



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



STABFI

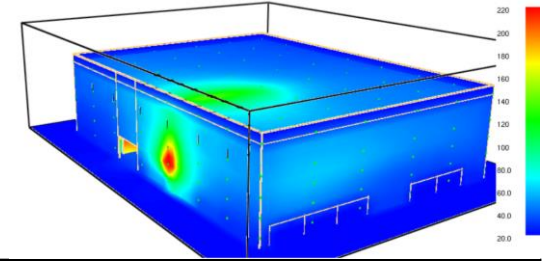
Požární scénáře pro průmyslovou halu

Nikola Lišková

Kamila Cábová, František Wald



Motivace



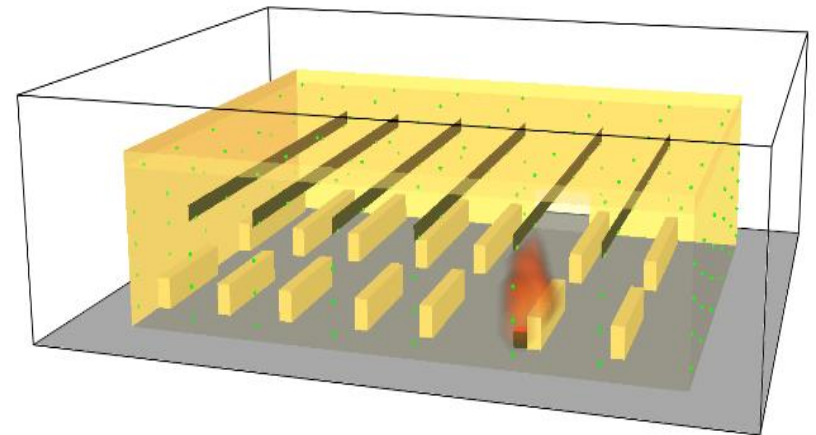
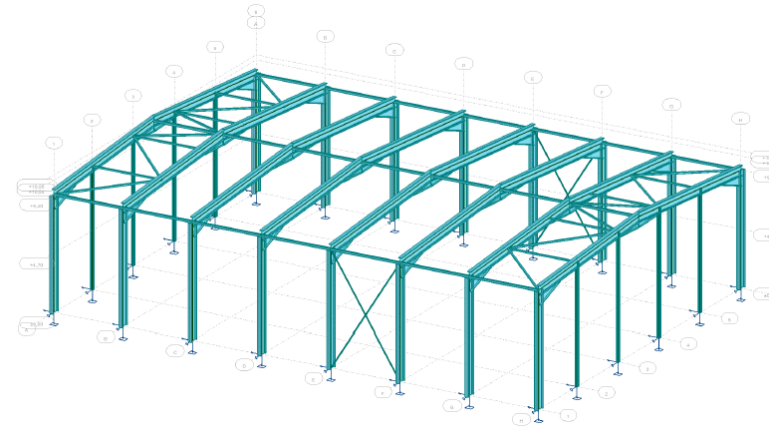
- Pro návrh konstrukce je rozhodující předpověď teplot, kterých může být v daném prostoru při požáru dosaženo.
- Rozvoj požáru se výrazně liší v závislosti na velikosti požárního úseku, ventilaci a požárním zatížení.

Cíl studie:

Využití programu FDS pro předpověď šíření požáru a výpočet teploty plynů a konstrukcí při požáru v halovém objektu.

