nastat při požárech, které vyvíjí značné množství kouře a současně málo tepla, kdy toto zpoždění může dát požáru potřebný prostor k jeho rozvoji.

Tabulka 2 – Možnosti aktivace ZOKT při interakci se sprinklerovým SHZ (12)

Typ ZOKT a jeho aktivace	Klasické sprinklery	ESFR hlavice
Nucený odvod kouře, jakákoliv aktivace	Možné	Omezená možnost <sup>1</sup>
Přirozený odvod kouře, aktivace kouřovými čidly	Možné	Nedoporučuje se
Přirozený odvod kouře, aktivace pomocí termočlánků	Možné	Omezená možnost <sup>2</sup>
Přirozený odvod kouře, aktivace manuálně	Možné	Možné

Pozn.:<sup>1</sup> – pouze manuální aktivace ZOKT

<sup>2</sup> – např. ESFR 68 °C, ZOKT 141 °C

## 2.8.2 Strhávání kouřové vrstvy k podlaze

Při požáru vzniká v zasaženém prostoru teplá kouřová vrstva, která je v důsledku skrápění prostoru kapičkami vody narušovaná. V tomto důsledku dochází ke značnému klesání kouřové vrstvy k podlaze v místě aktivovaných hlavice, což je často nazýváno jako „smoke logging” neboli strhávání kouře.

Aktivace SHZ má tedy velký vliv na pohyb kouře v kouřové sekci, popř. požárním úseku, proto je velice důležité sledovat a následně správně popsat interakci kouřové vrstvy s hasicím systémem v případě požáru (20). Ideální interakci mezi těmito PBZ je možné hledat pomocí počítačových simulací. Míra strhávání kouře k podlaze je ovlivněna chladícím efektem vody a fyzikálními vlastnostmi vodních kapek a je závislá na:

- tlaku vody vytékající z hlavice SHZ,
- rychlosti vody vytékající z hlavice SHZ,
- velikosti kapek vody vytékající z hlavice SHZ.

Při posouzení stability kouřové vrstvy je jako kritérium stability důležitý poměr odporových sil kapek vody při pohybu k podlaze ku vztlaku teplých částí kouře („drag-to-buoyancy” - D/B). Pokud je hodnota D/B větší než jedna (odporové síly jsou větší než vztlakové), je narušena stabilita akumulární vrstvy kouře (21).

Obecně se dá říci, že čím je vyšší tlak, rychlost a velikost kapek vody, tím více je narušována vrstva kouře, která v důsledku jejich působení klesá k podlaze. Pokud dojde ke snížení kouřové vrstvy až do takové výšky nad podlahou, ve které se pohybují unikající osoby, může to být velice nebezpečné nejen pro tyto osoby, ale i pro zasahující hasiče. Strhávání kouře výrazně snižuje účinnost systémů pro odvod kouře a tepla a velmi nebezpečné je zejména při přirozeném odvodu kouře a tepla, protože se v jeho důsledku snižuje vztlak. Při

malém vztlaku kouře je obtížnější docílit požadovaný výkon přirozených ZOKT a tím zaručit udržení nezakouřené vrstvy.

### **2.8.3 Transport vodních kapek mimo ohnisko požáru**

Velikost kapek vody má velký vliv na hašení požárů, jak již bylo uvedeno v kapitole 2.6.2. Tak, jak jsou velké kapky vody nebezpečné pro strhávání kouřové vrstvy k podlaze, tak malé kapky jsou zase náchylné k vychýlení mimo ohnisko požáru. Tento jev může nastat především při současném návrhu nuceného ZOKT a sprinklerového SHZ s malými kapkami vody nebo mlhového SHZ, kdy je ZOKT navrženo s velkými odvodními rychlostmi. Vodní kapky o malém průměru lze tímto způsobem transportovat mimo požár v závislosti na jejich velikosti, návrhové rychlosti odvodních ventilátorů a jejich poloze vůči aktivovaným hlavicím SHZ. Zejména z tohoto důvodu je kombinace vysokotlakých mlhových SHZ se systémem ZOKT možná bez průkazné zkoušky pouze při manuální aktivaci ZOKT.

### **2.8.4 Aktivace sprinklerových hlavic mimo ohnisko požáru**

Jak již bylo zmíněno, teplá kouřová vrstva vznikající při požáru v podstřešních nebo podstropních prostorech má vliv na aktivaci hlavic SHZ umístěných v tomto prostoru. Zejména při aktivaci nuceného ZOKT s odvodními otvory mimo místo požáru dochází k transportu teplé kouřové vrstvy k těmto otvorům. Vlivem tohoto transportu proudí teplý kouř kolem hlavic umístěných mimo ohnisko požáru, přičemž může dojít k jejich aktivaci. Aktivací zvýšeného počtu hlavic, a tím zvýšením požadavků na přítok vody v těchto místech soustavy, může dojít ke snížení hasební schopnosti hlavic nad ohniskem požáru. Z těchto důvodů je vždy nutné individuálně posoudit kombinaci nuceného ZOKT a SHZ.

## 3 Návrh a posouzení interakce SHZ a ZOKT

### 3.1 Úvod

Pro ověření funkce a vzájemné interakce za požáru byl navržen prostor skladovací haly (viz kapitola 5), chráněný sprinklerovým SHZ a ZOKT s přirozenou funkcí. Tento model byl vytvořen z důvodu sledování a popsání rozdílů v chování požáru vlivem návrhu PBZ s různými typy interakce.

### 3.2 Princip modelu

Modelování požárních scénářů proběhlo pomocí CFD (Computational Fluid Dynamics) modelů. Tyto modely jsou založeny na principu dynamického proudění tekutin. Za tekutinu je při požáru považovaná dynamicky proudící směs vzduchu, kouře a plynných zplodin hoření, jejichž pohyb je iniciován vlivem tepelného účinku požáru. Přesnost výsledků simulací je závislá zejména na relevantnosti vstupních dat. Vstupní data popisující průběh požáru lze do programu FDS zadávat dvěma rozdílnými způsoby.

Jednou z možností zadávání vstupních dat je popsání požáru pomocí rychlosti uvolňování tepla tzv. HRR. Takto lze popsat konkrétní hořlavé materiály vyskytující se v modelu. Hodnoty HRR jsou měřeny v tzv. kalorimetrech a je možnost získat jak hodnoty jednotlivých materiálů (dřevěný obklad, polystyren), tak i celých sestav (automobil, obytný pokoj). Nevýhodou takto získaných hodnot je závislost rychlosti uvolňování tepla na konkrétních podmínkách při spalování materiálu v kalorimetru (např. přístup vzduchu, orientace předmětu vůči okolí).

Druhou a obtížnější možností zadávání vstupních dat pro průběh hoření je metoda pomocí přímého výpočtu kinetiky hoření v průběhu hoření daného materiálu. Tyto hodnoty jsou určovány laboratorně. Při využití takto definovaného požáru se výrazně prodlužuje čas simulace, ale můžeme ho považovat za přesnější z uvedených dvou variant (22).

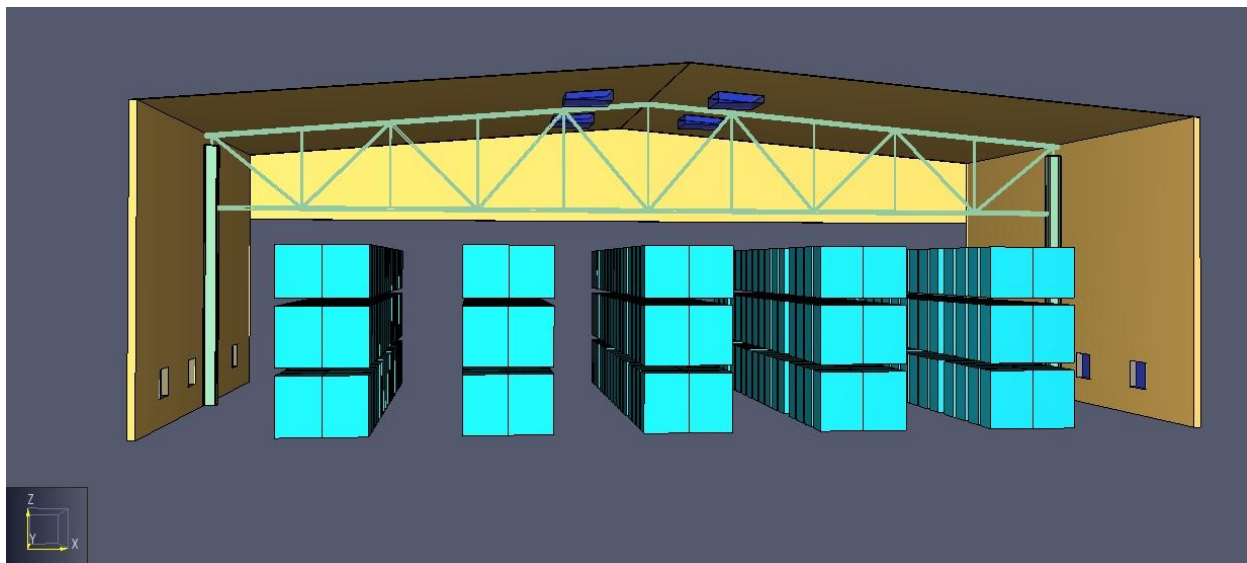
### 3.3 Použitý software

Pro modelování, výpočet a zobrazení výsledků modelu řešeného prostoru s níže uvedenými požárními scénáři byl použit následující software.

#### Pyrosim

Pyrosim (pre-procesor) slouží jako grafické uživatelské rozhraní pro vytvoření zdrojového kódu a zajištění podpory práce s programem FDS. V programu jsou také uloženy základní knihovny pro zadávání materiálů, povrchů, detektorů a dalších zařízení. Program slouží rovněž k zobrazování a exportování výstupů v grafech (HRR, výška kouřové vrstvy,...). Pomocí programu Pyrosim lze spustit výpočet v programu FDS, k čemuž byl program také využit. Pro potřeby této práce byla získána studentská licence k momentálně nejnovější verzi

2016.2.092. Na Obr. 16 je znázorněn celý prostor kouřové sekce i s příhradovým vazníkem a sloupy.



Obr. 16 – Kouřová sekce vymodelovaná v programu Pyrosim

### FDS

FDS je volně dostupný výpočetní program (procesor) vyvinutý americkou organizací NIST (National Institute of Standards and Technology). Výpočet probíhá pomocí čtení dat ze zdrojového kódu. K výpočtu byla použita aktuálně nejnovější verze 6.5.2 a z důvodu práce v programu Pyrosim, který podporuje pouze starší verzi, byla použita i verze 6.5.1.

```
C:\Users\dobes\Documents\Vypoc PMMA\PM... - [x]
Mesh 1 is assigned to MPI Process 0
Mesh 2 is assigned to MPI Process 0
Mesh 3 is assigned to MPI Process 0
Mesh 4 is assigned to MPI Process 0
Mesh 5 is assigned to MPI Process 0
Mesh 6 is assigned to MPI Process 0
OpenMP thread 0 of 3 assigned to MPI process 0
OpenMP thread 1 of 3 assigned to MPI process 0
OpenMP thread 2 of 3 assigned to MPI process 0
Completed Initialization Step 1
Completed Initialization Step 2
Completed Initialization Step 3
Completed Initialization Step 4
Fire Dynamics Simulator
Current Date : January 2, 2017 12:51:01
Version : FDS 6.5.2
Revision : 81c7219-94e9183f
Revision Date : Wed Aug 24 16:23:46 2016 -0400
Compilation Date : Wed 08/24/2016 10:28 PM
MPI Enabled; Number of MPI Processes: 1
OpenMP Enabled; Number of OpenMP Threads: 4
MPI version: 3.0
MPI library version: Intel(R) MPI Library 5.1.3 for Windows* OS
Job TITLE : PMMA_SPRK
Job ID string : PMMA_SPRK
Time Step: 1 Simulation Time: 0.10 s
Time Step: 2 Simulation Time: 0.20 s
Time Step: 3 Simulation Time: 0.30 s
```

Obr. 17 – Průběh výpočtu v programu FDS 6.5.2

### Smokeyview

Je výstupní program (post-processor), který slouží pro čtení a zobrazení výsledků z výstupních souborů z programu FDS. Výsledné hodnoty požárního modelu se zobrazují pomocí animací. Smokeyview je stejně jako FDS vyvíjen organizací NIST a je volně šířitelný a

dostupný v balíčku s programem FDS. K zobrazení výsledů byla použita aktuálně nejnovější verze 6.3.12.

### 3.4 Použitý hardware

Pro výpočet CFD simulace v FDS jsou obecně doporučovány přístroje s procesory o minimální frekvenci 1 GHz a alespoň 512 MB operační paměti. Od rychlosti procesoru se odvíjí výpočetní čas, zatímco velikost operační paměti ovlivňuje počet použitých buněk v modelu (23). Z důvodů časové náročnosti byly pro výpočty použity dva počítače. Tyto počítače disponovaly parametry:

- PC 1: procesor – Intel Xeon X3440 (4 fyzická jádra), 2,53 GHz, operační paměť – 8,0 GB, operační systém Windows 7 Professional, 64-bit;
- PC 2: procesor – Intel Xeon E5-1650 (6 fyzických jader), 3,2 GHz, operační paměť – 16,0 GB, operační systém Windows 8.1 Enterprise, 64-bit.

### 3.5 Požární scénáře

Tématem práce je interakce SHZ a ZOKT. K tomuto účelu byla navržena skladovací hala vybavena požárně bezpečnostním zařízením – sprinklerovým SHZ, ZOKT, EPS. K porovnání sloužil návrh téže haly s absencí PBZ. Požární scénáře vycházejí z volby jedné z nejnepříznivějších variant požáru – umístění iniciátoru pod paletou s PMMA uprostřed haly pod příhradovým vazníkem.

Modelovány byly 4 požární scénáře:

Požární scénář 1 – Skladovací hala bez PBZ

Požární scénář 2 – Skladovací hala vybavena PBZ s primární aktivací SHZ

Požární scénář 3 – Skladovací hala vybavena PBZ s primární aktivací SHZ

Požární scénář 4 – Skladovací hala vybavena PBZ s primární aktivací ZOKT

### 3.6 Okrajové podmínky

K zahájení hoření slouží iniciační zdroj, který působením na skladovaný hořlavý materiál započne proces hoření. Iniciační zdroj je umístěn na podlaze v místech pod příhradovým vazníkem (viz Obr. 21). Počáteční teplota vzduchu je 20 °C. Při požáru se nepředpokládá jiný zásah k jeho potlačení než navrženými PBZ. Jelikož v modelech není zjišťována teplota konstrukcí, jsou stěny, podlaha a střešní konstrukce vytvořeny z inertních materiálů. Inertní povrchy nereagují s okolním prostředím, umožňují absorpci tepla, ale jejich teplota se nemění.



### 3.6.1 Výpočetní síť

Výpočetní oblast musí vždy obsahovat minimálně jednu prostorovou výpočetní síť, která je rozdělena pomocí trojrozměrných (krychlových) kontrolních buněk neboli ok. V programu FDS lze modelovat pouze pravoúhlou výpočetní síť, tvořenou rovnoběžnými přímkami. V každé buňce probíhá výpočet, který řeší rovnice zachování energie, hmoty, chemických látek a hybnosti. Velikost buněk výpočetní sítě se projevuje v přesnosti a rychlosti výpočtu. V závislosti na velikosti buněk sítě se také určují základní rozměry prostoru a umístění měřicích zařízení či rovin, aby byly tyto konstrukce programem rozpoznány. Čím jemnější je síť, tím přesnější, ale také časově náročnější je výpočet. V některých případech je při hrubé výpočetní síti složité dosažení reálné situace při požáru.

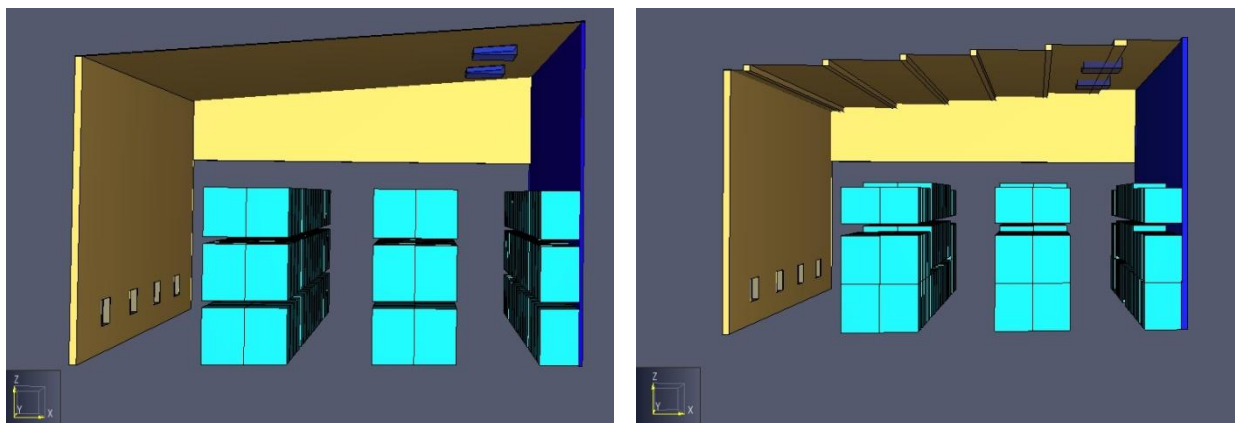
Potřebnou jemnost výpočetní sítě lze stanovit výpočtem nebo pomocí volně dostupných výpočetních kalkulaček v závislosti na poměru charakteristického průměru požáru  $D^*$  a velikosti výpočetní buňky  $\delta_x$ , který by se měl pohybovat optimálně mezi 4 až 16. Pro určení velikosti ok sítě byl použit webový kalkulačtor dostupný z <http://www.koverholt.com/fds-mesh-size-calc/>. Tento kalkulačtor na základě velikosti výpočetní oblasti a tepleného výkonu požáru vypočítá jak  $D^*$ , tak i velikost ok pro hrubou, střední a jemnou síť ( $D^*/\delta_x = 4; 10; 16$ ). Zjištění požadovaných parametrů probíhá na základě rovnice (1):

$$\frac{D^*}{\delta_x} = \frac{\left( \frac{Q}{\rho_\infty \cdot c_p \cdot T_\infty \cdot \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}}}{\delta_x} \quad (1)$$

Do rovnice (1) byly dosazeny hodnoty včetně rychlosti uvolňování tepla ( $Q$ ), která byla zjištěna pomocí zkušebního výpočtu modelu.

$$\frac{D^*}{\delta_x} = \frac{\left( \frac{7000}{1,204 \cdot 1,005 \cdot 293 \cdot \sqrt{9,81}} \right)^{\frac{2}{5}}}{0,2} = \frac{2,09}{0,2} = 10,44$$

Z výpočtu plyne, že pro model je zvolená velikost buněk s hranou 20 cm vyhovující (střední velikost). Jelikož jsou buňky výpočetní sítě z důvodů zjednodušení pouze čtvercové nebo obdélníkové, je v modelu šikmá střecha nahrazená několika uskočeními (Obr. 18). Z důvodu velké náročnosti na technické prostředky k výpočtu celého prostoru skladovací haly byla modelována pouze jedna kouřová sekce. V kouřové sekci byl také vynechán příhradový vazník, jelikož k jeho zobrazení a uvažování programem při výpočtu by musela být navržena velmi jemná síť s velikostí buněk maximálně 1 cm. I v případě vytvoření takové sítě pouze v nejbližším okolí vazníku by radikálně vzrostl počet buněk výpočetní sítě a s ním i čas výpočtu, který by se pohyboval v řádu měsíců.