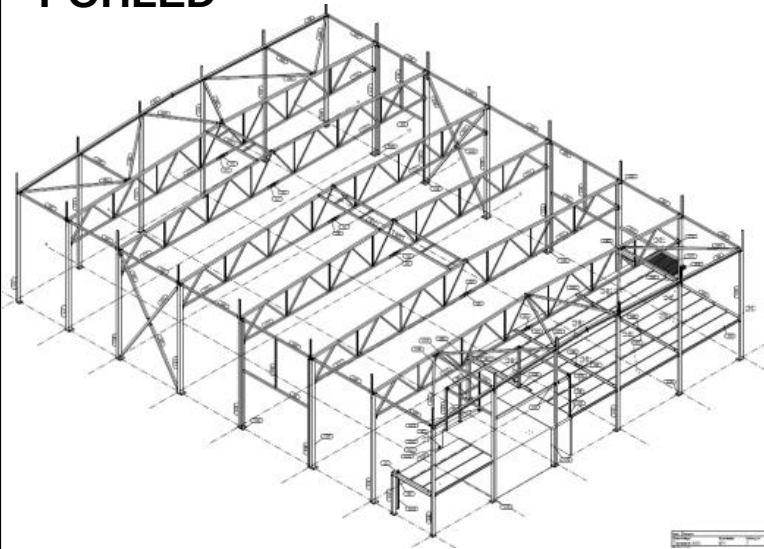
Obsah

- Skladovací hala a FDS model
- Požární scénáře
- Výsledky
- Studie citlivosti
- Závěry