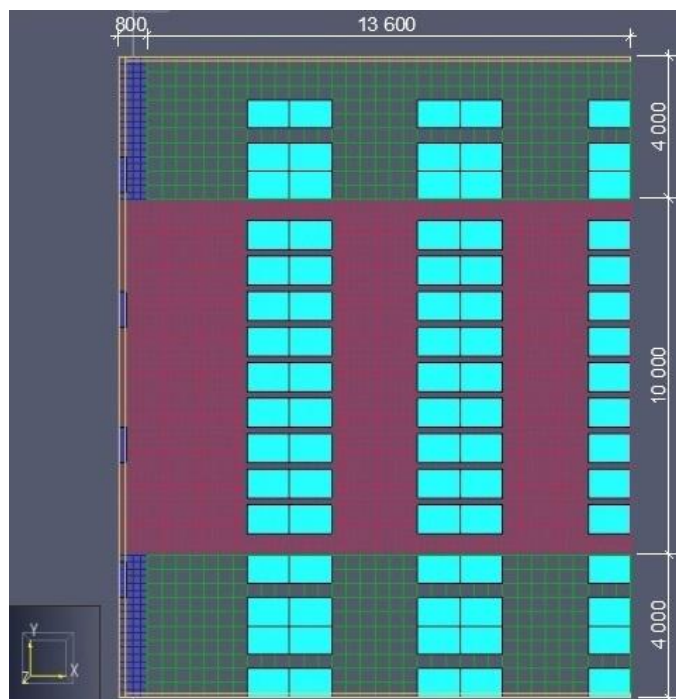


a)

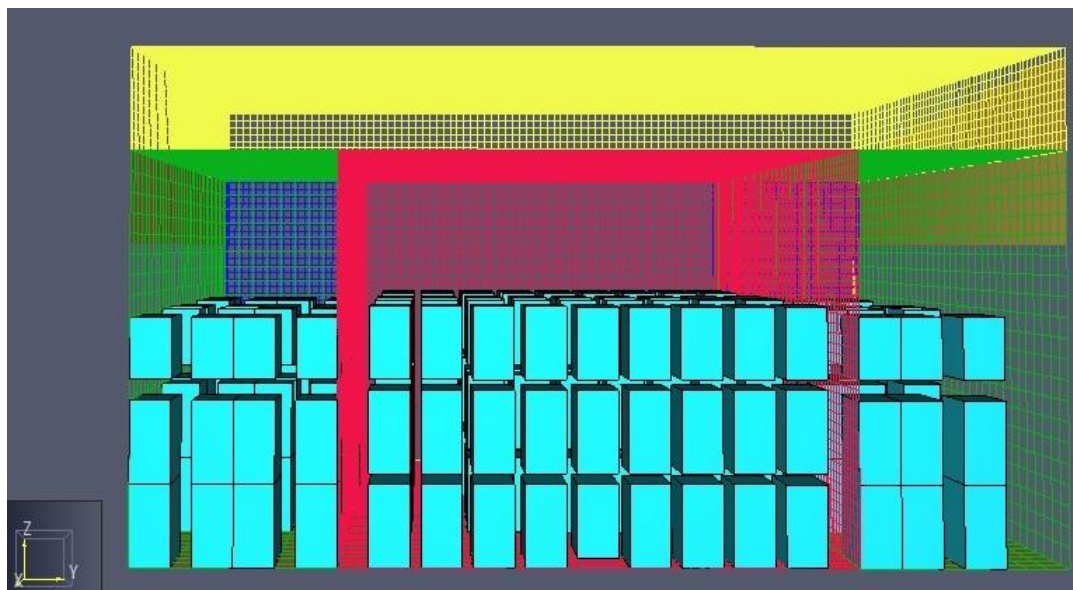
b)

Obr. 18 – Zobrazení výpočetního prostoru v Programu Pyrosim: a) bez úprav výpočetní sítě; b) v závislosti na velikosti ok sítě

Výpočetní oblast všech modelovaných požárních scénářů byla rozdělena na 6 sítí. Tyto sítě jsou na Obr. 19 a Obr. 20 rozlišeny barevně. Sítě na okrajích modelu (na Obr. 19 a Obr. 20 zeleně) byly z důvodu urychlení výpočtu zvoleny s velikostí buněk 0,4 x 0,4 x 0,4 m. Ostatní sítě jsou o velikosti hrany 0,2 m. Celá výpočetní oblast byla rozdělena na 228 800 buněk.



Obr. 19 – Rozmístění výpočetních sítí v prostoru modelu



Obr. 20 – Zobrazení výpočetních sítí v 3D pohledu

### 3.7 Simulace iniciace a hořlavého materiálu

Způsob iniciace je zvolen hořákem o ploše 0,4 x 0,8 m s definovanou rychlostí uvolňování tepla na jednotku plochy (HRRPUA – Heat Release Rate Per Unit Area). Maximální hodnota HRRPUA iniciačního hořáku je 1 500 kW/m<sup>2</sup> (frakce 1,0), která je dosažena mezi 15 – 40 s. Průběh rychlosti uvolňování tepla hořáku v závislosti na čase je v požárních simulacích pevně určen (Tabulka 3). Jelikož lze v programu FDS pro jeden model simulovat pouze jeden typ hoření plynného paliva, probíhá při zapálení hořáku hoření plynné fáze PMMA, které probíhá i následně při generování plynů z povrchů skladovaného materiálu.

Tabulka 3 – Průběh výkonu iniciačního hořáku

Čas [s]	Frakce
0	0,0
6	0,4
9	0,6
10	0,8
15	1,0
30	1,0
40	0,5
60	0,0

#### 3.7.1 Požárně technické charakteristiky PMMA

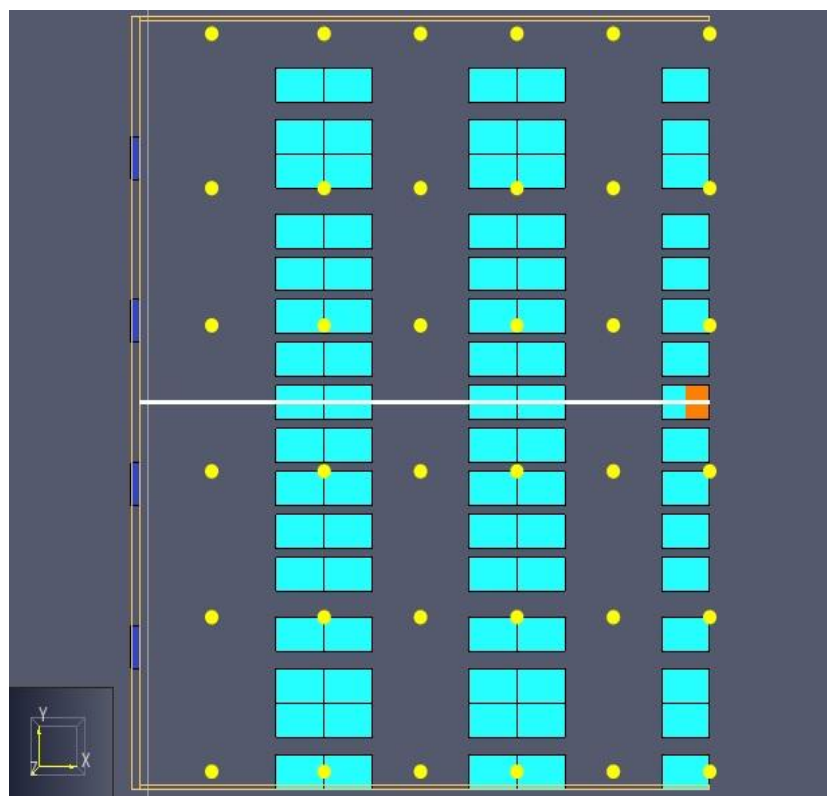
V modelovaném požárním úseku je na paletách skladován polymethylmetakrylát (PMMA), neboli akrylátové či organické sklo (plexisklo). Tento materiál se řadí mezi syntetické polymery s vlastnostmi termoplastů. Z důvodů hořlavosti materiálu byl PMMA v minulosti často využíváný pro požárně technické výzkumy, a proto jsou jeho vlastnosti potřebné pro

relevantní popsání v simulaci relativně dostupné. V modelu byly polymethylmetakrylátové tabule popsány pomocí materiálových charakteristik a na nich závislých parametrech hoření dané látky. Palety s hořlavým materiálem (PMMA) jsou o rozměrech 1,2 x 0,8 x 1,6 m. Tyto palety jsou v prostoru umístěny ve třech výškových úrovních až do výšky 5 m. Samotné hoření polymethylmetakrylátu je v modelu řešeno pomocí přímého výpočtu kinetiky hoření a pyrolýzy. Při procesu pyrolýzy probíhá přeměna základního hořlavého materiálu (PMMA) přímo na plynné složky. Následuje hoření plynných produktů pyrolýzy a vytváření zplodin hoření.

Požárně technické parametry potřebné pro modelování hoření PMMA byly použity z publikací (1) a (24), ve kterých jsou uvedeny potřebné hodnoty pro popsání jeho hoření. Materiál byl v publikaci (1) podroben individuální termogravimetrické analýze, kterou se zjišťují reakční parametry při zahřívání daného materiálu. V této publikaci bylo otestováno 5 vzorků z PMMA, které byly zahřívány lineárně se zvyšující teplotou o 5 °C/min. Při testech byly sledovány parametry, jakými jsou úbytek hmotnosti v čase, reakční rychlost termo-oxidační reakce a jí odpovídající referenční teplota a rychlost. Pro popis procesu hoření v modelu byla z těchto testů využita referenční teplota, která je nejdůležitějším parametrem ovlivňující kinetiku hoření. Tato teplota, která se často chybně zaměňuje s teplotou vzplanutí, vyjadřuje teplotu, při níž dochází k nejvyšší rychlosti úbytku hmotnosti. Použitá hodnota referenční teploty byla 306 °C, což odpovídá zaokrouhlené průměrné hodnotě zjištěné z uvedených testů. Zbylé hodnoty potřebné pro konkrétnější popsání pyrolýzy PMMA, jako je např. reakční teplo (Heat of Reaction), aktivační energie (koeficient E) a pre-exponenciální faktor (koeficient A), byly použity na základě dat z (24). Zplodiny hoření vyvíjené při požáru PMMA byly do programu dosazeny z publikace SFPE Handbook of Fire Protection Engineering (25).

### **3.8 Typ navržených sprinklerových hlavic**

Pro modelový příklad byly použity závěsné hlavice Victaulic V3423. Jejich parametry odpovídají hodnotám z technického listu (viz Příloha 4). Rozmístění hlavic, které jsou na Obr. 21 znázorněny žlutě, je standardní ve vzdálenosti 2,4 x 3,4 m mezi sebou a max 1,4 m od stěn. Návrh sprinklerového SHZ je proveden v kapitole 5.2.



Obr. 21 – Rozmístění sprinklerových hlavic

V požárních scénářích s navrženým sprinklerovým SHZ, byly sprinklerovým hlavicím přiřazeny následující parametry:

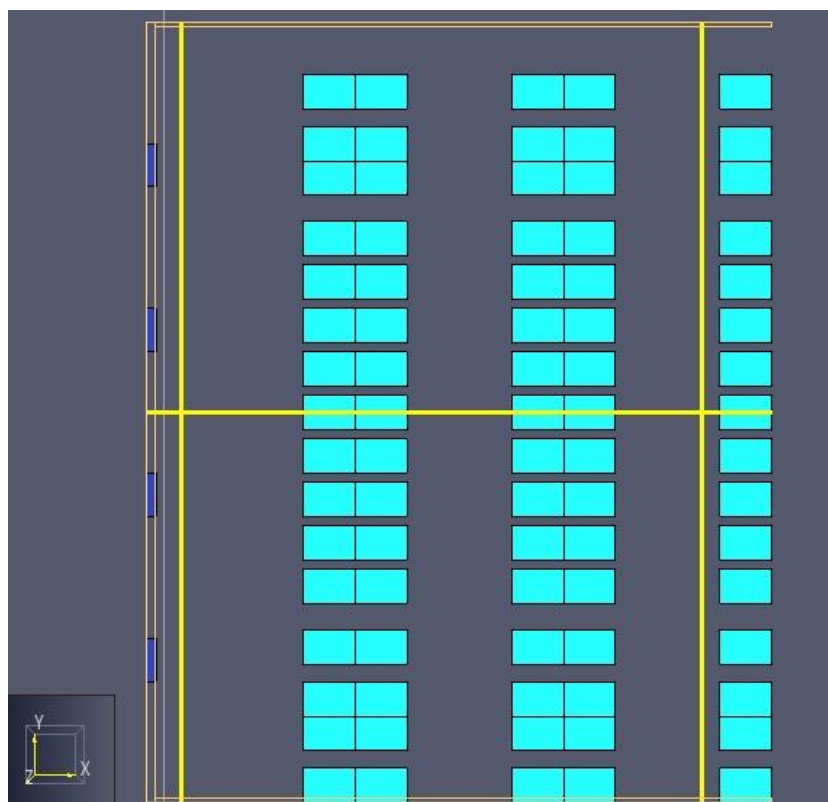
- K faktor: 115;
- aktivační teplota: 68 °C;
- velikost otvoru: 14 mm;
- rychlost tepelné odezvy: Standardní (RTI – 100);
- součinitel vodivosti: 1,0;
- počet kapek/sekunda: 5 000;
- úhel vodního kužele od svislice: 60 – 75 °.



Obr. 22 – Navržená sprinklerová hlavice

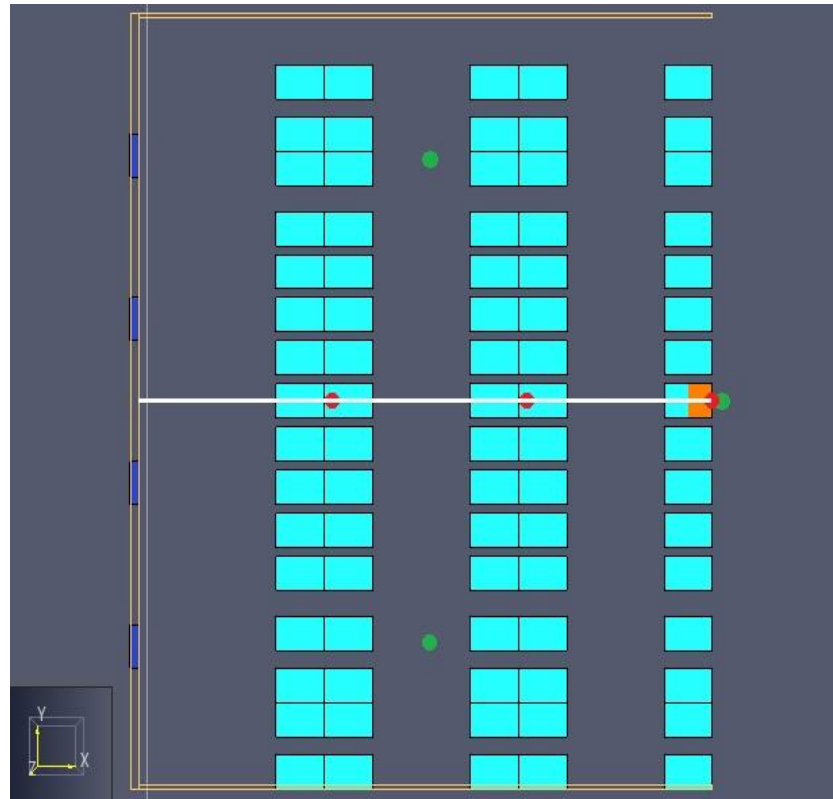
### 3.9 Měřicí zařízení a čidla

Modelovaný prostor je vybaven ionizačními kouřovými čidly, čidly pro měření teploty plynů, výšky kouřové vrstvy a její teploty. Dále jsou v prostoru umístěny výpočetní roviny pro ověřování teplot plynů a rychlosti proudění vzduchu. Umístění výpočetních rovin v prostoru je znázorněno žlutě na Obr. 23. U oken v obvodové stěně je umístěna výpočetní rovina, která slouží k ověření rychlosti proudění vzduchu do kouřové sekce těmito přívodními otvory pro ZOKT. Ostatní roviny slouží k zobrazení teploty plynů.



Obr. 23 – Umístění výpočetních rovin

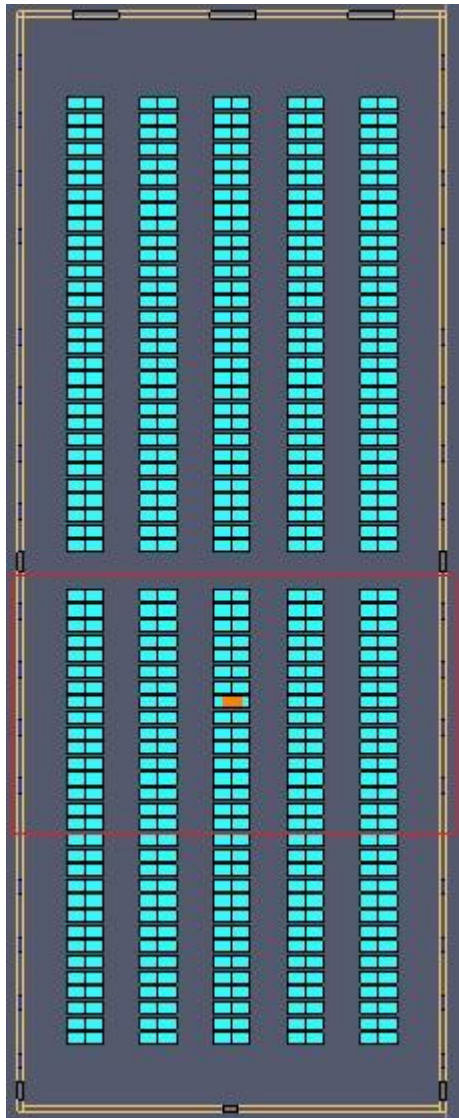
Teplotní čidla pro stanovení teploty plynů jsou umístěna pod dolním pásem příhradového vazníku ve výšce 6,2 m. Rozmístění teplotních a kouřových čidel v modelovaném prostoru je znázorněno na Obr. 24, kde jsou zeleně označena kouřová čidla a červeně teplotní čidla umístěná pod příhradovým vazníkem, který je naznačen bílou úsečkou. Oranžový obdélník značí umístění iniciačního hořáku. Ionizační kouřová čidla jsou umístěna pod střešní konstrukcí ve vzdálenostech 7 x 5,6 m. V každé kouřové sekci je navrženo 5 kouřových čidel.



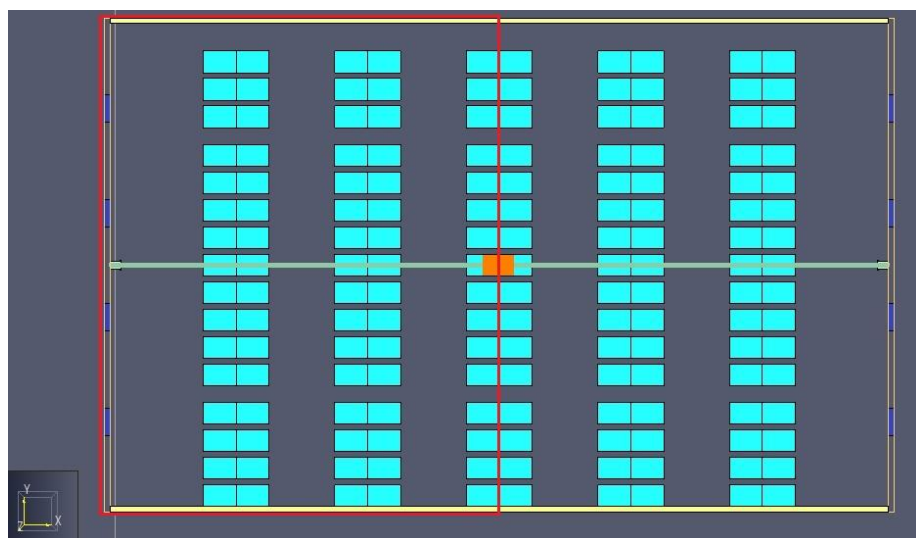
Obr. 24 – Rozmístění čidel

### 3.10 Požární scénáře

Simulační modely z důvodu urychlení výpočtu tvoří jedna kouřová sekce o rozměrech 28,4 x 18 m (na Obr. 25 vyznačena červeně), rozdělena na polovinu podle své podélné symetrické osy (červeně na Obr. 26 – Rozdělení kouřové sekce pro CFD model Obr. 26). V této ose je umístěna plocha s parametry MIRROR, která při výpočtu zrcadlí prostor se všemi jeho charakteristikami a pro výpočet uvažuje stejné podmínky jako v případě modelování celého prostoru.