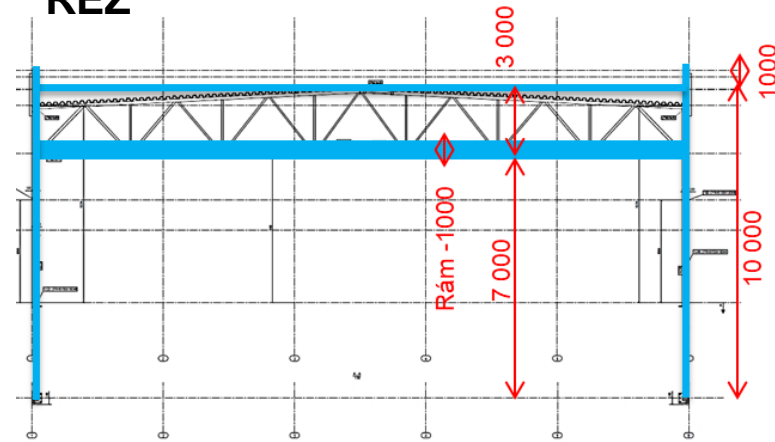


Skladovací hala a FDS model

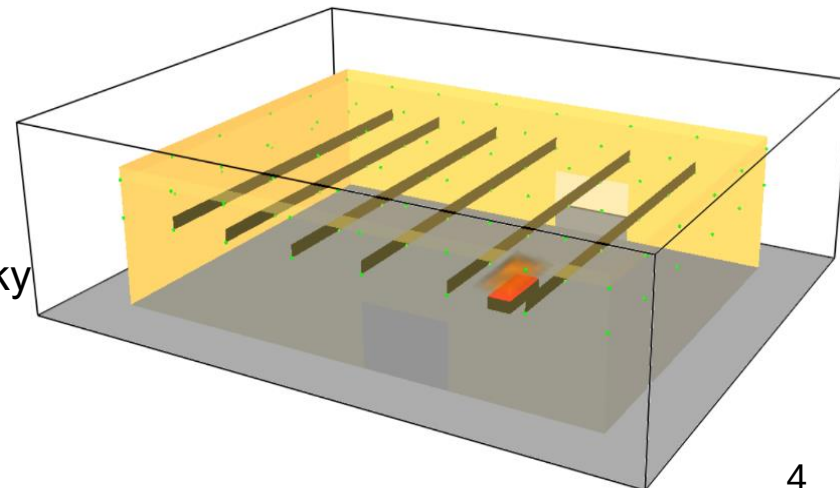
POHLED



ŘEZ



**Fire Dynamics Simulator
verze FDS 6.6.0, Smokeview 6.6.0**



► FDS model

Scénáře

Výsledky

Citlivost sítě

Závěry

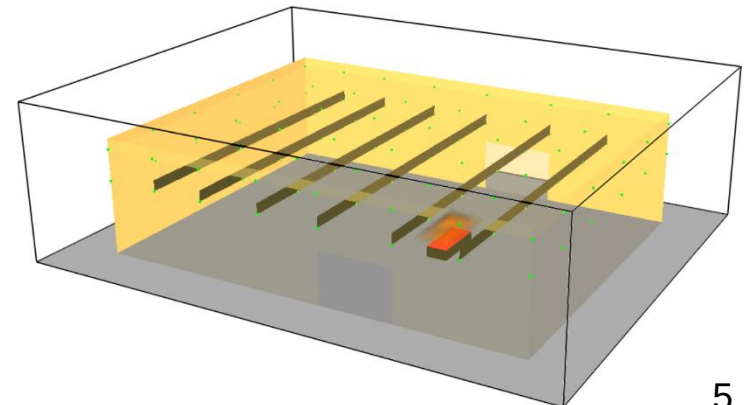
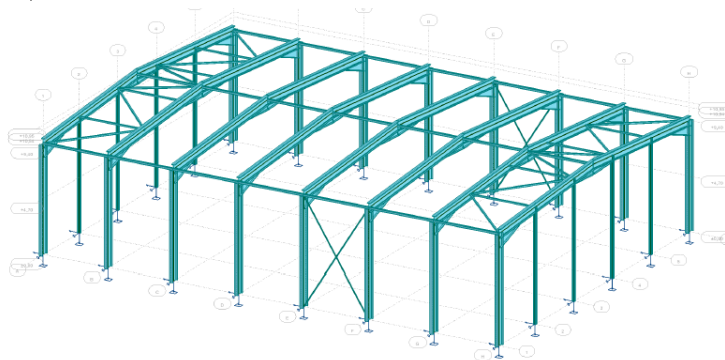
- Půdorysné rozměry 31 m x 41 m
- Výška 10 m
- Otvor: 7 x 5 m / 5 x 3 m / 1 x 1m
- 6 x vnitřní rámy / příhradové vazníky
výšky 3 m, délky 31 m

FDS model

Vstupní data _ Materiály

- Konstrukční ocel (stěny, strop, nosníky)
- Beton (podlahy)

STEEL			CONCRETE		
Coefficient of thermal conductivity λ	45,8	[W/m.K]	Coefficient of thermal conductivity λ	1,74	[W/m.K]
Specific heat capacity c	1,02	[kJ/kg.K]	Specific heat capacity c	0,46	[kJ/kg.K]
Material density ρ	7800	[kg/m ³]	Material density ρ	2500	[kg/m ³]
Note: Thermal properties are taken from ČSN EN 1992-1-2 and ČSN EN 1993-1-2					



► FDS model

Scénáře

Výsledky

Citlivost sítě

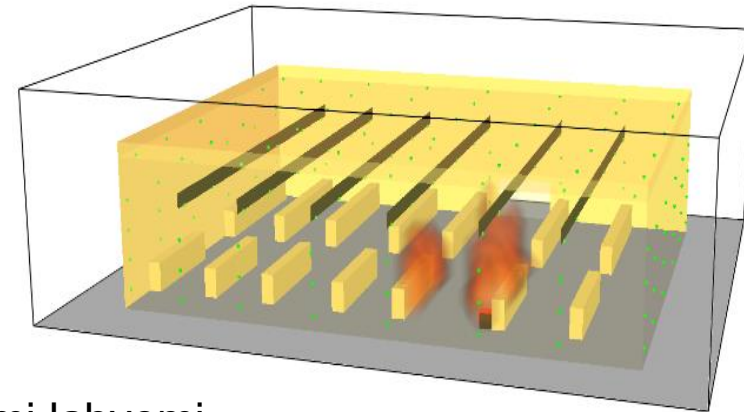
Závěry

Požární scénáře

- **Analýza vlivu:**
 - Větrací podmínky _ velikost otvorů
 - Umístění a typu zdroje požáru

1. **Lokální požár**

- Vysokozdvížený vozík
 - Velká vrata 7 x 5 m
 - Malá vrata 5 x 3 m
 - Střešní otvor 1 x 1 m
- Dřevěné palety s platovými lahvemi
 - Malá vrata 5 x 3 m
 - Rozdílné pozice zdroje požáru



2. **Šíření požáru mezi regály**

- Zdroj požáru - hořlavá tekutina – regály hoří po dosažení teploty vznícení

FDS model

➤ **Scénáře**

Výsledky

Citlivost sítě

Závěry

HRR vstupní data

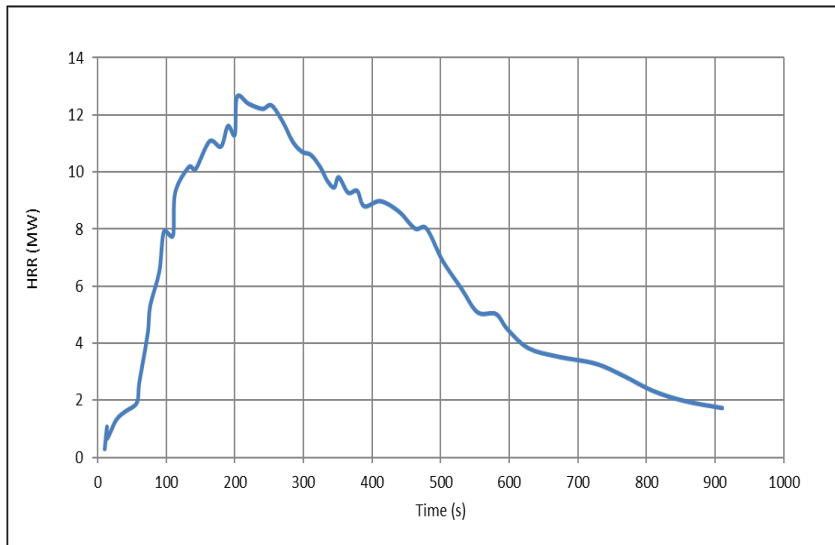
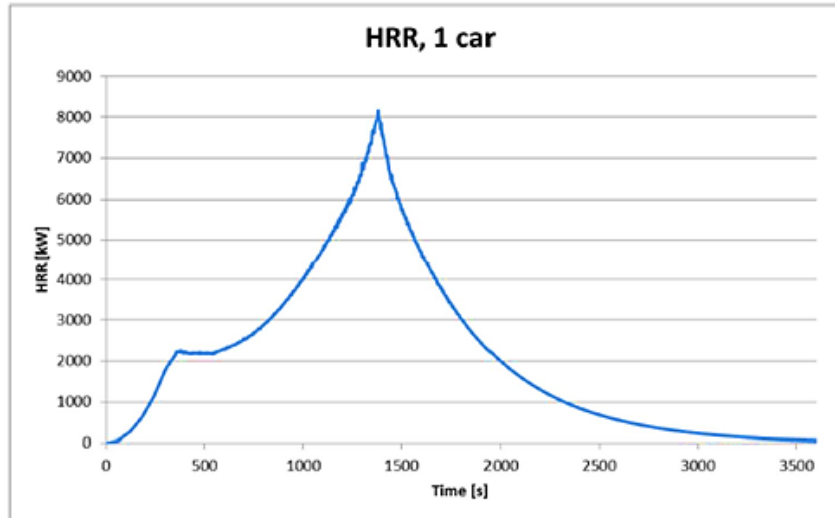
FDS model

► Scénáře

Výsledky

Citlivost sítě

Závěry



Osobní automobil kategorie 2
= vysokozdvížný vozík
(Heinisuo, Partanen, Modeling of Car Fires with Sprinklers, 2013)

trade-marks	category 1	category 2	category 3
Peugeot	106	306	406
Renault	Twingo-Clio	Mégane	Laguna
Citroën	Saxo	ZX	Xantia
Ford	Fiesta	Escort	Mondeo
Opel	Corsa	Astra	Vectra
Fiat	Punto	Bravo	Tempra
Wolkswagen	Polo	Golf	Passat

Paleta s PET lahvemi v
kartonových krabicích
(Babrauskas, Handbook for Fire Protection Engineering, 2002)