Obr. 25 – Požární úsek skladovací haly s vyznačením kouřové ssekce

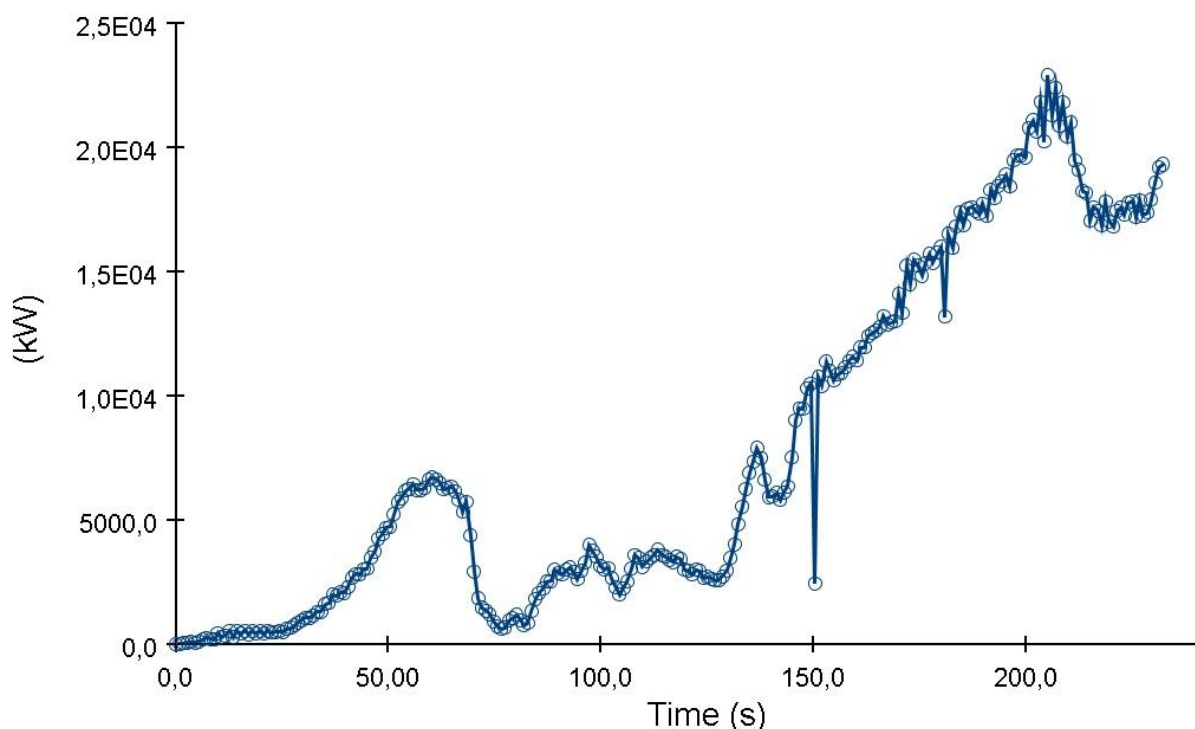


Obr. 26 – Rozdělení kouřové sekce pro CFD model



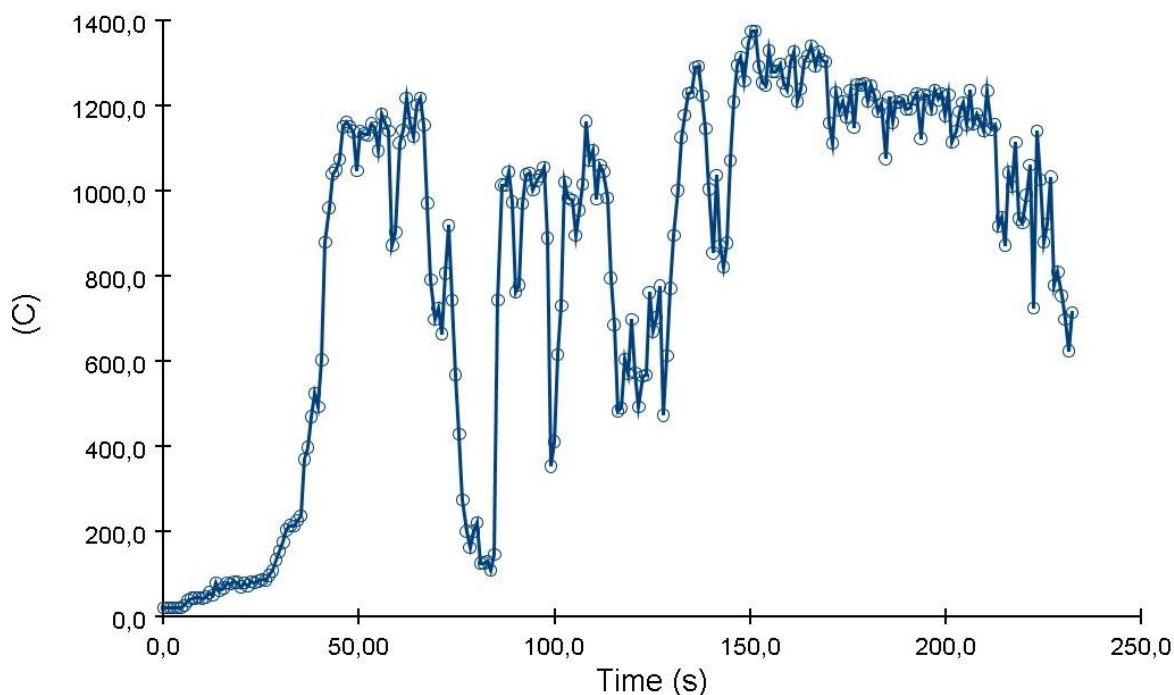
### 3.10.1 Požární scénář 1 – Skladovací hala bez PBZ

V požárním scénáři 1 není prostor skladovací haly chráněn žádným PBZ a simuluje tedy volně rozvíjející se požár. Tento scénář je vytvořen zejména pro ověření nutnosti návrhu SHZ a ZOKT v objektu skladovací haly a pro srovnání parametrů požáru s ostatními požárními scénáři, kde jsou PBZ navrženy. Jelikož je v požárních scénářích sledována i výška kouřové vrstvy, je pro zabránění okamžitého úniku kouře mimo výpočetní prostor model opatřen kouřovými přepážkami stejně jako u ostatních požárních scénářů. V obvodové stěně jsou umístěna čtyři okna o stejné velikosti jako u dalších požárních scénářů (1 x 0,8 m), která nejsou otvíravá. V případě, že by teplota na jejich povrchu dosáhla 300 °C, došlo by k jejich prasknutí.



Obr. 27 – Rychlost uvolňování tepla

Teploty plynu přímo nad požárem ve výšce příhradového vazníku dosahovaly již v padesáté vteřině teplot kolem 1000 °C. Jelikož byl tento požární scénář vytvořen z důvodu srovnání hodnot s ostatními požárními scénáři, proběhlo ukončení výpočtu v čase 250 vteřin.



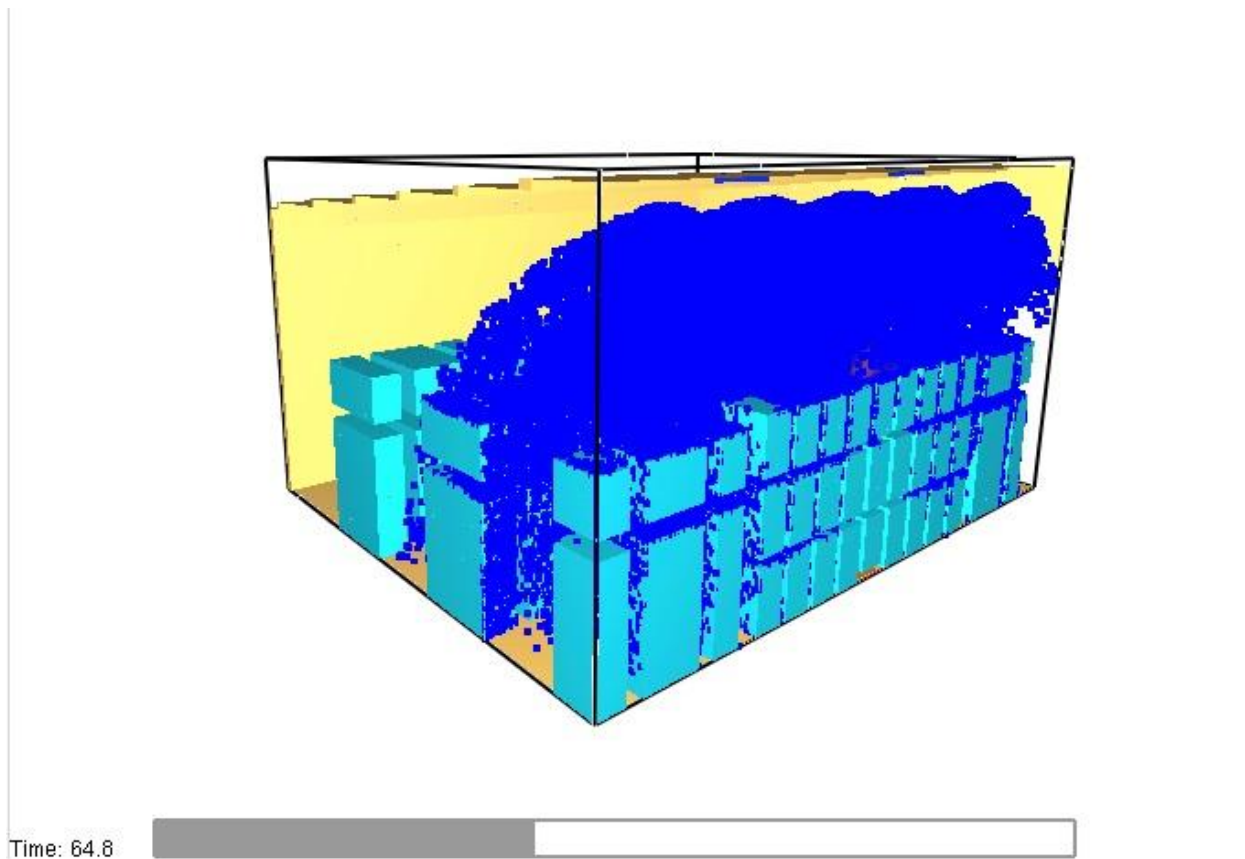
Obr. 28 – Vývoj teploty plynu nad požárem

### 3.10.2 Požární scénář 2 – Skladovací hala vybavena PBZ s primární aktivací SHZ

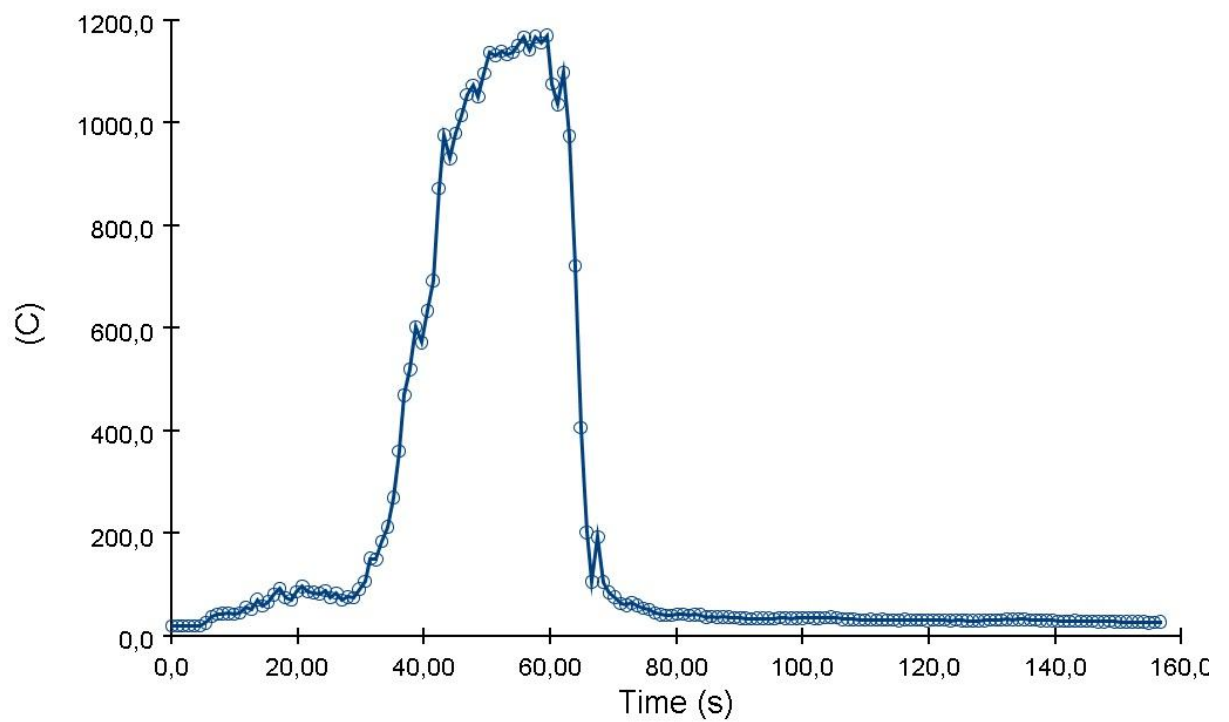
Požárním scénář 2 simuluje skladovací prostor chráněný sprinklerovým SHZ navrženým v souladu s ČSN EN 12845 (viz kapitola 5.2) a současně přirozeným ZOKT navrženým dle ČSN 73 0802, přílohy H (viz kapitola 5.3). V tomto prostoru je zvolena primární aktivace sprinklerového SHZ na základě aktivování sprinklerových hlavice s aktivací teplotou 68 °C. Aktivace ZOKT je z důvodu dodržení prioritní funkce sprinklerového SHZ nastavena se zpožděním 60 s po aktivaci první sprinklerové hlavice. Sprinklerové hlavice jsou nastaveny s tlakem na výstupu 0,5 bar a velikostí kapek vody 2 mm. V závislosti na tlaku vody a velikosti otvoru je rychlost vody 8,75 m/s.

#### 3.10.2.1 Dílčí závěr

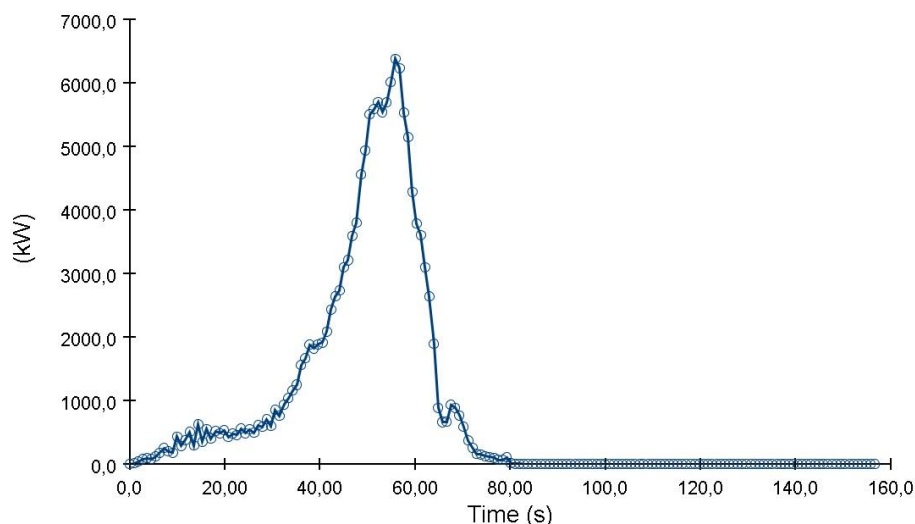
Z výsledků plyne, že aktivace první sprinklerové hlavice nastala v době 49 s. a od té doby můžeme sledovat snižování rychlosti uvolňování tepla. Tento jev je dobře patrný na Obr. 31. Při tomto požárním scénáři bylo aktivováno 8 sprinklerových hlavice (Obr. 29). Z důvodu uhašení požáru byl výpočet ukončen v čase  $t=150$  s. Teploty plynů i v tomto případě dosáhly 1000 °C, ale na rozdíl od požárního scénáře 1 těchto hodnot dosahovaly jen krátkodobě a po aktivaci sprinklerů došlo k jejich okamžitému snížení Obr. 30.



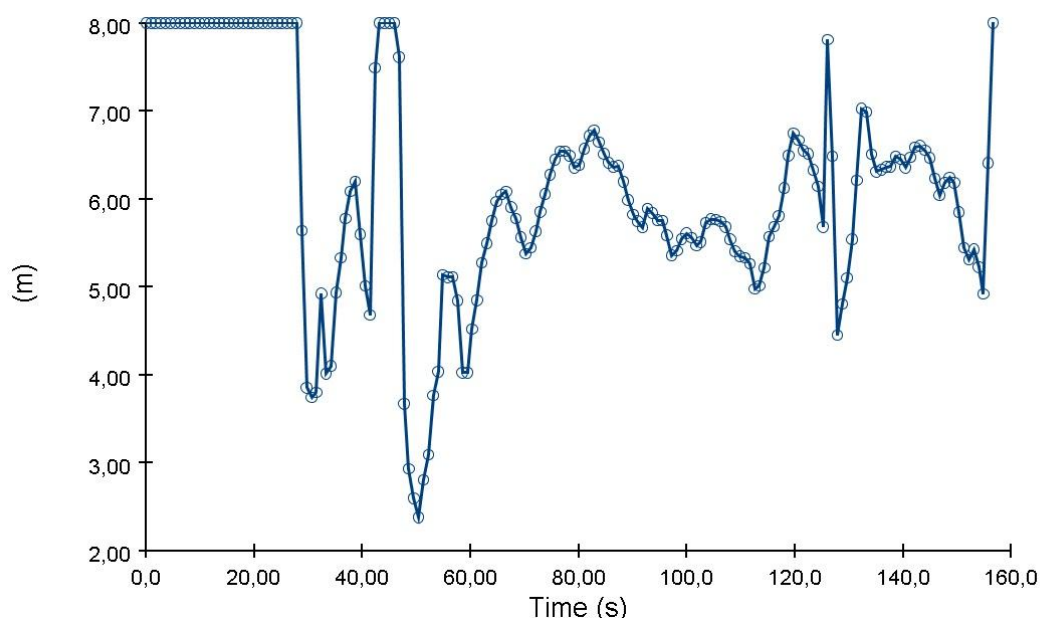
*Obr. 29 – Aktivace sprinklerových hlavíc*



*Obr. 30 – Vývoj teploty plynů nad požárem*



Obr. 31 – Rychlost uvolňování tepla



Obr. 32 – Výška kouřové vrstvy nad podlahou

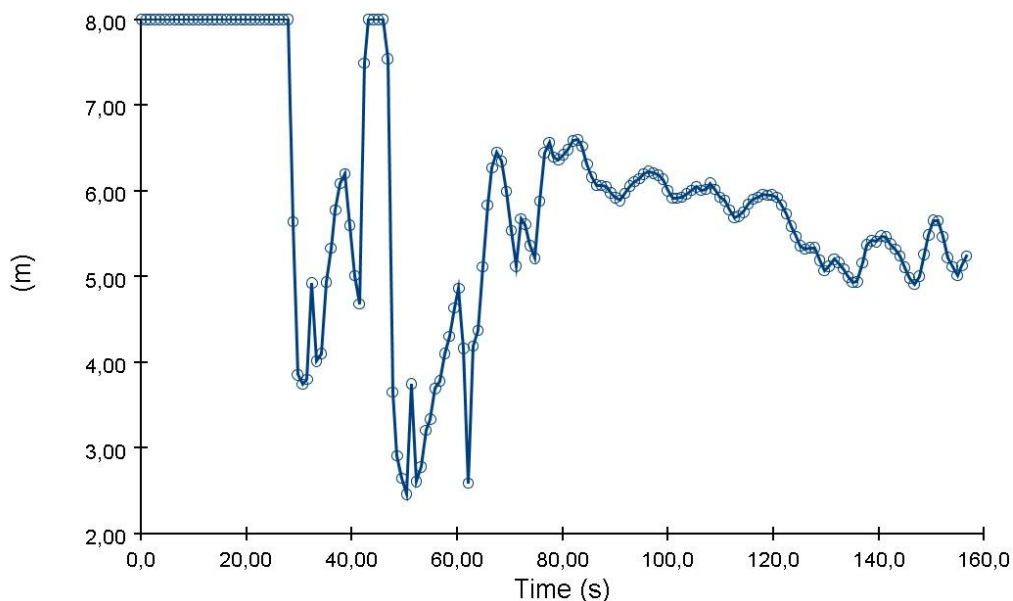
### 3.10.3 Požární scénář 3 – Skladovací hala vybavena PBZ s primární aktivací SHZ

Požární scénář 3 je založen na stejném principu jako požární scénář 1. Liší se pouze změnou některých parametrů sprinklerového SHZ. Z důvodu ověření prokázání vlivu velikosti, tlaku a rychlosti vodních kapek na kouřovou vrstvu byl v tomto požárním scénáři zvýšen tlak vody na výstupu hlavice na 1,5 bar a velikost kapek byla zvýšena na 3 mm. V důsledku zvýšení tlaku se zvýšila i rychlost vody na 15,2 m/s.

#### 3.10.3.1 Dílčí závěr

Z výsledků můžeme sledovat, vyšší míru strhávání kouře k podlaze vlivem aktivace SHZ. Tento jev je zpočátku patrný jen místně, ale v pozdějším čase nastává v celém prostoru jak je

patrné z porovnání Obr. 32 a Obr. 33, kdy se u požárního scénáře 2 pohybuje výška kouřové vrstvy mezi 6 až 7 metry, kdyžto v případě požárního scénáře 3 je to kolem 5 metrů.



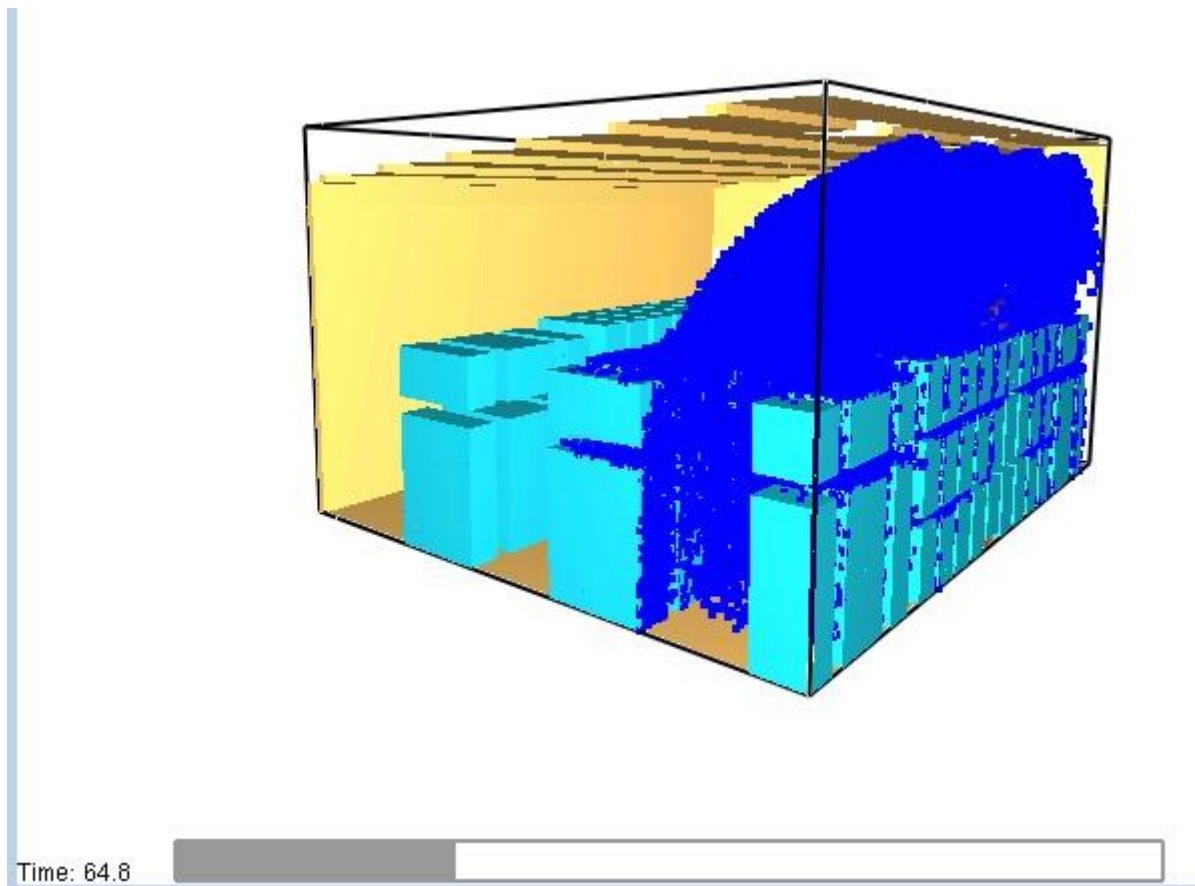
Obr. 33 – Výška kouřové vrstvy nad podlahou

### 3.10.4 Požární scénář 4 – Skladovací hala vybavená PBZ s primární aktivací ZOKT

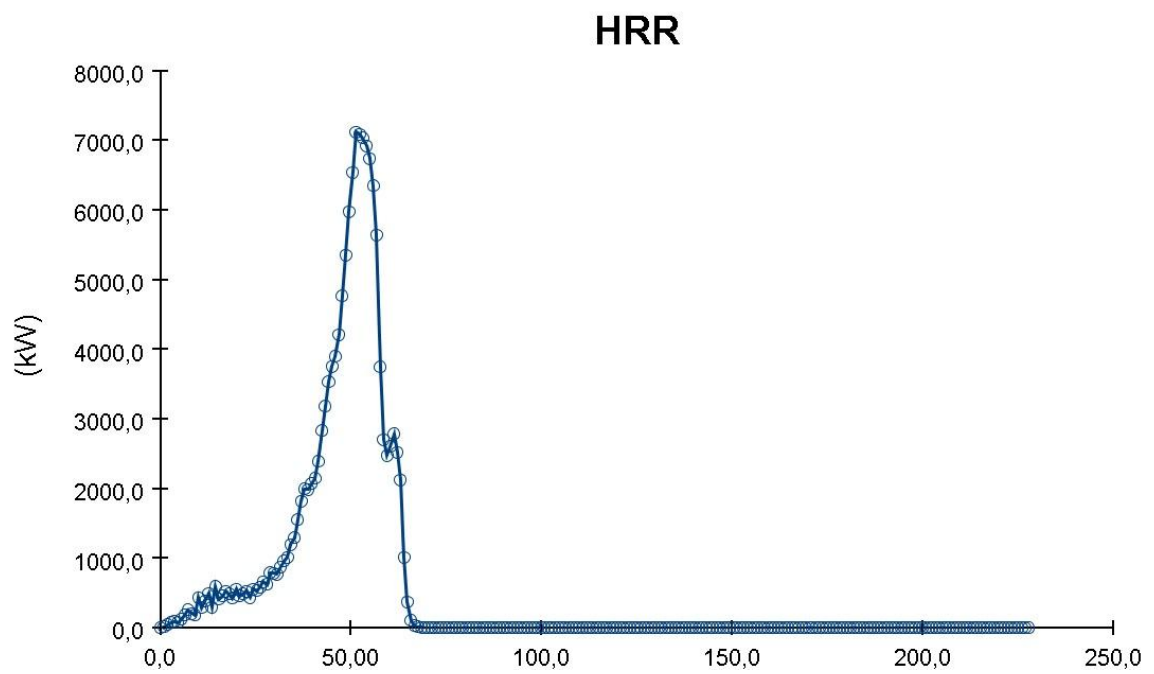
Při požárním scénáři 4 je sledován vliv primární aktivace přirozeného ZOKT před sprinklerovým SHZ. Aktivace ZOKT je na základě kouřových čidel a aktivace SHZ proběhne okamžitě po dosažení aktivačních teplot na hlavicích. Důvod navržení a modelování primární aktivace ZOKT v prostoru skladu je ověření vlivu primární aktivace ZOKT na podmínky vývoje a hašení požáru a sledování výšky kouřové vrstvy.

#### 3.10.4.1 Dílčí závěr

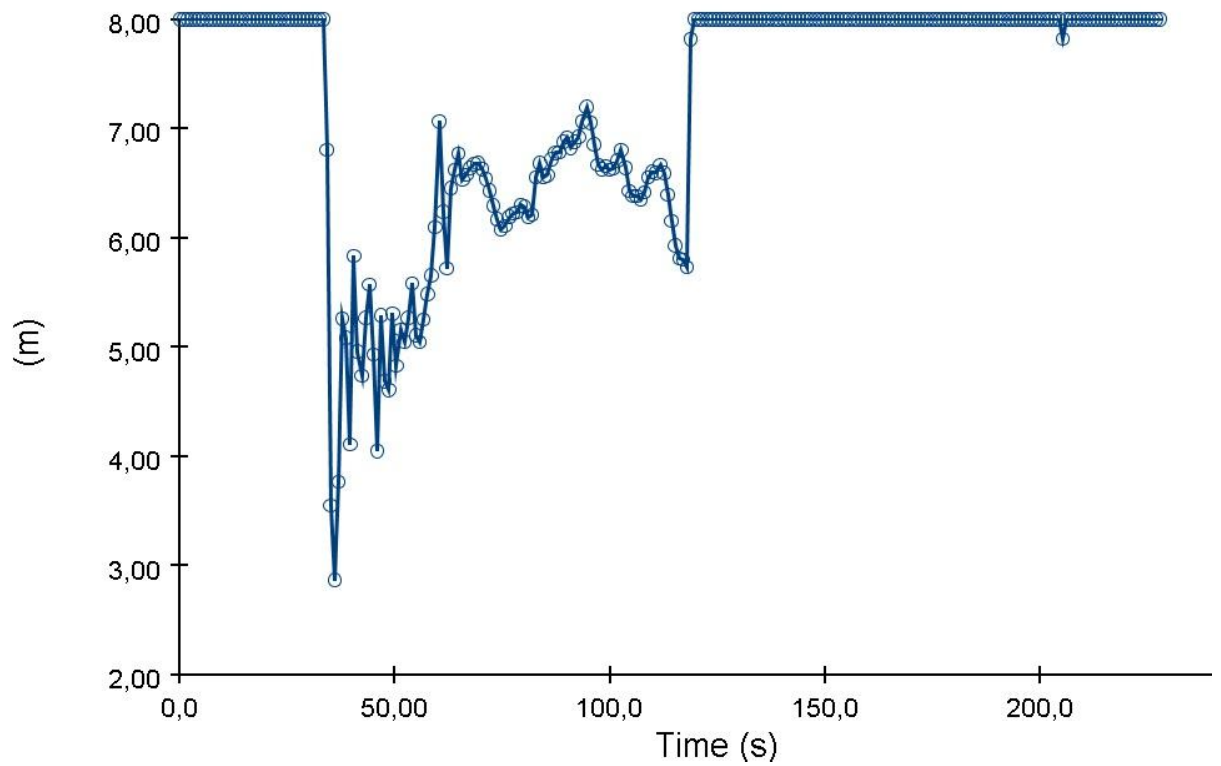
Čas aktivace první sprinklerové hlavice je stejný jako u požárního scénáře 1 a 2. Počet aktivovaných hlavice je v porovnání s těmito dvěma scénáři nižší viz Obr. 29 a Obr. 34. Výška kouřové vrstvy se po aktivaci SHZ pohybovala v požadované výšce (Obr. 36).



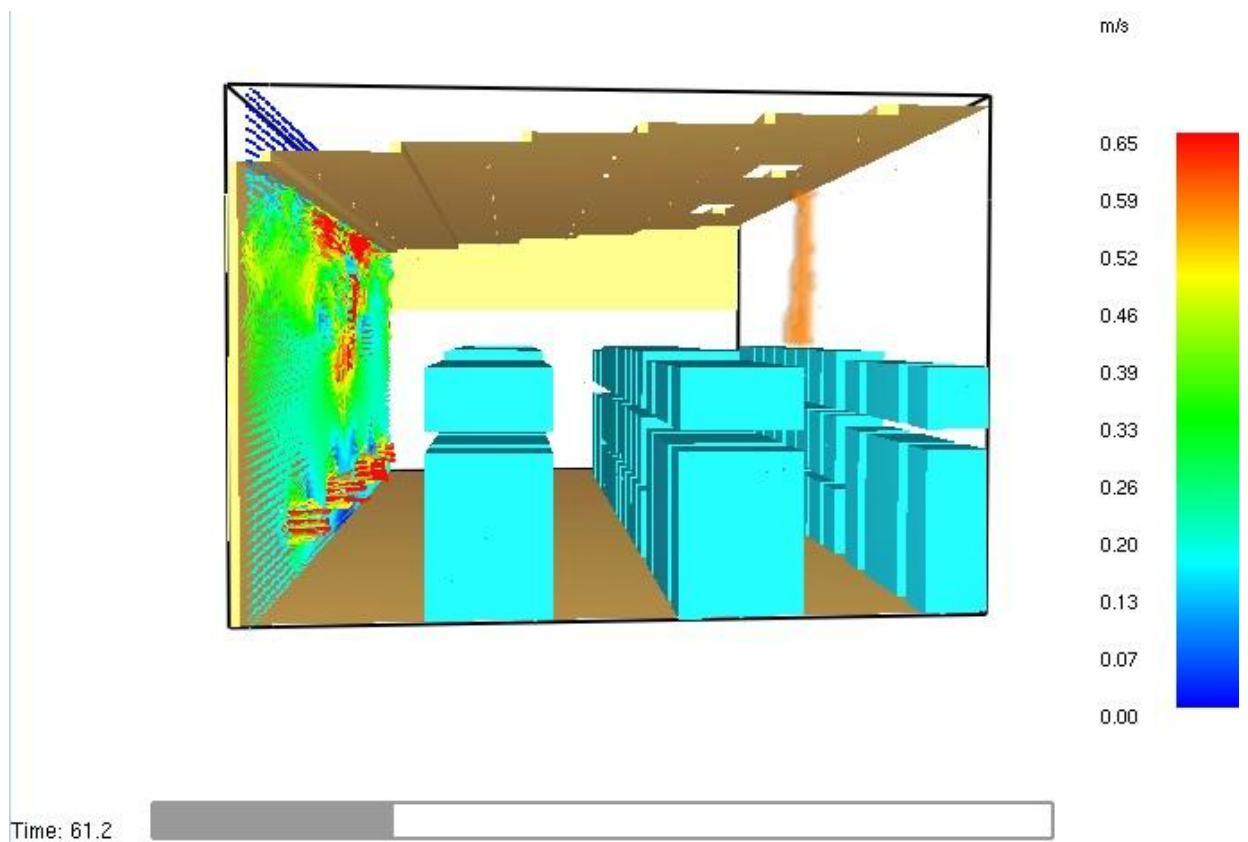
Obr. 34 – Aktivace sprinklerových hlavíc



Obr. 35 – Rychlost uvolňování tepla



Obr. 36 – Výška kouřové vrstvy nad podlahou



Obr. 37 – Rychlost proudění vzduchu přívodními otvory

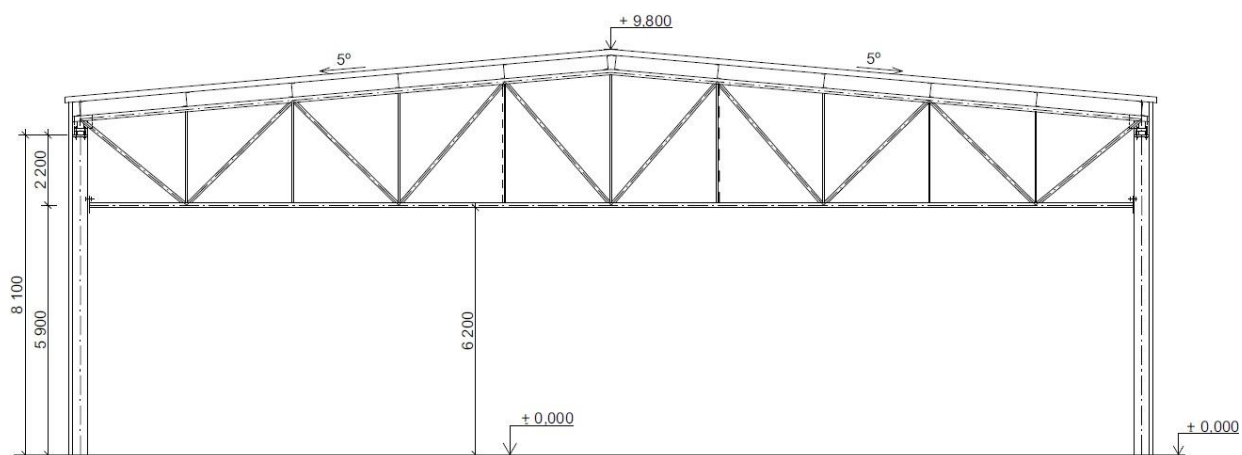
## 4 Model objektu

Jedná se o skladovací jednopodlažní ocelovou halu s půdorysnými rozměry 28,8 x 90,7 m. Objekt je zastřešen sedlovou střechou o sklonu 5°. Konstrukci střechy tvoří ocelový příhradový vazník z trubek (profil CHS) se střešním pláštěm ze sendvičových panelů Kingspan KS1000 FF tl 200 mm. Příhradový vazník je tvořen dolním a horním pásem z profilu CHS 139,7/6,3, diagonály jsou z profilu CHS 88,9/4,0 a svislé prvky z CHS 42,4/4,0. Svislé nosné konstrukce (sloupy) jsou navrženy z profilů HEA 400. Obvodové konstrukce jsou ze sendvičových izolačních panelů Kingspan KS1150 FR tl. 200 mm.

V objektu skladovací haly je vestavěná administrativní část s hygienickým zázemím o dvou nadzemních podlažích s půdorysnými rozměry 28,8 x 18,2 m. Tato část má nosné a požárně dělicí konstrukce nezávislé na konstrukcích skladu. Požárně dělicí a obvodové konstrukce jsou z keramických tvarovek tl. 300 mm. Stropní konstrukce je tvořena keramickými vložkami Miako a stropními nosníky POT. Celková šířka stropu je 250 mm.

Prostor skladu slouží pro uskladnění polymetylmakrylátových desek uložených v kartonových krabicích na dřevěných paletách, které jsou umístěny ve víceřadých regálech.

Výška objektu v úrovni hřebene je 9,8 m.



Obr. 38 – Schematický řez skladovací haly

### 4.1 Požadavky na PBZ

V objektu se mimo skladovací plochy, které tvoří samostatný PÚ, nachází také administrativní část se zázemím, která se vyskytuje na více než 15 % plochy skladu a musí tvořit samostatný požární úsek. Tento požární úsek musí mít nosné a požárně dělicí konstrukce zajišťující stabilitu těchto prostorů nezávislé na konstrukcích skladu. Objekt tedy tvoří 2 PÚ.

Skladová část je navržena pro skladování PMMA (polymetylmakrylátu - plexiskla). Tento materiál je skladován na dřevěných paletách ve víceřadých regálech hloubky 2,4 m. Mezi řadami regálů jsou uličky o šířce 2,4 m. Celková skladovací výška  $h_{sc}$  je 5 m.



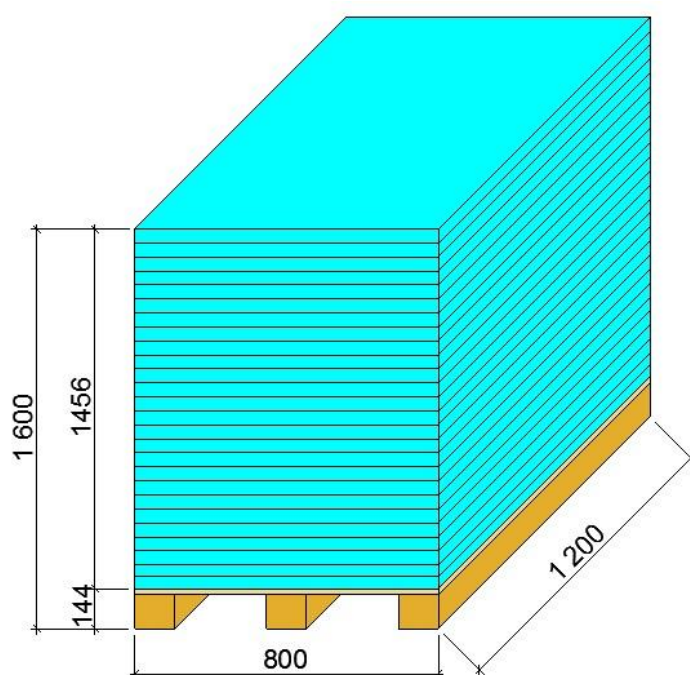
Objekt má nehořlavý konstrukční systém. Objekt je jednopodlažní a požární výška je tedy 0 m. Objekt byl posuzován v souladu s ČSN 73 0804 a ČSN 73 0845. SHZ je navrhováno pouze pro PÚ skladu, který je z těchto důvodů dále řešen.

Plocha požárního úseku skladu je  $2\,053,3\text{ m}^2$ . Požární úsek skladu je tedy navrhován v závislosti na (26) čl. 4.1 d).

Požární úsek administrativní části se zázemím N01.02 má plochu  $505,5\text{ m}^2$ .

- N01.01 – Sklad
- N01.02 – Administrativní část se zázemím

Rozměry palety s materiálem –  $1,2 \cdot 0,8 \cdot 1,6\text{ m}$  (viz Obr. 39)



Obr. 39 – Rozměry skladovaných palet s materiálem

#### Určení objemové hmotnosti prvků obsažených na paletě

- PMMA –  $1\,160\text{ kg/m}^3$  – objem na paletě ( $1,2 \cdot 0,8 \cdot 1,456$ )  
→  $1160 \cdot 1,4 = 1645\text{ kg/paleta}$
- Paleta –  $25\text{ kg/m}^3$  →  $25\text{ kg/paleta}$
- Karton –  $200\text{ g/m}^2$  ( $8\text{ m}^2$ ) →  $200 \cdot 8 = 1,6\text{ kg/paleta}$
- Folie –  $0,5\text{ kg/paleta}$

Tabulka 4 – Požárně technické charakteristiky skladovaných hořlavých látek

	$M_i$ [%]	$H_p$ [MJ/kg]	$K_i$ [-]	$m_i$ [kg/m <sup>2</sup> · min]
PMMA	98,4	27	1,6	1,45
Paleta (dřevo)	1,5	17	1,0	0,3
Karton	0,08	17	1,0	0,8
Folie	0,03	45	2,7	0,4
	$\Sigma 100$ %	$\bar{H}_p = 26,85$	$\bar{K} = 1,59$	$\bar{m} = 1,43$

#### Určení skupiny provozu skladu

Skupina provozu skladů (SPS) slouží k vyjádření pravděpodobné dynamiky požáru, jeho šíření a pravděpodobnosti vzniku požáru. Určení skupiny provozu skladu je závislé na druhu skladovaného materiálu a určuje se vždy pro celý PÚ. Zařazení do dané skupiny provozu skladu bylo určeno v závislosti na:

- průměrném tepelném výkonu dosaženém hořením skladovaného materiálu na 1 m<sup>2</sup> odhořívající plochy,
- skupenství skladovaného materiálu

$$q = \frac{\bar{m} \cdot \bar{H}_p}{60}$$

$$q = \frac{1,43 \cdot 26,85}{60} = 0,64 \text{ MJ} / \text{m}^2 \rightarrow \text{V.SPS - dle ČSN 73 0845, tabulka A.1}$$

Jelikož je půdorysná plocha skladu (2 053,3 m<sup>2</sup>) více než dvakrát větší než plocha stanovená podle ČSN 73 0845, čl. 4.1 d) (1000 m<sup>2</sup>) a sklad je řazen do V. skupiny provozu skladu, musí být dle ČSN 73 0845, čl. 6.7 požární úsek skladu vybaven samočinným stabilním hasicím zařízením.

#### Parametr odvětrání $F_o$

Parametr odvětrání vyjadřuje možnost pronikání kouře do prostoru zasaženým požárem otvory v konstrukcích ohraničující požární úsek. Plocha otvorů  $S_o$  zahrnuje plochu plastových vrat  $S_{o1}$  a plochu plastových dveří  $S_{o2}$ , kterými může při požáru proudit do prostoru vzduch.

$$S_{o1} = 3 \cdot 3 \cdot 4$$

$$S_{o1} = 36 \text{ m}^2$$

$$S_{o2} = 1 \cdot 1,2 \cdot 2$$

$$S_{o2} = 2,4 \text{ m}^2$$

$$S_k = 2 \cdot 72,3 \cdot 8,45 + 2 \cdot 28,4 \cdot 8,45 - 36 - 2,4$$

$$S_k = 1663,4 \text{ m}^2$$

$$S_k = 72,3 \cdot 28,4$$

$$S_k = 2053,3 \text{ m}^2$$

$$S_k = 2 \cdot 72,3 \cdot 14,25$$

$$S_k = 2060,6 \text{ m}^2$$

$$\sum S_k = 1663,4 + 2053,3 + 2060,6$$

$$\sum S_k = 5777,3 \text{ m}^2$$

$$F_o = \frac{\sum S_o \cdot \sqrt{h_o}}{S_k}$$

$$F_o = \frac{36 \cdot \sqrt{4} + 2,4 \cdot \sqrt{2}}{5777,3}$$

$$F_o = \frac{75,4}{5777,3}$$

$$F_o = 0,013 \text{ m}^{1/2}$$

$$k_3 = \frac{S_k}{S}$$

$$k_3 = \frac{5777,3}{2053,3} = 2,81$$

$$F_1 = k_4 \cdot F_o \cdot \bar{K}$$

$$F_1 = 1,17 \cdot 0,013 \cdot 1,59$$

$$F_1 = 0,024 \text{ m}^{1/2}$$

V požárním úseku N01.01, který má půdorysnou plochu větší než 2 000 m<sup>2</sup>, musí být instalováno SSHZ. Zároveň je v tomto PÚ parametr odvětrání  $F_o$  menší než 0,015 m<sup>1/2</sup>, proto musí být dle ČSN 73 0845, čl. 6.8 v tomto požárním úseku instalováno ZOKT, které zajistí odvod tepla a zplodin hoření po dobu nejméně 15 minut. Návrh ZOKT musí odpovídat zásadám uvedeným v příloze H, ČSN 73 0802. Z důvodu instalace výše uvedených PBZ je v objektu navržena i EPS, která bude vyhodnocovat signály z těchto PBZ a bude popř. ovládat jejich aktivaci na základě zvolených nastavení.