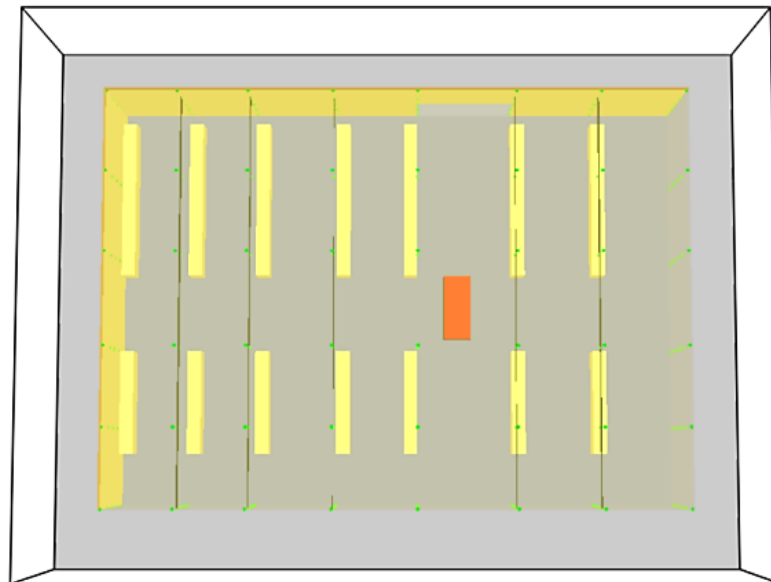
Lokální požár

Automobil / Vysokozdvížený vozík

- Regály – nehořlavý materiál _ překážka proudění horkých plynů
- Zdroj požáru: plocha 2 m x 5 m

Zdroj požáru Uprostřed haly:

- Velká vrata 7m × 5m
- Malá vrata 5m × 3m
- Střešní otvor 1m × 1m



FDS model

Scénáře

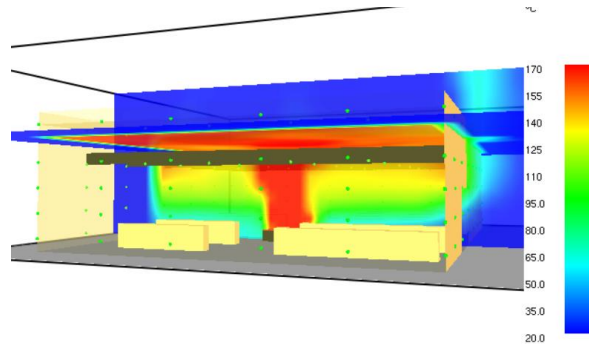
➤ Výsledky

Citlivost sítě

Závěry

Lokální požár

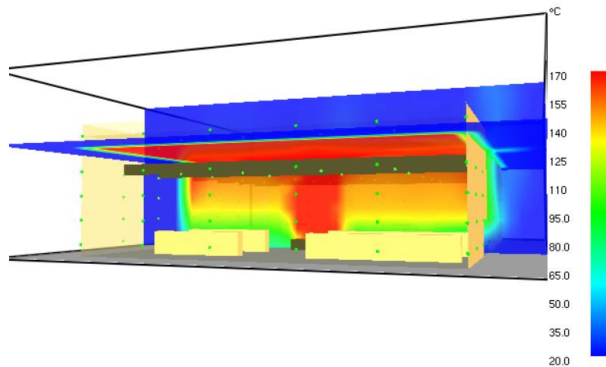
Automobil / Vysokozdvížený vozík



Nejvyšší teplota na spodním pásu
příhradového vazníku

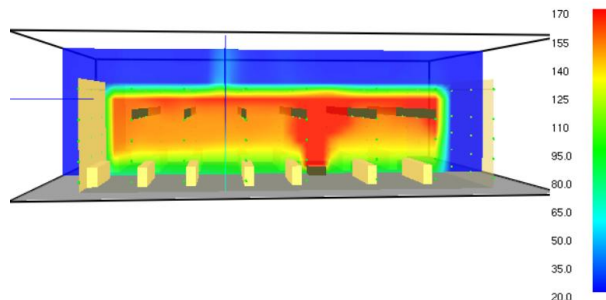
Velká vrata, 166°C ve 23,6 min

○ vrstva horkých plynů ~ 3 m



Malá vrata, 185°C ve 23,6 min

○ vrstva horkých plynů ~ 6 m



Střešní otvor, 177°C ve 24,5 min