#### Požární riziko

Požární riziko PÚ skladu se stanovuje v souladu s ČSN 73 0845, čl. 5.1 a) a čl. 5.3 ekvivalentní dobou trvání požáru určenou podle tabulky 2 této normy. V případě V.SPS se skladovací výškou  $h_{sc}$  5 m je ekvivalentní doba trvání požáru  $\tau_e$  rovna 200 min.

### Vliv požárně bezpečnostních zařízení

Součástí návrhu objektu je návrh sprinklerového SHZ a ZOKT s přirozeným principem odvětrání, který proběhl v souladu s normou (16) a (27). Tato PBZ jsou napojena na systém EPS.

$$c = 1 - \sum \Delta c_i$$
$$c = 1 - (0,3 + 0,15)$$
$$c = 0,55$$

### Ekonomické riziko

Jelikož je ekvivalentní doba trvání požáru  $\tau_e > 100$  minut, musí se u takového PÚ stanovit ekonomické riziko. Ekonomické riziko je určeno indexem pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru  $P_1$  a indexem pravděpodobnosti rozsahu škod způsobených požárem  $P_2$ . Pravděpodobnost vzniku a rozšíření požáru ( $p_1$ ) a pravděpodobnost vyjadřující rozsah škod způsobených požárem ( $p_2$ ) je brána z tabulky 3, ČSN 73 0845 v závislosti na skupině provozu skladů.

$$p_1 = 1,4$$
$$p_2 = 0,11 + 0,012 h_{sc}^{1/2}$$
$$p_2 = 0,11 + 0,012 \cdot \sqrt{5}$$
$$p_2 = 0,137$$
$$P_1 = p_1 \cdot c \geq 0,11$$
$$P_1 = 1,4 \cdot 0,55$$
$$P_1 = 0,77 > 0,11$$
$$P_2 = p_2 \cdot S \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7$$
$$P_2 = 0,137 \cdot 2053,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5$$
$$P_2 = 422,0$$
$$k_5 = \sqrt{n_p}$$
$$k_5 = \sqrt{1} = 1$$
$$P_1 \leq 0,1 + \frac{5 \cdot 10^4}{P_2^{1,5}}$$
$$P_1 \leq 5,9$$
$$0,77 \leq 5,9 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$
$$P_2 \leq \left( \frac{5 \cdot 10^4}{P_1 - 0,1} \right)^{2/3}$$
$$P_2 \leq 1772,5$$
$$422,0 \leq 1772,5 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Mezní půdorysná plocha PÚ

Mezní půdorysná plocha PÚ N01.01 je stanovena na základě pravděpodobnosti rozsahu škod podle ČSN 73 0804, čl. 7.16.

$$S_{\max} = \frac{P_2}{p_2 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7}$$

$$S_{\max} = \frac{1772,5}{0,137 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5}$$

$$S_{\max} = 8625,3 \text{ m}^2$$

$$S < S_{\max}$$

$$2053,3 \text{ m}^2 < 8625,3 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Určení stupně požární bezpečnosti

Stupeň požární bezpečnosti PÚ N01.01 byl v závislosti na součinu ekvivalentní doby trvání požáru ( $\tau_e$ ) a součinitele bezpečnosti ( $k_8$ ) určen podle ČSN 73 0804, tabulky 8 pro objekty do dvou podlaží.

$$k_8 = \frac{k_5 \cdot k_6}{2,4}$$

$$k_8 = \frac{1,0 \cdot 1,0}{2,4}$$

$$k_8 = 0,42$$

$$\tau_e \cdot k_8 = 200 \cdot 0,42$$

$$\tau_e \cdot k_8 = 84 \rightarrow \text{IV.SPB}$$

### Určení mezní skladovací výšky

Mezní skladovací výška  $h_{sc,max}$  dle ČSN 73 0845, tabulky 1v závislosti na druhu skladu, skupině provozu skladu a vybavení požárně bezpečnostním zařízením není dotčena instalací SHZ, které je v objektu navrženo. Mezní skladovací výška musí být tedy určena v závislosti na způsobu a kategorii skladování viz kapitola 5.2.

## 4.2 Návrh SHZ

V PÚ N01.01-IV (Skladovací hala) bylo navrženo sprinklerové SHZ v souladu s ČSN EN 12845(16) a všechny uvedené citace v této kapitole (5.2) se vztahují právě k této normě, pokud není uvedeno jinak.

Jak už bylo uvedeno, skladovací hala slouží pro skladování materiálu z PMMA. Výškový rozdíl mezi nejvýše a nejnižše položenou sprinklerovou hlavicí v zařízení ani soustavě není větší než 45 m.

Skladovaný materiál je umístěn ve víceřadých regálech v blocích, s maximální půdorysnou plochou nepřesahující 150 m<sup>2</sup>. Regálové skladování je odděleno uličkami o minimální šířce 2,4 m. Toto skladování je dle čl. 6.3.2 klasifikováno jako ST3. Dle ČSN 73 0845, čl. 6.7.1 je pro skladovací halu zařazenou do V.SPS určen vysoký stupeň nebezpečí pro skladování HHS2. Kategorie skladování je pro vysoké nebezpečí skladování HHS2 určena v souladu s čl. 6.2.3.2 – kategorie II. Maximální povolená výška skladování pro uvedený způsob a kategorii skladování je dle tabulky 4 rovna 5,0 m. Účinná plocha této sprinklerové soustavy je 260 m<sup>2</sup>. Maximální požadovaný průtok je 3800 l/min a návrhová intenzita dodávky vody. Vzdálenost mezi maximální dovolenou výškou skladování a střešními sprinklery či střešním pláštěm není vyšší než 4 m a nemusí být tedy dle čl. 7.2.2 instalovány regálové sprinklery v regálových úrovních. Vzdálenost sprinklerových hlavice při standardním uspořádání je dle tabulky 19 maximálně 3,7 m mezi sebou. V případě střech s odkrytými nosníky musí být vzdálenost od stěny v souladu s čl. 12.4.1 maximálně 1,5 m. Uspořádání sprinklerů je standardní se vzdálenostmi sprinklerových hlavice 2,4 x 3,4 m. Vzdálenost sprinklerových hlavice od stěn v PÚ N01.01-IV je 1,4 m. Maximální plocha chráněná jedním sprinklerem je rovna 9 m<sup>2</sup>. V závislosti na návrhové intenzitě dodávky vody, typu soustavy a K faktoru je určen tabulkou 7 tlak v nejvyšším návrhovém bodě, který musí dosahovat tlaku minimálně 1,45 bar. Před každou sprinklerovou hlavici musí být dosažen tlak alespoň 0,5 bar. Zásobování vodou musí deklarovat dostatečný objem vody nejméně po dobu činnosti této soustavy. Tato doba zaručuje dodržení požadovaných podmínek na tlak/průtok v zařízení a dle, čl. 8.1.1 musí být 90 minut. Jelikož je plocha chráněného prostoru menší než 9 000 m<sup>2</sup>, může být dle tabulky 17 soustava navržena s jednou ventilovou stanicí. Tříšticí stropních sprinklerů jsou umístěny 0,45 m pod spodní hranou střešního pláště, který je z nehořlavých hmot třídy reakce na oheň A2, což vyhovuje čl. 12.4.2.

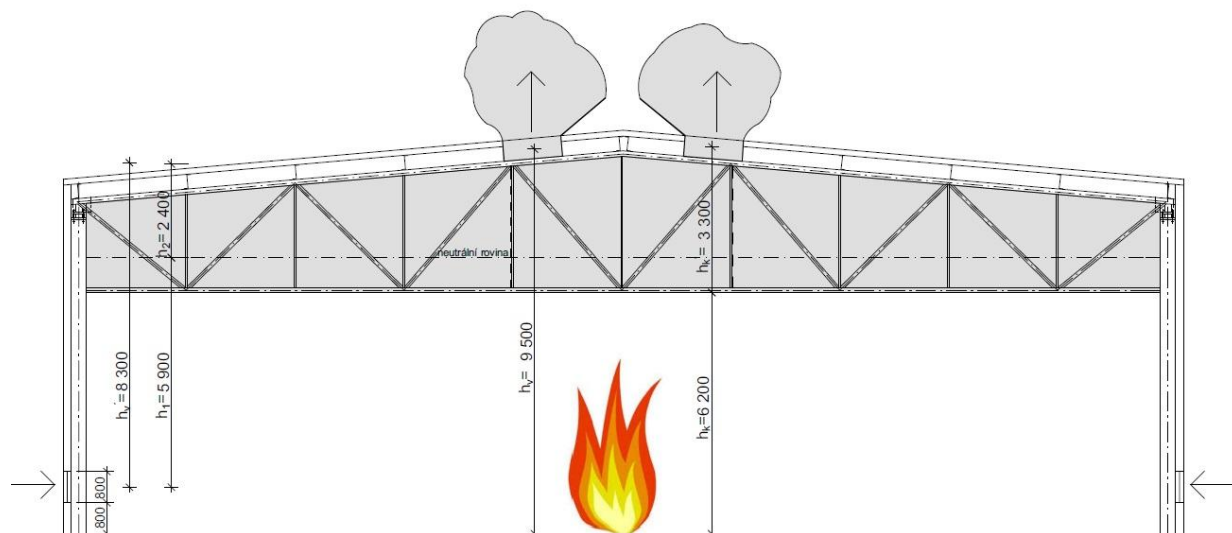
#### Charakteristiky navržené soustavy

Soustava je navržena jako mokrá se závěsnými sprinklerovými hlavice, které se aktivují na základě prasknutí skleněné baňky s aktivační teplotou 68 °C. Plocha chráněná jednou sprinklerovou hlavici je 9 m<sup>2</sup>. Hlavice jsou navrženy s K faktorem 115 a návrhovou intenzitou dodávky vody 12,5 mm/min. Průměry potrubí jsou uvažovány dle předem vypočítaných hodnot z tabulek 34 a 35. Rozdělovací potrubí je navrženo o průměru 150 mm a rozváděcí potrubí s průměry 32, 40 a 50 mm. Sprinklerová soustava je napojena na zásobní nádrž, která musí mít minimální objemem 350 m<sup>3</sup>. Tato nádrž je umístěna v samostatném objektu, který přiléhá ke skladové hale.

### **4.3 Návrh přirozeného ZOKT**

Návrh ZOKT byl proveden v souladu s přílohou H ČSN 73 0802 a dále v souladu s ČSN 73 0810. Výpočet proběhl zjednodušeným způsobem pro jednopodlažní objekty s přirozeným požárním odvětráním. V návrhu je uvažována rovnováha mezi množstvím přiváděných a odváděných plynů. Objekt je rozdělen na 4 kouřové sekce ( $A_k = 511,2 \text{ m}^2$ ). Kouřové sekce jsou odděleny kouřovými přepážkami, které tvoří SDK opláštění příhradových vazníků ob vazbu

(po 18 m). Tyto kouřové přepážky jsou zřízeny od střešky až po výšku 6,2 m od podlahy, kde se nachází dolní pás příhradového vazníku. Aktivace ZOKT je možná samočinně kouřovými hlásiči, tepelnými čidly nebo pomocí EPS. Ionizační hlásiče jsou navrženy pod střeškou objektu v šachovnicovém uspořádání ve vzdálenostech 7 x 5,6 m. V každé kouřové sekci se nachází 5 kouřových čidel. Otevření odvodních otvorů je zajištěno pomocí pneumatických válců poháněných stlačeným CO<sub>2</sub>. Přívodní otvory jsou otvíravé pomocí elektrických otvíračů. K otevření přívodních otvorů i odvodních klapek dojde při zaslání signálu z EPS, která zaručuje dodržení požadovaného scénáře aktivace PBZ.



Obr. 40 – Schematický řez skladovací halou za požáru

#### Rozměry PÚ (N01.01-IV)

$$\begin{aligned} \text{šířka} &= 28,4 \text{ m} \\ \text{délka} &= 72,3 \text{ m} \\ A_{\text{tot}} &= 2053,3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### Rozměry řešené části (kouřové sekce)

Požární úsek je dělen na 4 kouřové sekce o rozměrech 28,4 x 18 m.

$$\begin{aligned} A_k &= 511,2 \text{ m}^2 \\ h_v &= 9,5 \text{ m} \\ h_k &= 0,5h_v = 4,8 \text{ m} \rightarrow \text{kouřová clona ve výšce vazníku } 6,2 \text{ m} \rightarrow 6,2 \text{ m} \\ h'_k &= h_v - h_k \\ h'_k &= 9,5 - 6,2 \\ h'_k &= 3,3 \text{ m} \end{aligned}$$

Požadavky na minimální výšku nezakouřené oblasti jsou splněny. Kouřové clony budou mít spodní hranu v úrovni spodní hrany příhradového vazníku.

#### Množství uvolněného tepla sdílené prouděním $Q_I$

Množství uvolněného tepla z požáru sdílené prouděním je určeno dle ČSN 73 0802 H.1.3.1, v závislosti na součinnosti ZOKT a SHZ a skupině provozu skladu.

V případě prostoru, kde se hořlavý materiál vyskytuje ve většině výšky prostoru je vhodné volit alespoň dvě výškové úrovně povrchu hořícího paliva. Jedna úroveň je co nejbližší od podlahy, kde může být povrch hořícího paliva. Druhá úroveň se doporučuje volit cca  $0,6 h_{sc}$ . Toto řešení je v souladu s ČSN 73 0802 H.1.7 b). Spodní úroveň povrchu hořícího paliva ( $Y_1$ ) slouží k návrhu velikosti odtokových klapek v závislosti na objemu odtékajících plynů, horní úroveň ( $Y_2$ ) je rozhodující při stanovení teploty odtékajících plynů.

$$\Delta h_{v1} = 0,1 \text{ m}$$

$$\Delta h_{v2} = 0,6 h_{sc} = 3,0 \text{ m}$$

Výška mezi ložiskem požáru a akumulací vrstvou kouře

$$Y = h_v - h_k - \Delta h_{vi}$$

$$Y_1 = 9,5 - 3,3 - 0,1$$

$$Y_1 = 6,1 \text{ m}$$

$$Y_2 = 9,5 - 3,3 - 3$$

$$Y_2 = 3,2 \text{ m}$$

Stanovení aerodynamické plochy odtokových klapek v závislosti na kritické hodnotě tepla sdíleného prouděním –  $Y_1$

$$Q_1 = 5,5 \text{ MW (V. skupina provozu skladů)}$$

$$Q_{1,max} = 900 \cdot \sqrt{Y_1^5}$$

$$Q_{1,max} = 82712 \text{ kW}$$

$$0,2 Q_{1,max} = 16542 \text{ kW}$$

$$Q_1 < 0,2 Q_{1,max}$$

Aerodynamická a geometrická plocha odtokových klapek

$$A_{av} = 0,027 \sqrt[3]{Q_1} \cdot \left( \sqrt[3]{Y_1^5} + 0,026 \sqrt[3]{Q_1^2} \right) \cdot \sqrt{h_k^{-1}}$$

$$A_{av} = 0,027 \sqrt[3]{5500} \cdot \left( \sqrt[3]{6,1^5} + 0,026 \sqrt[3]{5500^2} \right) \cdot \sqrt{3,3^{-1}}$$

$$A_{av} = 7,47 \text{ m}^2$$

$$A_{gv} = \frac{A_{av}}{c_v} ; c_v = 0,5 \div 0,75 \rightarrow \text{dle ČSN 73 0802 H.1.7.d)}$$

$$A_{gv} = \frac{7,47}{0,65}$$

$$A_{gv} = 11,5 \text{ m}^2$$



### Uvolněné množství plynů v akumulární vrstvě

$$M_f = 0,071\sqrt[3]{Q_1} \cdot \left( \sqrt[3]{Y_2^5} + 0,026\sqrt[3]{Q_1^2} \right)$$

$$M_f = 0,071 \cdot \sqrt[3]{5500} \cdot \left( \sqrt[3]{3,2^5} + 0,026\sqrt[3]{5500^2} \right)$$

$$M_f = 18,9 \text{ kg} / \text{s}$$

### Teplota plynů v akumulární vrstvě

$$T_g = \frac{Q_1}{M_f \cdot c_p} + T_0 \quad ; \quad c_p = 1 \div 1,05 \rightarrow \text{dle ČSN 73 0802, H.5}$$

$$T_g = \frac{5500}{18,9 \cdot 1,0} + 20$$

$$T_g = 311^\circ\text{C}$$

### Objemové množství odváděných plynů s teplotou $T_g$

$$V_v = \frac{M_f}{\rho_g}$$

$$\rho_g = \frac{353}{T_g + 273}$$

$$\rho_g = \frac{353}{311 + 273}$$

$$\rho_g = 0,6 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$V_v = \frac{18,9}{0,6}$$

$$V_v = 31,5 \text{ m}^3 / \text{s}$$

### Rychlost odváděných plynů

Rychlost odváděných plynů závisí na množství plynů a velikosti odvodních otvorů viz níže.

$$v_v = \frac{V_v}{A_{av}}$$

$$v_v = \frac{31,5}{7,47}$$

$$v_v = 4,22 \text{ m} / \text{s}$$

### Vztlak plynů u výtoku z klapky

$$\Delta p_v = \frac{1}{2} \rho_g \cdot v_v^2$$

$$\Delta p_v = \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 4,2^2$$

$$\Delta p_v = 5,3 \text{ Pa}$$

### Objemové množství přiváděného vzduchu

$$V_n = V_v \cdot \frac{\theta_o}{\theta_g}$$

$$V_n = 31,5 \cdot \frac{20 + 273}{311 + 273}$$

$$V_n = 15,8 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$\theta_o$  – absolutní teplota v prostoru přítoku vzduchu

$\theta_g$  – absolutní teplota v akumulární vrstvě ( $T_g + 273$ )K

### Aerodynamická plocha přívodních otvorů

Rychlost přiváděného vzduchu nemá přesáhnout 5 m/s v případě, že jsou otvory, kterými se přivádí vzduch do PÚ, uvažovány jako evakuační východy. V ostatních případech nemá tato rychlost přesáhnout 7,5 m/s. Jako přívodní otvory jsou navržena samočinně otevíratelná okna a nejedná se tedy o únikové východy. Rychlost přiváděného vzduchu je zvolena na 5 m/s.

$$A_{an} = \frac{V_n}{v_n} ; v_n = 5 \text{ m/s} \rightarrow \text{pro dosažení vztlaku zvolena rychlost 5 m/s}$$

$$A_{an} = \frac{15,8}{5}$$

$$A_{an} = 3,16 \text{ m}^2$$

### Geometrická plocha přívodních otvorů

$$A_{gn} = \frac{A_{an}}{c_n} ; c_n = 0,5 \div 0,55 \rightarrow \text{dle ČSN 73 0802 H.5}$$

$$A_{gn} = \frac{3,16}{0,5}$$

$$A_{gn} = 6,32 \text{ m}^2$$

### Tlakový poměr v přívodním otvoru

$$\Delta p_a = \frac{1}{2} \rho_a \cdot v_n^2$$

$$\Delta p_a = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 5^2$$

$$\Delta p_a = 15 \text{ Pa}$$

### Tlakové poměry v posuzované kouřové sekci

$$\Delta p_{h_v'} = h_v' \cdot g \cdot (\rho_0 - \rho_g)$$

$$\Delta p_{h_v'} = 8,3 \cdot 9,8 \cdot (1,2 - 0,6)$$

$$\Delta p_{h_v'} = 48,8 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = \Delta p_a + \Delta p_v$$

$$\Delta p = 15 + 5,3$$

$$\Delta p = 20,3 \text{ Pa}$$

$\Delta p < \Delta p_{h_v'}$  → zaručená funkce přirozeného ZOKT

### Výška neutrální roviny

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{A_{av}^2 \cdot \theta_0}{A_{an}^2 \cdot \theta_g} = \frac{h_v' - h_2}{h_2}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{7,47^2}{3,16^2} \cdot \frac{20 + 273}{311 + 273} = \frac{h_v' - h_2}{h_2}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = 2,8 = \frac{h_v' - h_2}{h_2}$$

$$2,8h_2 = h_v' - h_2$$

$$3,8h_2 = 8,3 \text{ m}$$

$$h_2 = 2,2 \text{ m}$$

$$h_1 = h_v' - h_2 = 8,3 - 2,2 = 6,1 \text{ m}$$

### Výsledný návrh přívodních a odvodních otvorů

Geometrická plocha přívodních otvorů: 6,32 m<sup>2</sup>

Geometrická plocha odvodních otvorů: 11,5 m<sup>2</sup>

Rozměry přívodních otvorů (okna otvíravá pomocí el. mechanismu): 1 x 0,8 – 8 ks

Rozměry odvodních otvorů (RWA klapky): 1,8 x 1,5 – 4 ks

Jelikož se výsledná plocha navrhovaných otvorů liší od ploch stanovených pomocí výpočtu výše, musí být parametry závislé na těchto plochách přepočítány a ověřeny skutečně

tlakové poměry v kouřové sekci. Parametry, které je nutné přepočítat jsou rychlosti proudění vzduchu a plynů a tlakové poměry.

### 4.3.1 **Ověření rychlosti a tlakových poměrů v přívodních a odvodních otvorech:**

Aerodynamická plocha je dle technického listu výrobce Lamilux pro jednu RWA klapku o rozměrech 1,5 x 1,8 m se zajištěním otevíření pomocí CO<sub>2</sub> rovna 1,76 m<sup>2</sup>.

#### Rychlost odváděných plynů

$$v_v = \frac{V_v}{A_{av}}$$
$$v_v = \frac{31,5}{7,04}$$
$$v_v = 4,5 \text{ m / s}$$

#### Vztlak plynů u výtoku z klapek

$$\Delta p_v = \frac{1}{2} \rho_g \cdot v_v^2$$
$$\Delta p_v = \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 4,5^2$$
$$\Delta p_v = 6,1 \text{ Pa}$$

#### Skutečná aerodynamická plocha přívodních otvorů

$$A_{gn} = \frac{A_{an}}{c_n} ; c_n = 0,5 \div 0,55 \rightarrow \text{dle ČSN 73 0802 H.5}$$
$$A_{an} = 0,5 \cdot 6,4$$
$$A_{an} = 3,2 \text{ m}^2$$

#### Ověření rychlosti proudění čerstvého vzduchu v přívodním otvoru

$$A_{an} = \frac{V_n}{v_n}$$
$$v_n = \frac{V_n}{A_{an}}$$
$$v_n = \frac{15,8}{3,2}$$
$$v_n = 4,94 \text{ m / s}$$

### Tlakový poměr v přívodním otvoru

$$\Delta p_a = \Delta p - \Delta p_v$$

$$\Delta p_a = 20,3 - 6,1$$

$$\Delta p_a = 14,2 \text{ Pa}$$

### Skutečná výška neutrální roviny

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{A_{av}^2 \cdot \theta_0}{A_{av}^2 \cdot \theta_g} = \frac{h'_v - h_2}{h_2}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{7,04^2}{3,2^2} \cdot \frac{20 + 273}{311 + 273} = \frac{h'_v - h_2}{h_2}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = 2,43 = \frac{h'_v - h_2}{h_2}$$

$$2,43h_2 = h'_v - h_2$$

$$3,43h_2 = 8,3 \text{ m}$$

$$h_2 = 2,4 \text{ m}$$

$$h_1 = h'_v - h_2 = 8,3 - 2,4 = 5,9 \text{ m}$$

## 5 Závěr

V práci byly shrnuty nejčastější vlivy na interakci sprinklerového SHZ a ZOKT. Pro objekt skladovací haly byl proveden návrh sprinklerového SHZ a ZOKT s přirozeným principem a jejich interakce byla ověřena pomocí simulačních CFD modelů s různými požárními scénáři.

Pomocí CFD modelování byly ověřeny některé vlivy na součinnost sprinklerového SHZ s přirozeným ZOKT. V každém z požárních scénářů s instalovanými PBZ byl požár uhašen v počáteční fázi maximálně do 35 sekund. Výsledky modelování potvrdily dřívější experimenty na téma interakce sprinklerových SHZ a ZOKT. Při posouzení výsledků můžeme potvrdit, že při interakci sprinklerového SHZ a ZOKT dochází k ovlivnění funkčnosti těchto zařízení.

Zejména byl modely potvrzen pozitivní vliv primární aktivace ZOKT na počet aktivovaných sprinklerových hlavíc, když se při primární aktivaci ZOKT (požární scénář 4) otevřelo 6 hlavíc a při požárním scénáři 2 s primární aktivací SHZ došlo k otevření 8 hlavíc. Negativní vliv primární aktivace ZOKT na rozšíření požáru nebyl v práci pozorován.

Při ověření rychlosti proudění vzduchu do kouřové sekce přívodními otvory (okny), nebyla v žádném požárním scénáři dosažena navrhovaná rychlost. Tento jev je ovlivněn i návrhem dle ČSN 73 0802, přílohy H, který neuvažuje přístup vzduchu do kouřové sekce z přilehlých prostorů.

## **6 Seznam příloh**

1. Příloha 1 – Zdrojový kód – Požární scénář 1
2. Příloha 2 – Zdrojový kód – Požární scénář 2
3. Příloha 3 – Zdrojový kód – Požární scénář 3
4. Příloha 4 – Zdrojový kód – Požární scénář 4
5. Příloha 5 – Technický list sprinklerové hlavice Victaulic

## Seznam obrázků

Obr. 1 – Rozdělení požárních modelů v uzavřeném prostoru(1) .....	13
Obr. 2 – „Trojúhelník hoření“ .....	15
Obr. 3 – Znázornění fází požáru a účinnosti aktivní a pasivní požární ochrany (9) .....	19
Obr. 4 – Schéma sprinklerového SHZ.....	22
Obr. 5 – Řez sprinklerovou hlavici se skleněnou pojistkou (15) .....	23
Obr. 6 – Řez sprinklerovou hlavici s tavnou pojistkou(15) .....	23
Obr. 7 – ESFR hlavice.....	24
Obr. 8 – SHZ s mokrou a suchou soustavou(13).....	25
Obr. 9 – Princip menších kapek vody .....	27
Obr. 10 - Typy mlhových hlavíc .....	27
Obr. 11 – Jeden z typů hlavice sprejového SHZ .....	28
Obr. 12 – Požární ventilátory: a) axiální ventilátor; b) radiální ventilátor.....	30
Obr. 13 – Graf vztlaku kouře v závislosti na jejich teplotě a teplotě venkovního vzduchu pro výškový rozdíl otvorů 10 m .....	31
Obr. 14 – Požární klapky: a) žaluziová klapka; b) střešní otevírací klapka.....	32
Obr. 15 - Závislost mezi dominantním důvodem instalace SHZ a ZOKT a prioritně spouštěným zařízením.....	34
Obr. 16 – Kouřová sekce vymodelovaná v programu Pyrosim.....	39
Obr. 17 – Průběh výpočtu v programu FDS 6.5.2.....	39
Obr. 18 – Zobrazení výpočetního prostoru v Programu Pyrosim: a) bez úprav výpočetní sítě; b) v závislosti na velikosti ok sítě .....	42
Obr. 19 – Rozmístění výpočetních sítí v prostoru modelu.....	42
Obr. 20 – Zobrazení výpočetních sítí v 3D pohledu .....	43
Obr. 21 – Rozmístění sprinklerových hlavíc .....	45
Obr. 22 – Navržená sprinklerová hlavice .....	45
Obr. 23 – Umístění výpočetních rovin .....	46
Obr. 24 – Rozmístění čidel.....	47
Obr. 25 – Požární úsek skladovací haly s vyznačením kouřové ssekce.....	48
Obr. 26 – Rozdělení kouřové sekce pro CFD model.....	48
Obr. 27 – Rychlost uvolňování tepla.....	49
Obr. 28 – Vývoj teploty plynu nad požárem .....	50
Obr. 29 – Aktivace sprinklerových hlavíc.....	51



Obr. 30 – Vývoj teploty plynů nad požárem .....	51
Obr. 31 – Rychlost uvolňování tepla .....	52
Obr. 32 – Výška kouřové vrstvy nad podlahou .....	52
Obr. 33 – Výška kouřové vrstvy nad podlahou .....	53
Obr. 34 – Aktivace sprinklerových hlavice .....	54
Obr. 35 – Rychlost uvolňování tepla .....	54
Obr. 36 – Výška kouřové vrstvy nad podlahou .....	55
Obr. 37 – Rychlost proudění vzduchu přívodními otvory .....	55
Obr. 38 – Schematický řez skladovací haly .....	56
Obr. 39 – Rozměry skladovaných palet s materiálem .....	57
Obr. 40 – Schematický řez skladovací halou za požáru .....	63

## Seznam tabulek

Tabulka 1 – Barvy pojistek sprinklerových hlavice v závislosti na aktivační teplotě (16).....	23
Tabulka 2 – Možnosti aktivace ZOKT při interakci se sprinklerovým SHZ (12).....	36
Tabulka 3 – Průběh výkonu iniciačního hořáku .....	43
Tabulka 4 – Požárně technické charakteristiky skladovaných hořlavých látek .....	58

## Použitá literatura

1. **Marek, Pokorný.** *Instalační šachty z požárního hlediska. Disertační práce.* Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2012.
2. **Zelinger, Jiří.** *Technologie ochrany kulturního dědictví před požáry.* Brno : Ministerstvo kultury České republiky, 2010.
3. Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru. Praha : autor neznámý, 2001.
4. Požáry.cz. *Hasičská abeceda 2.* [Online] 8. Zář 2002. [Citace: 12. Prosinec 2016.] <http://www.pozary.cz/clanek/205-hasicska-abeceda-2/>.
5. **Bobčík, Petr.** *Stabilní hasicí zařízení.* Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012.
6. Hasiči - vzdělávání. *Teorie hašení a principy hašení.* [Online] [Citace: 21. Prosinec 2016.] <https://www.hasici-vzdelavani.cz/content/teorie-haseni-principy-haseni>.
7. **Lai, Chi-ming, a další.** *Influence of fire ignition locations on the actuation of smoke detectors.* [PDF] 2009. Building and Environment. doi:10.1016/j.buildenv.2009.12.008.

8. Hasiči - vzdělávání. *Voda jako hasební látka*. [Online] [Citace: 21. Prosinec 2016.] <https://www.hasici-vzdelavani.cz/content/voda-jako-hasebni-latka>.
9. **Pokorný, Jiří a Tomková, Marianna**. Interakce samočinných hasicích a samočinných odvětracích zařízení. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2005. stránky 85-93. ISBN 80-86634-63-9.
10. **Rybář, Pavel**. Stabilní hasicí zařízení. Praha : Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2012. první.
11. ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení*. Praha : ÚNMZ, 2016 .
12. VdS 2815 EN. *Interaction of water extinguishing systems and smoke and heat exhaust ventilation systems (SHEVS)*. Köln : VdS Schadenverhütung, 2013.
13. **Rybář, Pavel**. *Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologií*. [PDF] Praha : Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky , 2014. ISBN 978-80-86466-71-2.
14. **Koubková, Ilona**. *Stabilní hasicí zařízení*. [PDF] Praha : ČVUT v Praze .
15. **Kupilík, Václav, Valdmann, Zbyněk a Šímák, Stanislav**. Skripta - Vzdělávání v oblasti požární ochrany staveb. místo neznámé : Fire Group, 2013.
16. ČSN EN 12845. *Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a údržba*. Praha : ÚNMZ, 2015 + Opr.:1 2016.
17. **Pokorný, Jiří, Toman, Stanislav a Nohová, Ivana**. *Metodický postup pro ověřování funkčnosti požárního odvětrání*. Praha : Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2010.
18. *Požární bezpečnost stavebních objektů 2010*. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava a Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010.
19. **McGrattan, Kevin B, Hamins, Anthony a Stroup, David**. Sprinkler, smoke & heat vent, draft curtain interaction - Large scale experiments and model development. *International fire sprinkler, smoke & heat vent, draft curtain, fire test project*. Quincy, Massachusetts, USA : National fire protection research foundation, 1998.
20. **Zhang, Cunfeng a Chow, Wanki**. *Numerical Studies on the Interaction of Sprinkler and Smoke Layer*. [PDF] 2013. Procedia Engineering. ISSN 18777058.
21. **W.K. Chow, N.K. Fong**. *A study of the effect of a line of sprinklers on the fire induced air flow using the two-dimensional field modelling technique*. [PDF] 1991. Mathematical and Computer Modelling. doi: 10.1016/0895-7177(91)90034-5.
22. **Wald, František, a další**. Modelování dynamiky požáru v budovách. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05633-2.
23. **McGrattan, Kevin, a další**. Fire Dynamics Simulator - User's Guide. *NIST Special Publication 1019 - Sixth Edition*. Maryland : National Institute of Standards and Technology, 2016.

24. —. Fire Dynamics Simulator - Technical Reference Guide Volume 3: Validation. *NIST Special Publication 1018-3 - Sixth Edition*. Maryland, USA : National Institute of Standards and Technology, 2016.

25. SFPE handbook of fire protection engineering. Bethesda, Maryland : Society of Fire Protection Engineers, 2002. 3rd ed. ISBN 087765-451-4.

26. ČSN 73 0845. *Požární bezpečnost staveb - Sklady*. Praha : ÚNMZ, 2012.

27. ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha : ÚNMZ, 2009 + Z1:2013 + Z2:2015.

28. ČSN 73 0804. *Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty*. Praha : ÚNMZ, 2010 + Z1:2013 + Z2:2015.

29. **LI, K.Y., a další.** *A mathematical model on interaction of smoke layer with sprinkler spray*. [PDF] místo neznámé : Fire Safety Journal, 2009. ISSN 03797112.

30. **Kratochvíl, Václav, Kratochvíl, Michal a Navarová, Šárka.** *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách - Stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost*. Frýdek - Místek : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. ISBN 978-80-7385-103-3.

31. **Cooper, Craig L. Beyler a Y., Leonard.** *Interaction of sprinklers with smoke and heat vents*. Baltimore, Maryland, USA : Hughes Associates, Inc., 1999. ISSN 1572-8099.

32. **Sglunda, Michal.** *Vybavení stavebních objektů sprinklerovými stabilními hasicími zařízeními*. [PDF]. Opava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2008.

## Příloha 1 – Zdrojový kód – Požární scénář 1

PMMA.fds

```
&HEAD CHID='PMMA'/
&TIME T_END=900.0/
&DUMP RENDER_FILE='PMMA.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE., DT_RESTART=10.0/
&MISC RESTART=.TRUE./

&MESH ID='Mesh01', IJK=72,50,40, XB=-0.4,14.0,40.0,50.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh02', IJK=72,90,10, XB=-0.4,14.0,36.0,54.0,8.0,10.0/
&MESH ID='Mesh03', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,50.0,54.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh04', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,36.0,40.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh05', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,36.0,40.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh06', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,50.0,54.0,0.0,8.0/

&ZONE ID='Zone01', XB=0.0,10.0,0.0,10.0,0.0,10.0/

&REAC ID='PMMA',
  FYI='SFPE Handbook, 3rd Edition',
  FUEL='REAC_FUEL',
  C=1.0,
  H=1.6,
  O=0.4,
  CO_YIELD=0.01,
  SOOT_YIELD=0.022/

&CTRL ID='Control04', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='Time03'/
&CTRL ID='Control03', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='Time02'/
&CTRL ID='Control02', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='Time01'/
&CTRL ID='Control01', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='Time'/

&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='THCP', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=14.0,45.0,6.2/
&DEVC ID='THCP01', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=9.4,45.0,6.2/
&DEVC ID='THCP02', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=4.6,45.0,6.2/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT01->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT01->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT01->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/
```

&DEVC ID='Time', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=-0.19,39.4,1.2, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0, SETPOINT=300.0/  
&DEVC ID='Time01', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=-0.19,43.0,1.2, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0, SETPOINT=300.0/  
&DEVC ID='Time02', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=-0.19,46.8,1.2, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0, SETPOINT=300.0/  
&DEVC ID='Time03', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=-0.19,50.6,1.2, ORIENTATION=-1.0,0.0,0.0, SETPOINT=300.0/

&MATL ID='PMMA',  
SPECIFIC\_HEAT=1.45,  
CONDUCTIVITY=0.193,  
DENSITY=1160.0,  
EMISSIVITY=0.95,  
HEAT\_OF\_COMBUSTION=2.445E4,  
N\_REACTIONS=1,  
HEAT\_OF\_REACTION=846.0,  
A=8.6E12,  
E=1.88E5,  
N\_REACTIONS=1,  
SPEC\_ID=REAC\_FUEL,  
NU\_SPEC=1,  
REFERENCE\_TEMPERATURE=306/

&SURF ID='PMMA',  
RGB=28.0,211.0,233.0,  
BURN\_AWAY=.TRUE.,  
MATL\_ID(1,1)='PMMA',  
MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=1.0/

&SURF ID='PMMA-A',  
RGB=28.0,211.0,233.0,  
BURN\_AWAY=.TRUE.,  
BACKING='VOID',  
MATL\_ID(1,1)='PMMA',  
MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
THICKNESS(1)=1.0/

&SURF ID='Initiator',  
RGB=255.0,102.0,0.0,  
HRRPUA=1500.0,  
RAMP\_Q='Initiator\_RAMP\_Q'/

&RAMP ID='Initiator\_RAMP\_Q', T=0.0, F=0.0/

&RAMP ID='Initiator\_RAMP\_Q', T=6.0, F=0.4/

&RAMP ID='Initiator\_RAMP\_Q', T=9.0, F=0.6/

&RAMP ID='Initiator\_RAMP\_Q', T=10.0, F=0.8/

&RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=15.0, F=1.0/  
&RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=30.0, F=1.0/  
&RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=40.0, F=1.0/  
&RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=60.0, F=0.1/  
  
&OBST ID='Obstruction', XB=-0.4,-0.2,36.0,54.0,0.0,8.64, SURF\_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,0.2,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/



&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=0.2,0.4,36.0,54.0,8.6,8.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=2.6,2.8,36.0,54.0,8.8,9.0, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=5.0,5.2,36.0,54.0,9.0,9.2, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=7.2,7.4,36.0,54.0,9.2,9.4, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=9.6,9.8,36.0,54.0,9.4,9.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=11.8,12.2,36.0,54.0,9.6,9.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=-0.4,0.2,36.0,54.0,8.6,8.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=0.4,2.6,36.0,54.0,8.8,8.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=2.8,5.0,36.0,54.0,9.0,9.0, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=5.2,7.2,36.0,54.0,9.2,9.2, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=7.4,9.6,36.0,54.0,9.4,9.4, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=9.8,11.8,36.0,54.0,9.6,9.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=12.2,14.0,36.0,54.0,9.8,9.8, SURF\_ID='INERT'/

&HOLE ID='Hole4', XB=-0.42,-0.19,50.2,51.2,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control04'/  
 &HOLE ID='Hole3', XB=-0.42,-0.19,46.4,47.4,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control03'/  
 &HOLE ID='Hole2', XB=-0.42,-0.19,42.6,43.6,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole1', XB=-0.42,-0.19,38.8,39.8,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control01'/

&VENT ID='Vent', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,36.0,36.0,0.0,6.2/  
 &VENT ID='Vent0', SURF\_ID='MIRROR', XB=14.0,14.0,36.0,54.0,0.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent01', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,54.0,54.0,0.0,6.2/  
 &VENT ID='Vent03', SURF\_ID='Iniciator', XB=13.6,14.0,44.6,45.4,0.0,0.0/  
 &VENT ID='Vent04', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,-0.4,36.0,54.0,0.8,1.6/

&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=6.2/  
 &SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=0.4/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=12.4/  
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=45.0/

&TAIL /

## Příloha 2 – Zdrojový kód – Požární scénář 2

PMMA\_SPRK.fds

```

&HEAD CHID='PMMA_SPRK'/
&TIME T_END=900.0/
&DUMP RENDER_FILE='PMMA_SPRK.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE., DT_RESTART=10.0/

&MESH ID='Mesh01', IJK=72,50,40, XB=-0.4,14.0,40.0,50.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh02', IJK=72,90,10, XB=-0.4,14.0,36.0,54.0,8.0,10.0/
&MESH ID='Mesh03', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,50.0,54.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh04', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,36.0,40.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh05', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,36.0,40.0,0.0,8.0/
&MESH ID='Mesh06', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,50.0,54.0,0.0,8.0/

&ZONE ID='Zone01', XB=0.0,10.0,0.0,10.0,0.0,10.0/

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

&PART ID='Water',
  SPEC_ID='WATER VAPOR',
  DIAMETER=2000.0,
  MONODISPERSE=.TRUE.,
  AGE=60.0,
  SAMPLING_FACTOR=1/

&REAC ID='PMMA',
  FYI='SFPE Handbook, 3rd Edition',
  FUEL='REAC_FUEL',
  C=1.0,
  H=1.6,
  O=0.4,
  CO_YIELD=0.01,
  SOOT_YIELD=0.022/

&PROP ID='Default_Water Spray',
  QUANTITY='SPRINKLER LINK TEMPERATURE',
  ACTIVATION_TEMPERATURE=68.0,
  C_FACTOR=1.0,
  PART_ID='Water',
  OFFSET=0.1,
  K_FACTOR=115.0,
  OPERATING_PRESSURE=0.5,

```

ORIFICE\_DIAMETER=0.014,  
 SPRAY\_ANGLE=60.0,75.0/  
 &PROP ID='Cleary Ionization II',  
 QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',  
 ALPHA\_E=2.5,  
 BETA\_E=-0.7,  
 ALPHA\_C=0.8,  
 BETA\_C=-0.9/  
 &CTRL ID='Control02', FUNCTION\_TYPE='TIME\_DELAY', DELAY=60.0, LATCH=.FALSE., INPUT\_ID='latch'/  
 &CTRL ID='latch', FUNCTION\_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT\_ID='or'/  
 &CTRL ID='or', FUNCTION\_TYPE='ANY', LATCH=.FALSE., INPUT\_ID='SPRK13','SPRK14','SPRK17','SPRK18','SPRK19','SPRK20'/  
 &CTRL ID='Control01', FUNCTION\_TYPE='ALL', LATCH=.FALSE., INITIAL\_STATE=.TRUE., INPUT\_ID='tdelay'/  
 &CTRL ID='tdelay', FUNCTION\_TYPE='TIME\_DELAY', DELAY=5.0, LATCH=.FALSE., INPUT\_ID='latch'/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT1->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT1->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT1->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/  
 &DEVC ID='THCP', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=14.0,45.0,6.2/  
 &DEVC ID='THCP01', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=9.4,45.0,6.2/  
 &DEVC ID='THCP02', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=4.6,45.0,6.2/  
 &DEVC ID='SPRK1', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,36.4,9.4/  
 &DEVC ID='SPRK2', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,36.4,9.2/  
 &DEVC ID='SPRK3', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,36.4,9.0/  
 &DEVC ID='SPRK4', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,36.4,8.8/  
 &DEVC ID='SPRK5', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,36.4,8.6/  
 &DEVC ID='SPRK6', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,36.4,8.4/  
 &DEVC ID='SPRK7', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,40.0,9.4/  
 &DEVC ID='SPRK8', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,40.0,9.2/  
 &DEVC ID='SPRK9', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,40.0,9.0/  
 &DEVC ID='SPRK10', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,40.0,8.8/  
 &DEVC ID='SPRK11', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,40.0,8.6/  
 &DEVC ID='SPRK12', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,40.0,8.4/  
 &DEVC ID='SPRK19', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,46.8,9.4/  
 &DEVC ID='SPRK20', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,46.8,9.2/  
 &DEVC ID='SPRK21', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,46.8,9.0/  
 &DEVC ID='SPRK22', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,46.8,8.8/  
 &DEVC ID='SPRK23', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,46.8,8.6/  
 &DEVC ID='SPRK24', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,46.8,8.4/  
 &DEVC ID='SPRK13', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,43.4,9.4/  
 &DEVC ID='SPRK14', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,43.4,9.2/  
 &DEVC ID='SPRK15', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,43.4,9.0/  
 &DEVC ID='SPRK16', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,43.4,8.8/