○ vrstva horkých plynů ~ 1 m

FDS model

Scénáře

► Výsledky

Citlivost sítě

Závěry

Lokální požár

Regál s PET lahvemi

- Zdroj požáru – regál 1 x 12 m = 3 palety

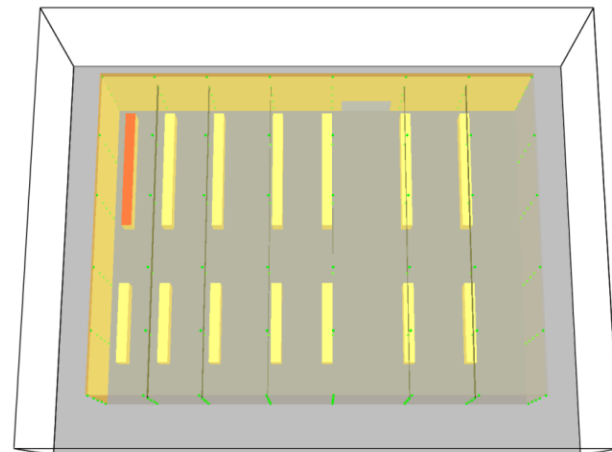
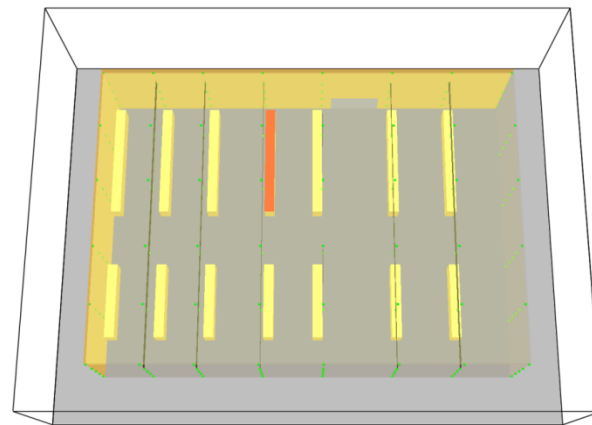
Umístění požáru:

a) Uprostřed objektu _ blízko otvoru

- Malá vrata 5m × 3m

b) V rohu objektu

- Malá vrata 5m × 3m



FDS model

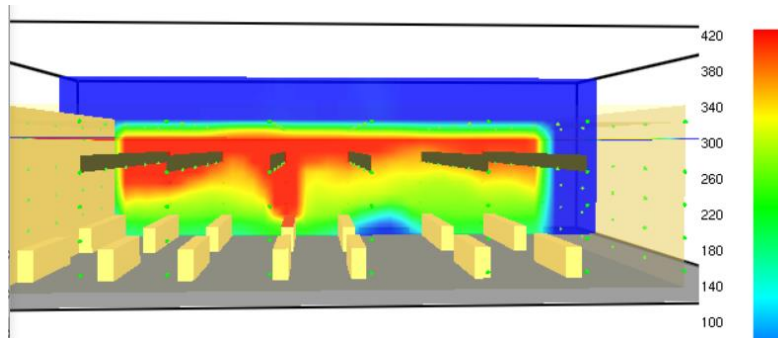
Scénáře

➤ Výsledky

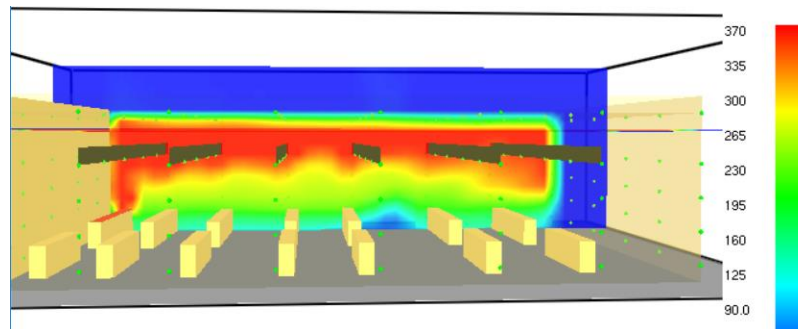
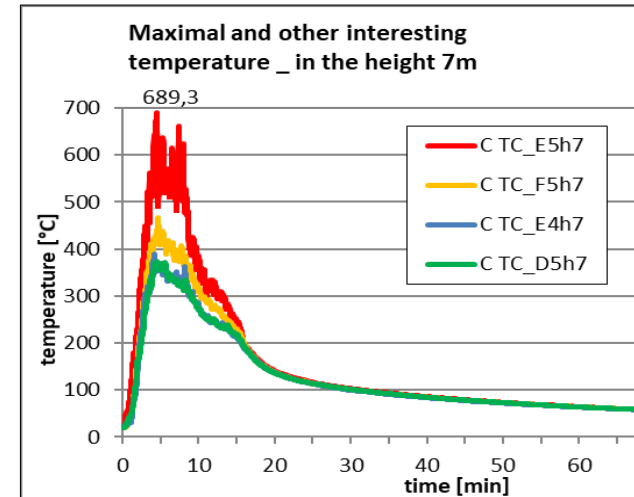
Citlivost sítě