&DEVC ID='SPRK17', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,43.4,8.6/  
 &DEVC ID='SPRK18', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,43.4,8.4/  
 &DEVC ID='SPRK25', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,50.0,9.4/  
 &DEVC ID='SPRK26', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,50.0,9.2/  
 &DEVC ID='SPRK27', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,50.0,9.0/  
 &DEVC ID='SPRK28', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,50.0,8.8/  
 &DEVC ID='SPRK29', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,50.0,8.6/  
 &DEVC ID='SPRK30', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,50.0,8.4/  
 &DEVC ID='SPRK31', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,53.6,9.4/  
 &DEVC ID='SPRK32', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,53.6,9.2/  
 &DEVC ID='SPRK33', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,53.6,9.0/  
 &DEVC ID='SPRK34', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,53.6,8.8/  
 &DEVC ID='SPRK35', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,53.6,8.6/  
 &DEVC ID='SPRK36', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,53.6,8.4/  
 &DEVC ID='SD', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=14.0,45.0,9.6/  
 &DEVC ID='SD01', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=7.0,39.4,9.0/  
 &DEVC ID='SD02', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=7.0,50.6,9.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT01->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT01->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT01->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/

&MATL ID='PMMA',  
 SPECIFIC\_HEAT=1.45,  
 CONDUCTIVITY=0.193,  
 DENSITY=1160.0,  
 EMISSIVITY=0.95,  
 HEAT\_OF\_COMBUSTION=2.445E4,  
 N\_REACTIONS=1,  
 HEAT\_OF\_REACTION=846.0,  
 A=8.6E12,  
 E=1.88E5,  
 N\_REACTIONS =1,  
 SPEC\_ID=REAC\_FUEL,  
 NU\_SPEC=1,  
 REFERENCE\_TEMPERATURE=306/

&SURF ID='PMMA-A',  
 RGB=28.0,211.0,233.0,  
 BURN\_AWAY=.TRUE.,  
 BACKING='VOID',  
 MATL\_ID(1,1)=PMMA',

```

MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=1.0/
&SURF ID='PMMA',
RGB=28.0,211.0,233.0,
BURN_AWAY=.TRUE.,
MATL_ID(1,1)'PMMA',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=1.0/
&SURF ID='Initiator',
RGB=255.0,102.0,0.0,
HRRPUA=1500.0,
RAMP_Q='Initiator_RAMP_Q'/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=6.0, F=0.4/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=9.0, F=0.6/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=10.0, F=0.8/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=15.0, F=1.0/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=30.0, F=1.0/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=40.0, F=1.0/
&RAMP ID='Initiator_RAMP_Q', T=60.0, F=0.1/

&OBST ID='Obstruction', XB=-0.4,-0.2,36.0,54.0,0.0,8.64, SURF_ID='INERT'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA-A'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA-A'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF_ID='PMMA'/

```

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,0.2,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Strecha', XB=0.2,0.4,36.0,54.0,8.8,8.8, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=2.6,2.8,36.0,54.0,8.8,9.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=5.0,5.2,36.0,54.0,9.0,9.2, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=7.2,7.4,36.0,54.0,9.2,9.4, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=9.6,9.8,36.0,54.0,9.4,9.6, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=11.8,12.2,36.0,54.0,9.6,9.8, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=-0.4,0.2,36.0,54.0,8.8,8.8, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=0.4,2.6,36.0,54.0,8.8,8.8, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=2.8,5.0,36.0,54.0,9.0,9.0, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=5.2,7.2,36.0,54.0,9.2,9.2, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=7.4,9.6,36.0,54.0,9.4,9.4, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=9.8,11.8,36.0,54.0,9.6,9.6, SURF\_ID='INERT'/

&OBST ID='Strecha', XB=12.2,14.0,36.0,54.0,9.8,9.8, SURF\_ID='INERT'/

&HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,50.2,51.2,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,46.4,47.4,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,42.6,43.6,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,38.8,39.8,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&HOLE ID='Hole', XB=11.0,12.4,47.4,49.2,9.4,10.02, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&HOLE ID='Hole', XB=11.0,12.4,40.8,42.6,9.4,10.02, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&VENT ID='Vent', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,36.0,36.0,0.0,6.2/



&VENT ID='Vent0', SURF\_ID='MIRROR', XB=14.0,14.0,36.0,54.0,0.0,10.0/  
&VENT ID='Vent01', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,54.0,54.0,0.0,6.2/  
&VENT ID='Vent02', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,14.0,36.0,54.0,10.0,10.0/  
&VENT ID='Vent03', SURF\_ID='Iniciator', XB=13.6,14.0,44.6,45.4,0.0,0.0, CTRL\_ID='Control01'/  
&VENT ID='Vent05', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,-0.4,36.0,54.0,0.0,10.0/  
&VENT ID='Vent06', SURF\_ID='OPEN', XB=0.2,2.6,36.0,36.0,8.80931,10.0/  
&VENT ID='Vent07', SURF\_ID='OPEN', XB=2.6,5.0,36.0,36.0,9.0,10.0/  
&VENT ID='Vent08', SURF\_ID='OPEN', XB=5.0,7.2,36.0,36.0,9.2,10.0/  
&VENT ID='Vent09', SURF\_ID='OPEN', XB=7.2,9.6,36.0,36.0,9.4,10.0/  
&VENT ID='Vent10', SURF\_ID='OPEN', XB=9.6,11.8,36.0,36.0,9.6,10.0/  
&VENT ID='Vent11', SURF\_ID='OPEN', XB=11.8,14.0,36.0,36.0,9.8,10.0/  
&VENT ID='Vent12', SURF\_ID='OPEN', XB=0.2,2.6,54.0,54.0,8.80931,10.0/  
&VENT ID='Vent13', SURF\_ID='OPEN', XB=2.6,5.0,54.0,54.0,9.0,10.0/  
&VENT ID='Vent14', SURF\_ID='OPEN', XB=5.0,7.2,54.0,54.0,9.2,10.0/  
&VENT ID='Vent15', SURF\_ID='OPEN', XB=7.2,9.6,54.0,54.0,9.4,10.0/  
&VENT ID='Vent16', SURF\_ID='OPEN', XB=9.6,11.8,54.0,54.0,9.6,10.0/  
&VENT ID='Vent17', SURF\_ID='OPEN', XB=11.8,14.0,54.0,54.0,9.8,10.0/  
&VENT ID='Vent18', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,0.2,36.0,36.0,8.6,10.0/  
&VENT ID='Vent19', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,0.2,54.0,54.0,8.6,10.0/

&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=6.2/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=12.4/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=45.0/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=0.0/

&TAIL /

### Příloha 3 – Zdrojový kód – Požární scénář 3

PMMA\_SPRK\_1,5\_3.fds

&HEAD CHID='PMMA\_SPRK\_1,5\_3'/

&TIME T\_END=900.0/

&DUMP RENDER\_FILE='PMMA\_SPRK\_1,5\_3.ge1', COLUMN\_DUMP\_LIMIT=.TRUE., DT\_RESTART=10.0/

&MESH ID='Mesh01', IJK=72,50,40, XB=-0.4,14.0,40.0,50.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh02', IJK=72,90,10, XB=-0.4,14.0,36.0,54.0,8.0,10.0/

&MESH ID='Mesh03', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,50.0,54.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh04', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,36.0,40.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh05', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,36.0,40.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh06', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,50.0,54.0,0.0,8.0/

&ZONE ID='Zone01', XB=0.0,10.0,0.0,10.0,0.0,10.0/

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

&PART ID='Water',

SPEC\_ID='WATER VAPOR',

DIAMETER=3000.0,

MONODISPERSE=.TRUE.,

AGE=60.0,

SAMPLING\_FACTOR=1/

&REAC ID='PMMA',

FYI='SFPE Handbook, 3rd Edition',

FUEL='REAC\_FUEL',

C=1.0,

H=1.6,

O=0.4,

CO\_YIELD=0.01,

SOOT\_YIELD=0.022/

&PROP ID='Default\_Water Spray',

QUANTITY='SPRINKLER LINK TEMPERATURE',

ACTIVATION\_TEMPERATURE=68.0,

C\_FACTOR=1.0,

PART\_ID='Water',

OFFSET=0.1,

K\_FACTOR=115.0,

OPERATING\_PRESSURE=1.5,

ORIFICE\_DIAMETER=0.014,

SPRAY\_ANGLE=60.0,75.0/

&PROP ID='Cleary Ionization II',

QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',

ALPHA\_E=2.5,

BETA\_E=-0.7,

ALPHA\_C=0.8,

BETA\_C=-0.9/

&CTRL ID='Control02', FUNCTION\_TYPE='TIME\_DELAY', DELAY=60.0, LATCH=.FALSE., INPUT\_ID='latch'/

&CTRL ID='latch', FUNCTION\_TYPE='ALL', LATCH=TRUE., INPUT\_ID='or'/

&CTRL ID='or', FUNCTION\_TYPE='ANY', LATCH=FALSE., INPUT\_ID='SPRK13','SPRK14','SPRK17','SPRK18','SPRK19','SPRK20'/

&CTRL ID='Control01', FUNCTION\_TYPE='ALL', LATCH=FALSE., INITIAL\_STATE=TRUE., INPUT\_ID='tdelay'/

&CTRL ID='tdelay', FUNCTION\_TYPE='TIME\_DELAY', DELAY=5.0, LATCH=FALSE., INPUT\_ID='latch'/

&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/

&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/

&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/

&DEVC ID='THCP', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=14.0,45.0,6.2/

&DEVC ID='THCP01', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=9.4,45.0,6.2/

&DEVC ID='THCP02', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=4.6,45.0,6.2/

&DEVC ID='SPRK1', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,36.4,9.4/

&DEVC ID='SPRK2', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,36.4,9.2/

&DEVC ID='SPRK3', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,36.4,9.0/

&DEVC ID='SPRK4', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,36.4,8.8/

&DEVC ID='SPRK5', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,36.4,8.6/

&DEVC ID='SPRK6', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,36.4,8.4/

&DEVC ID='SPRK7', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,40.0,9.4/

&DEVC ID='SPRK8', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,40.0,9.2/

&DEVC ID='SPRK9', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,40.0,9.0/

&DEVC ID='SPRK10', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,40.0,8.8/

&DEVC ID='SPRK11', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,40.0,8.6/

&DEVC ID='SPRK12', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,40.0,8.4/

&DEVC ID='SPRK19', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,46.8,9.4/

&DEVC ID='SPRK20', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,46.8,9.2/

&DEVC ID='SPRK21', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,46.8,9.0/

&DEVC ID='SPRK22', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,46.8,8.8/

&DEVC ID='SPRK23', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,46.8,8.6/

&DEVC ID='SPRK24', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,46.8,8.4/

&DEVC ID='SPRK13', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,43.4,9.4/

&DEVC ID='SPRK14', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,43.4,9.2/

&DEVC ID='SPRK15', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,43.4,9.0/

&DEVC ID='SPRK16', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,43.4,8.8/

&DEVC ID='SPRK17', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,43.4,8.6/

&DEVC ID='SPRK18', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,43.4,8.4/

&DEVC ID='SPRK25', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,50.0,9.4/

&DEVC ID='SPRK26', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,50.0,9.2/

&DEVC ID='SPRK27', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,50.0,9.0/

&DEVC ID='SPRK28', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,50.0,8.8/

&DEVC ID='SPRK29', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,50.0,8.6/

&DEVC ID='SPRK30', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,50.0,8.4/

&DEVC ID='SPRK31', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,53.6,9.4/

&DEVC ID='SPRK32', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,53.6,9.2/  
 &DEVC ID='SPRK33', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,53.6,9.0/  
 &DEVC ID='SPRK34', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,53.6,8.8/  
 &DEVC ID='SPRK35', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,53.6,8.6/  
 &DEVC ID='SPRK36', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,53.6,8.4/  
 &DEVC ID='SD', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=14.0,45.0,9.6/  
 &DEVC ID='SD01', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=7.0,39.4,9.0/  
 &DEVC ID='SD02', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=7.0,50.6,9.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT01->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT01->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/  
 &DEVC ID='LAYER HEIGHT01->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/

&MATL ID='PMMA',  
 SPECIFIC\_HEAT=1.45,  
 CONDUCTIVITY=0.193,  
 DENSITY=1160.0,  
 EMISSIVITY=0.95,  
 HEAT\_OF\_COMBUSTION=2.445E4,  
 N\_REACTIONS=1,  
 HEAT\_OF\_REACTION=846.0,  
 A=8.6E12,  
 E=1.88E5,  
 N\_REACTIONS =1,  
 SPEC\_ID=REAC\_FUEL,  
 NU\_SPEC=1,  
 REFERENCE\_TEMPERATURE=306/

&SURF ID='PMMA-A',  
 RGB=28.0,211.0,233.0,  
 BURN\_AWAY=.TRUE.,  
 BACKING='VOID',  
 MATL\_ID(1,1)=PMMA',  
 MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
 THICKNESS(1)=1.0/

&SURF ID='PMMA',  
 RGB=28.0,211.0,233.0,  
 BURN\_AWAY=.TRUE.,  
 MATL\_ID(1,1)=PMMA',  
 MATL\_MASS\_FRACTION(1,1)=1.0,  
 THICKNESS(1)=1.0/

&SURF ID='Initiator',

RGB=255.0,102.0,0.0,  
 HRRPUA=1500.0,  
 RAMP\_Q='Iniciator\_RAMP\_Q'/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=0.0, F=0.0/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=6.0, F=0.4/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=9.0, F=0.6/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=10.0, F=0.8/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=15.0, F=1.0/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=30.0, F=1.0/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=40.0, F=1.0/  
 &RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=60.0, F=0.1/  
  
 &OBST ID='Obstruction', XB=-0.4,-0.2,36.0,54.0,0.0,8.64, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,0.2,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=0.2,0.4,36.0,54.0,8.6,8.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=2.6,2.8,36.0,54.0,8.8,9.0, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=5.0,5.2,36.0,54.0,9.0,9.2, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=7.2,7.4,36.0,54.0,9.2,9.4, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=9.6,9.8,36.0,54.0,9.4,9.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=11.8,12.2,36.0,54.0,9.6,9.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=-0.4,0.2,36.0,54.0,8.6,8.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=0.4,2.6,36.0,54.0,8.8,8.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=2.8,5.0,36.0,54.0,9.0,9.0, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=5.2,7.2,36.0,54.0,9.2,9.2, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=7.4,9.6,36.0,54.0,9.4,9.4, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=9.8,11.8,36.0,54.0,9.6,9.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=12.2,14.0,36.0,54.0,9.8,9.8, SURF\_ID='INERT'/

&HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,50.2,51.2,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,46.4,47.4,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,42.6,43.6,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,38.8,39.8,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=11.0,12.4,47.4,49.2,9.4,10.02, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=11.0,12.4,40.8,42.6,9.4,10.02, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&VENT ID='Vent', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,36.0,36.0,0.0,6.2/  
 &VENT ID='Vent0', SURF\_ID='MIRROR', XB=14.0,14.0,36.0,54.0,0.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent01', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,54.0,54.0,0.0,6.2/  
 &VENT ID='Vent02', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,14.0,36.0,54.0,10.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent03', SURF\_ID='Iniciator', XB=13.6,14.0,44.6,45.4,0.0,0.0, CTRL\_ID='Control01'/  
 &VENT ID='Vent05', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,-0.4,36.0,54.0,0.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent06', SURF\_ID='OPEN', XB=0.2,2.6,36.0,36.0,8.80931,10.0/  
 &VENT ID='Vent07', SURF\_ID='OPEN', XB=2.6,5.0,36.0,36.0,9.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent08', SURF\_ID='OPEN', XB=5.0,7.2,36.0,36.0,9.2,10.0/  
 &VENT ID='Vent09', SURF\_ID='OPEN', XB=7.2,9.6,36.0,36.0,9.4,10.0/



&VENT ID='Vent10', SURF\_ID='OPEN', XB=9.6,11.8,36.0,36.0,9.6,10.0/  
&VENT ID='Vent11', SURF\_ID='OPEN', XB=11.8,14.0,36.0,36.0,9.8,10.0/  
&VENT ID='Vent12', SURF\_ID='OPEN', XB=0.2,2.6,54.0,54.0,8.80931,10.0/  
&VENT ID='Vent13', SURF\_ID='OPEN', XB=2.6,5.0,54.0,54.0,9.0,10.0/  
&VENT ID='Vent14', SURF\_ID='OPEN', XB=5.0,7.2,54.0,54.0,9.2,10.0/  
&VENT ID='Vent15', SURF\_ID='OPEN', XB=7.2,9.6,54.0,54.0,9.4,10.0/  
&VENT ID='Vent16', SURF\_ID='OPEN', XB=9.6,11.8,54.0,54.0,9.6,10.0/  
&VENT ID='Vent17', SURF\_ID='OPEN', XB=11.8,14.0,54.0,54.0,9.8,10.0/  
&VENT ID='Vent18', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,0.2,36.0,36.0,8.6,10.0/  
&VENT ID='Vent19', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,0.2,54.0,54.0,8.6,10.0/

&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=6.2/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=12.4/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBY=45.0/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=0.0/

&TAIL /

## Příloha 4 – Zdrojový kód – Požární scénář 4

ZOKT.fds

&HEAD CHID='ZOKT'/

&TIME T\_END=900.0/

&DUMP RENDER\_FILE='ZOKT.ge1', COLUMN\_DUMP\_LIMIT=.TRUE., DT\_RESTART=10.0/

&MESH ID='Mesh01', IJK=72,50,40, XB=-0.4,14.0,40.0,50.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh02', IJK=72,90,10, XB=-0.4,14.0,36.0,54.0,8.0,10.0/

&MESH ID='Mesh03', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,50.0,54.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh04', IJK=34,10,20, XB=0.4,14.0,36.0,40.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh05', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,36.0,40.0,0.0,8.0/

&MESH ID='Mesh06', IJK=4,20,40, XB=-0.4,0.4,50.0,54.0,0.0,8.0/

&ZONE ID='Zone01', XB=0.0,10.0,0.0,10.0,0.0,10.0/

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

&PART ID='Water',

```

SPEC_ID='WATER VAPOR',
DIAMETER=2000.0,
MONODISPERSE=.TRUE.,
AGE=60.0,
SAMPLING_FACTOR=1/

&REAC ID='PMMA',
FYI='SFPE Handbook, 3rd Edition',
FUEL='REAC_FUEL',
C=1.0,
H=1.6,
O=0.4,
CO_YIELD=0.01,
SOOT_YIELD=0.022/

&PROP ID='Default_Water Spray',
QUANTITY='SPRINKLER LINK TEMPERATURE',
ACTIVATION_TEMPERATURE=68.0,
C_FACTOR=1.0,
PART_ID='Water',
OFFSET=0.1,
K_FACTOR=115.0,
OPERATING_PRESSURE=0.5,
ORIFICE_DIAMETER=0.014,
SPRAY_ANGLE=60.0,75.0/

&PROP ID='Cleary Ionization II',
QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',
ALPHA_E=2.5,
BETA_E=-0.7,
ALPHA_C=0.8,
BETA_C=-0.9/

&CTRL ID='Control02', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='or'/
&CTRL ID='or', FUNCTION_TYPE='ANY', LATCH=.FALSE., INPUT_ID='SD','SD01','SD02'/
&CTRL ID='Control01', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.FALSE., INITIAL_STATE=.TRUE., INPUT_ID='tdelay'/
&CTRL ID='tdelay', FUNCTION_TYPE='TIME_DELAY', DELAY=5.0, LATCH=.FALSE., INPUT_ID='latch'/
&CTRL ID='latch', FUNCTION_TYPE='ALL', LATCH=.TRUE., INPUT_ID='or2'/
&CTRL ID='or2', FUNCTION_TYPE='ANY', LATCH=.FALSE., INPUT_ID='SPRK13','SPRK14','SPRK19','SPRK20'/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT1->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=7.0,7.0,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='THCP', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=14.0,45.0,6.2/

```

&DEVC ID='THCP01', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=9.4,45.0,6.2/  
&DEVC ID='THCP02', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=4.6,45.0,6.2/  
&DEVC ID='SPRK1', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,36.4,9.4/  
&DEVC ID='SPRK2', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,36.4,9.2/  
&DEVC ID='SPRK3', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,36.4,9.0/  
&DEVC ID='SPRK4', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,36.4,8.8/  
&DEVC ID='SPRK5', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,36.4,8.6/  
&DEVC ID='SPRK6', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,36.4,8.4/  
&DEVC ID='SPRK7', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,40.0,9.4/  
&DEVC ID='SPRK8', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,40.0,9.2/  
&DEVC ID='SPRK9', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,40.0,9.0/  
&DEVC ID='SPRK10', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,40.0,8.8/  
&DEVC ID='SPRK11', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,40.0,8.6/  
&DEVC ID='SPRK12', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,40.0,8.4/  
&DEVC ID='SPRK19', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,46.8,9.4/  
&DEVC ID='SPRK20', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,46.8,9.2/  
&DEVC ID='SPRK21', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,46.8,9.0/  
&DEVC ID='SPRK22', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,46.8,8.8/  
&DEVC ID='SPRK23', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,46.8,8.6/  
&DEVC ID='SPRK24', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,46.8,8.4/  
&DEVC ID='SPRK13', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,43.4,9.4/  
&DEVC ID='SPRK14', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,43.4,9.2/  
&DEVC ID='SPRK15', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,43.4,9.0/  
&DEVC ID='SPRK16', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,43.4,8.8/  
&DEVC ID='SPRK17', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,43.4,8.6/  
&DEVC ID='SPRK18', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,43.4,8.4/  
&DEVC ID='SPRK25', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,50.0,9.4/  
&DEVC ID='SPRK26', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,50.0,9.2/  
&DEVC ID='SPRK27', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,50.0,9.0/  
&DEVC ID='SPRK28', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,50.0,8.8/  
&DEVC ID='SPRK29', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,50.0,8.6/  
&DEVC ID='SPRK30', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,50.0,8.4/  
&DEVC ID='SPRK31', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=14.0,53.6,9.4/  
&DEVC ID='SPRK32', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=11.6,53.6,9.2/  
&DEVC ID='SPRK33', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=9.2,53.6,9.0/  
&DEVC ID='SPRK34', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=6.8,53.6,8.8/  
&DEVC ID='SPRK35', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=4.4,53.6,8.6/  
&DEVC ID='SPRK36', PROP\_ID='Default\_Water Spray', XYZ=1.2,53.6,8.4/  
&DEVC ID='SD', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=14.0,45.0,9.6/  
&DEVC ID='SD01', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=7.0,39.4,9.0/  
&DEVC ID='SD02', PROP\_ID='Cleary Ionization II', XYZ=7.0,50.6,9.0/

```

&DEVC ID='LAYER HEIGHT01->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT01->LTEMP', QUANTITY='LOWER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/
&DEVC ID='LAYER HEIGHT01->UTEMP', QUANTITY='UPPER TEMPERATURE', XB=12.6,12.6,45.0,45.0,0.0,8.0/

&MATL ID='PMMA',
  SPECIFIC_HEAT=1.45,
  CONDUCTIVITY=0.193,
  DENSITY=1160.0,
  EMISSIVITY=0.95,
  HEAT_OF_COMBUSTION=2.445E4,
  N_REACTIONS=1,
  HEAT_OF_REACTION=846.0,
  A=8.6E12,
  E=1.88E5,
  N_REACTIONS =1,
  SPEC_ID=REAC_FUEL,
  NU_SPEC=1,
  REFERENCE_TEMPERATURE=306/

&SURF ID='PMMA-A',
  RGB=28.0,211.0,233.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)=PMMA',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=1.0/
&SURF ID='PMMA',
  RGB=28.0,211.0,233.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  MATL_ID(1,1)=PMMA',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=1.0/
&SURF ID='Iniciator',
  RGB=255.0,102.0,0.0,
  HRRPUA=1500.0,
  RAMP_Q='Iniciator_RAMP_Q'/
&RAMP ID='Iniciator_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='Iniciator_RAMP_Q', T=6.0, F=0.4/
&RAMP ID='Iniciator_RAMP_Q', T=9.0, F=0.6/
&RAMP ID='Iniciator_RAMP_Q', T=10.0, F=0.8/
&RAMP ID='Iniciator_RAMP_Q', T=15.0, F=1.0/

```

&RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=30.0, F=1.0/  
&RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=40.0, F=1.0/  
&RAMP ID='Iniciator\_RAMP\_Q', T=60.0, F=0.1/

&OBST ID='Obstruction', XB=-0.4,-0.2,36.0,54.0,0.0,8.64, SURF\_ID='INERT'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,0.2,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,0.0,1.6, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,0.0,3.2, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,1.8,3.4, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,5.6,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=8.0,10.4,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,37.2,38.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,41.6,42.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,47.6,48.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,46.6,47.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,45.6,46.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,42.6,43.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,43.6,44.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,44.6,45.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.0,50.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,50.8,51.6,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,52.0,52.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,36.0,36.8,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,40.6,41.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/

&OBST ID='Obstruction', XB=12.8,14.0,39.2,40.0,3.6,4.8, SURF\_ID='PMMA-A'/

&OBST ID='Obstruction', XB=3.2,4.4,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA'/  
 &OBST ID='Obstruction', XB=4.4,5.6,48.6,49.4,3.6,5.0, SURF\_ID='PMMA-A'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=0.2,0.4,36.0,54.0,8.6,8.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=2.6,2.8,36.0,54.0,8.8,9.0, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=5.0,5.2,36.0,54.0,9.0,9.2, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=7.2,7.4,36.0,54.0,9.2,9.4, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=9.6,9.8,36.0,54.0,9.4,9.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=11.8,12.2,36.0,54.0,9.6,9.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=-0.4,0.2,36.0,54.0,8.6,8.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=0.4,2.6,36.0,54.0,8.8,8.8, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=2.8,5.0,36.0,54.0,9.0,9.0, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=5.2,7.2,36.0,54.0,9.2,9.2, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=7.4,9.6,36.0,54.0,9.4,9.4, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=9.8,11.8,36.0,54.0,9.6,9.6, SURF\_ID='INERT'/  
 &OBST ID='Strecha', XB=12.2,14.0,36.0,54.0,9.8,9.8, SURF\_ID='INERT'/

&HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,50.2,51.2,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,46.4,47.4,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,42.6,43.6,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=-0.42,-0.19,38.8,39.8,0.8,1.6, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=11.0,12.4,47.4,49.2,9.4,10.02, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/  
 &HOLE ID='Hole', XB=11.0,12.4,40.8,42.6,9.4,10.02, RGB=20.0,45.0,240.0, CTRL\_ID='Control02'/

&VENT ID='Vent', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,36.0,36.0,0.0,6.2/  
 &VENT ID='Vent0', SURF\_ID='MIRROR', XB=14.0,14.0,36.0,54.0,0.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent01', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.2,14.0,54.0,54.0,0.0,6.2/  
 &VENT ID='Vent02', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,14.0,36.0,54.0,10.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent03', SURF\_ID='Iniciator', XB=13.6,14.0,44.6,45.4,0.0,0.0, CTRL\_ID='Control01'/  
 &VENT ID='Vent05', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,-0.4,36.0,54.0,0.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent06', SURF\_ID='OPEN', XB=0.2,2.6,36.0,36.0,8.80931,10.0/  
 &VENT ID='Vent07', SURF\_ID='OPEN', XB=2.6,5.0,36.0,36.0,9.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent08', SURF\_ID='OPEN', XB=5.0,7.2,36.0,36.0,9.2,10.0/  
 &VENT ID='Vent09', SURF\_ID='OPEN', XB=7.2,9.6,36.0,36.0,9.4,10.0/  
 &VENT ID='Vent10', SURF\_ID='OPEN', XB=9.6,11.8,36.0,36.0,9.6,10.0/  
 &VENT ID='Vent11', SURF\_ID='OPEN', XB=11.8,14.0,36.0,36.0,9.8,10.0/  
 &VENT ID='Vent12', SURF\_ID='OPEN', XB=0.2,2.6,54.0,54.0,8.80931,10.0/  
 &VENT ID='Vent13', SURF\_ID='OPEN', XB=2.6,5.0,54.0,54.0,9.0,10.0/  
 &VENT ID='Vent14', SURF\_ID='OPEN', XB=5.0,7.2,54.0,54.0,9.2,10.0/  
 &VENT ID='Vent15', SURF\_ID='OPEN', XB=7.2,9.6,54.0,54.0,9.4,10.0/  
 &VENT ID='Vent16', SURF\_ID='OPEN', XB=9.6,11.8,54.0,54.0,9.6,10.0/  
 &VENT ID='Vent17', SURF\_ID='OPEN', XB=11.8,14.0,54.0,54.0,9.8,10.0/



&VENT ID='Vent18', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,0.2,36.0,36.0,8.6,10.0/

&VENT ID='Vent19', SURF\_ID='OPEN', XB=-0.4,0.2,54.0,54.0,8.6,10.0/

&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=6.2/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=12.4/

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBZ=45.0/

&SLCF QUANTITY='VELOCITY', VECTOR=.TRUE., PBX=0.0/

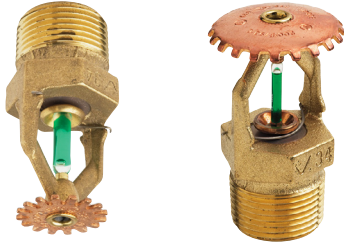
&TAIL /

**Příloha 5 – Technický list sprinklerové hlavice Victaulic**

# FireLock® V34, K115

## Models V3401, V3402, V3423, V3424

### Standard Spray Upright and Pendent Standard and Quick Response



V3423 (G4020052, Nr1260/2002) and V3424 (G4020050, Nr1259/2002) Pendent  
 V3401<sup>1</sup> (G4020052, Nr1262/2002) and V3402<sup>1</sup> (G4020049, Nr1261/2002) Upright

### Technical Specifications:

**Models:** V3401, V3402, V3423, V3424  
**Style:** Pendent, Upright  
**K Factor:** 8.0 Imp./115 S.I.<sup>2</sup>  
**Nominal Thread Size:** 3/4" NPT/20 mm BSP  
**Max. Working Pressure:** 175 psi/12.5 Bar  
**Factory Hydrostatic Test:** 100% @ 500 psi/34.5 Bar  
**Min. Operating Pressure:** 5 psi/0.35 Bar  
**Temperature Rating:** See chart

<sup>2</sup> For K-Factor when pressure is measured in Bar, multiply S.I. units by 10.0.

### Approvals/Listings:



See Victaulic Publication [10.01](#) for more details.

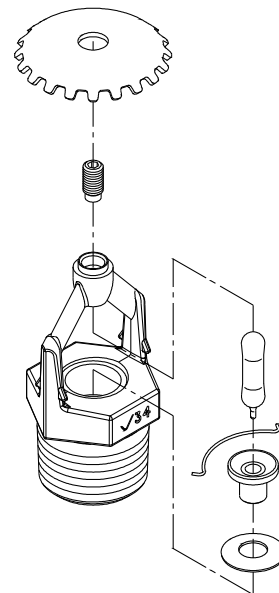
### Product Description:

Model V34 standard spray sprinklers are designed to produce large discharge capacity in a hemispherical pattern standard in commercial applications. It is cast with a hex-shaped wrench boss to allow easy tightening from many angles, reducing assembly effort. This sprinkler is available in various temperature ratings (see chart on page 3) and finishes to meet many design requirements.

### Coverage

For coverage area and sprinkler placement, refer to applicable installation standards.

<sup>1</sup> UL, ULC Listed; FM Approved



Exaggerated for clarity

### Job/Owner

System No.	
Location	

### Contractor

Submitted By	
Date	

### Engineer

Spec Section	
Paragraph	
Approved	
Date	

**Material Specifications:**

- Upright Deflector:** Bronze per UNS C22000
- Pendent Deflector:** Bronze per UNS C51000
- Bulb:** Glass with glycerin solution
- Bulb Nominal Diameter:**
  - Standard Response: 5.0 mm
  - Quick Response: 3.0 mm
- Load Screw:** Bronze per UNS C65100
- Pip Cap:** Bronze per UNS C65100
- Spring:** Beryllium nickel
- Seal:** Teflon<sup>3</sup> tape
- Frame:** Die cast brass 65-30
- Lodgement Spring:** Stainless steel per UNS S30200

**Accessories**

---

**Installation Wrench:**

- Open End: V34
- Recessed: V34

**Sprinkler Finishes:**

- Plain Brass
- Chrome plated
- White painted<sup>4</sup>
- Black painted<sup>4</sup>
- Custom painted<sup>4</sup>
- Proprietary Nickel Teflon<sup>3</sup> coating<sup>4</sup>
- VC-250<sup>5</sup>

<sup>3</sup> Teflon is a registered trademark of Dupont Co.

<sup>4</sup> UL Listed for corrosion resistance for Models V3401 and V3402 ONLY.

<sup>5</sup> UL Listed and FM Approved for corrosion resistance.

**Approvals/Listings:**

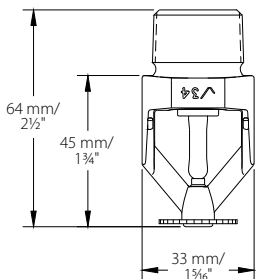
APPROVALS/LISTINGS	Model			
	V3401	V3423	V3402	V3424
Orifice Size (inches)	17/32"	17/32"	17/32"	17/32"
Orifice Size (mm)	14	14	14	14
Nominal K Factor Imperial	11.5	11.5	11.5	11.5
Nominal K Factor S.I. <sup>6</sup>	8	8	8	8
Response	Standard	Standard	Quick	Quick
Deflector Type	Upright	Pendent	Upright	Pendent
<b>Approved Temperature Ratings</b>	<b>F°/C°</b>			
VdS/CE <sup>7</sup>	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C
FM	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C 360°F/182°C	None	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	None
cULus	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C 360°F/182°C	None	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	None
NYC/MEA #62-99-E	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C 360°F/182°C	None	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	None
CSFM #7690-0531:112	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C 360°F/182°C	None	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	None
LPCB	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C 360°F/182°C	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C 360°F/182°C	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C	135°F/57°C 155°F/68°C 175°F/79°C 200°F/93°C 286°F/141°C

<sup>6</sup> For K-Factor when pressure is measured in Bar, multiply S.I. units by 10.

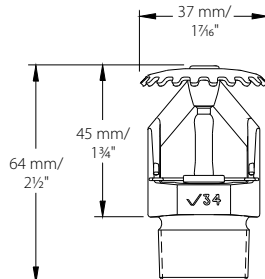
<sup>7</sup> CE: Tested to EN12259-1 Standards

Note: Listings and Approvals as of printing. All are approved open.

**Dimensions:**



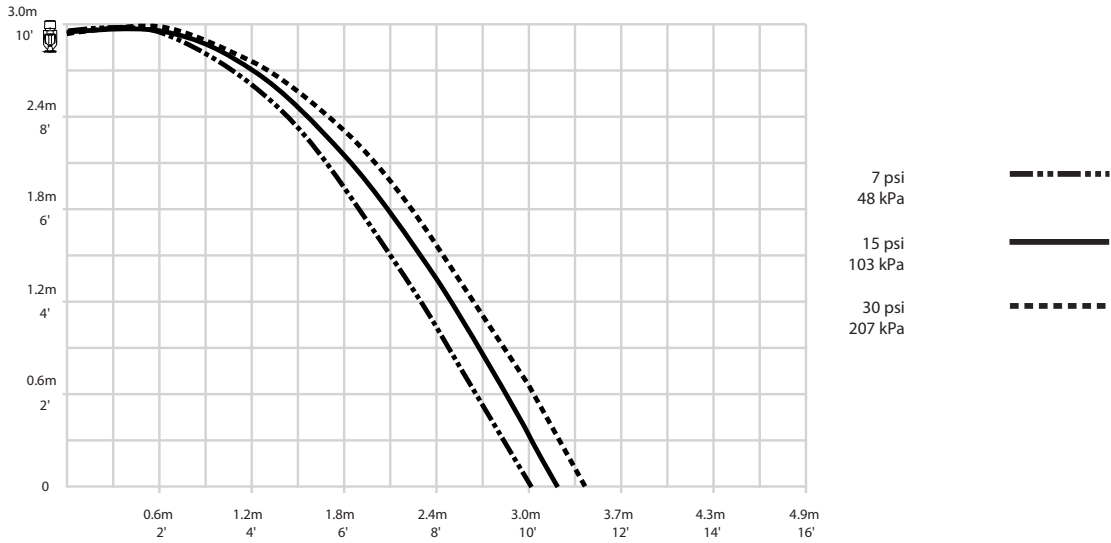
Standard Pendent – V3423, V3424



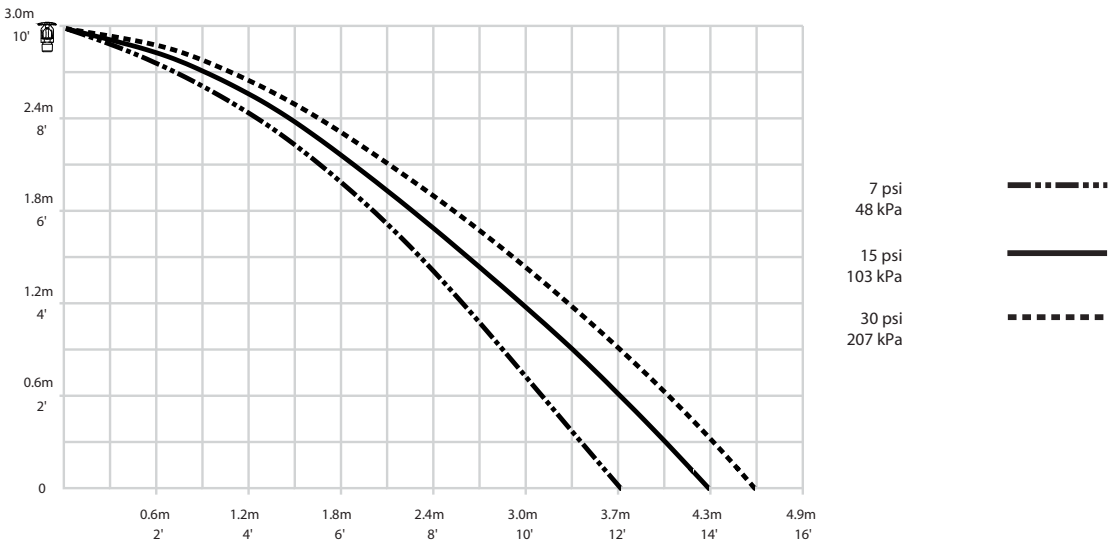
Standard Upright – V3401, V3402

**Distribution Patterns:**

Models V3423, V3424  
K115 Spray Pendent  
Distribution Patterns – Trajectory



Models V3401, V3402  
K115 Standard Upright  
Distribution Patterns – Trajectory



**NOTES:**

- A. Data shown is approximate and can vary due to differences in installation.
- B. These graphs illustrate approximate trajectories, floor-wetting, and wall-wetting patterns for these specific Victaulic FireLock Automatic Sprinklers. They are provided as information for guidance in avoiding obstructions to sprinklers and should not be used as minimum sprinkler spacing rules for installation. **Refer to the appropriate NFPA National Fire Code or the Authority Having Jurisdiction for specific information regarding obstructions, spacing limitations and area of coverage requirements.** Failure to follow these guidelines could adversely affect the performance of the sprinkler and will void all Listings, Approvals and Warranties.
- C. All patterns are symmetrical to the centerline of the waterway.

**Ratings:**

All glass bulbs are rated for temperatures from -67°F (-55°C) to those shown in the table below.




Sprinkler Temperature Classification	Victaulic Part Identification	Temperature – °F/°C		Glass Bulb Color
		Nominal Temperature Rating	Maximum Ambient Temperature Allowed	
Ordinary	A	135°F/57°C	100°F/38°C	Orange
Ordinary	C	155°F/68°C	100°F/38°C	Red
Intermediate	E	175°F/79°C	150°F/65°C	Yellow
Intermediate	F	200°F/93°C	150°F/65°C	Green
High	J	286°F/141°C	225°F/107°C	Blue
Extra High <sup>8</sup>	K	360°F/182°C	300°F/149°C	Purple
–	M	Open	–	No Bulb

<sup>8</sup> Standard response only.

**Available Wrenches:**

	V34 Recessed	V34 Open End
V3401, V402 Upright	–	✓
V3423, V3424 Pendent	✓	✓

**⚠ WARNING**

- Always read and understand installation, care, and maintenance instructions, supplied with each box of sprinklers, before proceeding with installation of any sprinklers.
- Always wear safety glasses and foot protection.
- Depressurize and drain the piping system before attempting to install, remove, or adjust any Victaulic piping products.
- Installation rules, especially those governing obstruction, must be strictly followed.
- Painting, plating, or any re-coating of sprinklers (other than that supplied by Victaulic) is not allowed.

Failure to follow these instructions could result in serious personal injury and/or property damage.

The owner is responsible for maintaining the fire protection system and devices in proper operating condition. For minimum maintenance and inspection requirements, refer to the current National Fire Protection Association pamphlet that describes care and maintenance of sprinkler systems. In addition, the authority having jurisdiction may have additional maintenance, testing, and inspection requirements that must be followed.

If you need additional copies of this publication, or if you have any questions about the safe installation of this product, contact Victaulic World Headquarters: P.O. Box 31, Easton, Pennsylvania 18044-0031 USA, Telephone: 001-610-559-3300.

**Installation**

Reference should always be made to the I-40 Victaulic FireLock Automatic Sprinklers Installation and Maintenance Sheet for the product you are installing. This installation sheet is included with each shipment of Victaulic products for complete installation and assembly data, and is available in PDF format on our website at victaulic.com.

**Warranty**

Refer to the Warranty section of the current Price List or contact Victaulic for details.

**Note**

This product shall be manufactured by Victaulic or to Victaulic specifications. All products to be installed in accordance with current Victaulic installation/assembly instructions. Victaulic reserves the right to change product specifications, designs and standard equipment without notice and without incurring obligations.

**Trademarks**

Victaulic is a registered trademark of Victaulic Company.