Závěry

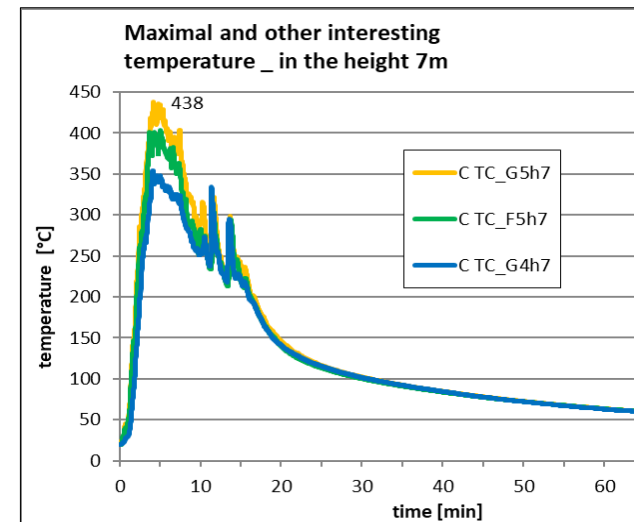
Lokální požár Regál s PET lahvemi



Zdroj požáru uprostřed objektu



Zdroj požáru v rohu objektu



FDS model

Scénáře

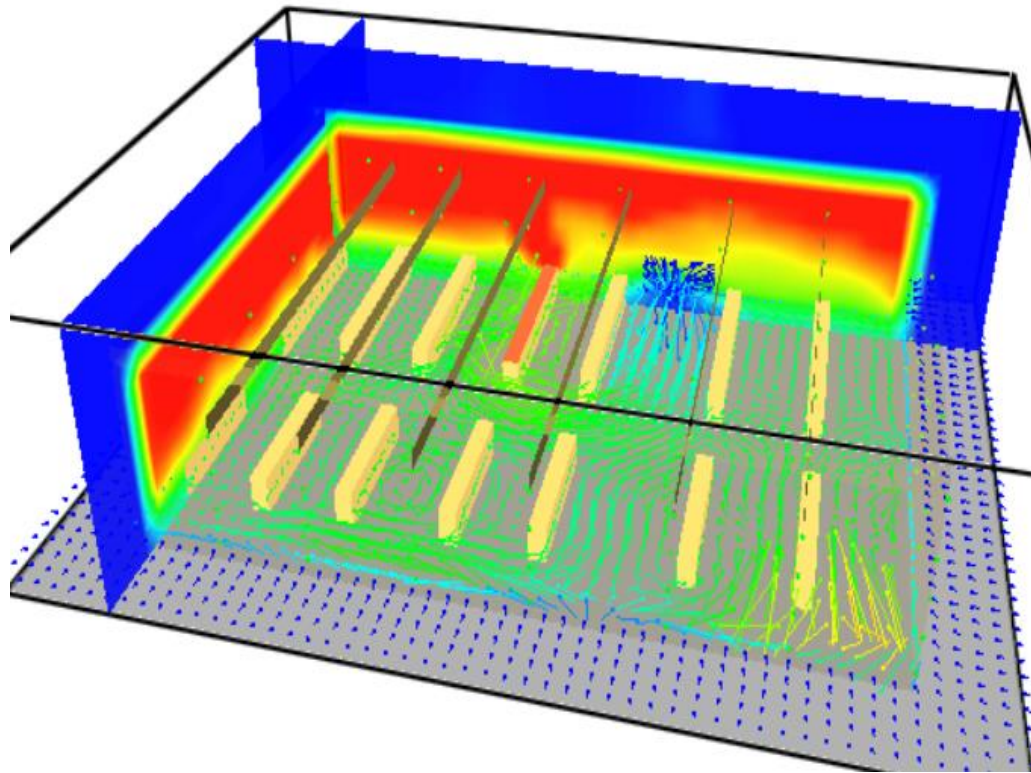
➤ Výsledky

Citlivost sítě

Závěry

Lokální požár

Regál s PET lahvemi uprostřed haly



FDS model

Scénáře

► Výsledky

Citlivost sítě

Závěry

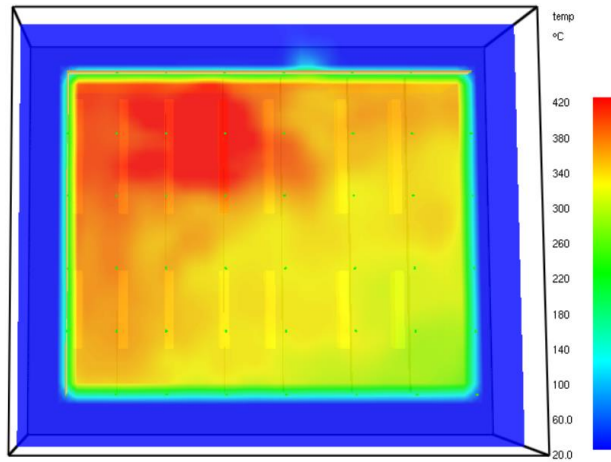
Nejvyšší teplota na spodním pásu příhradového vazníku

689°C v ose zdroje požáru

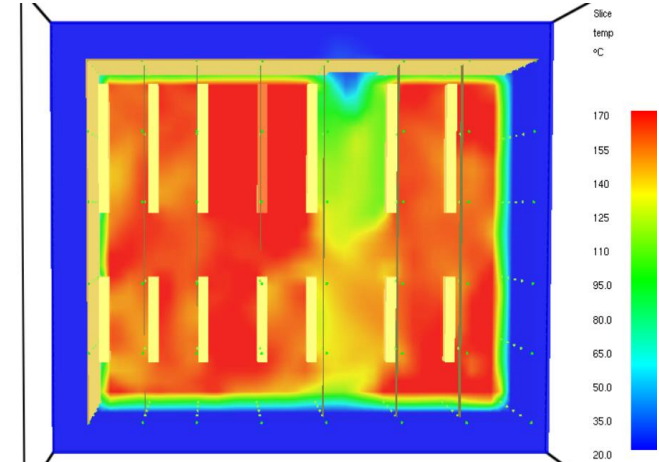
390°C ve vzdálenosti 6 m od zdroje

Lokální požár

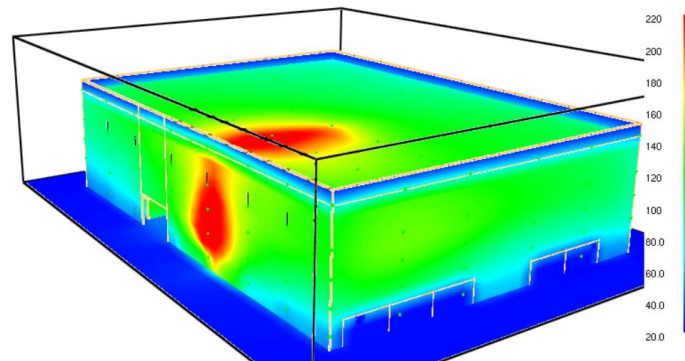
Regál s PET lahvemi uprostřed haly



Půdorysné rozložení teplot
1 m pod stropem



Půdorysné rozložení teplot
1 m nad podlahou



Rozložení teploty na plášti objektu, max 220°C ve 13. min

FDS model

Scénáře

► Výsledky

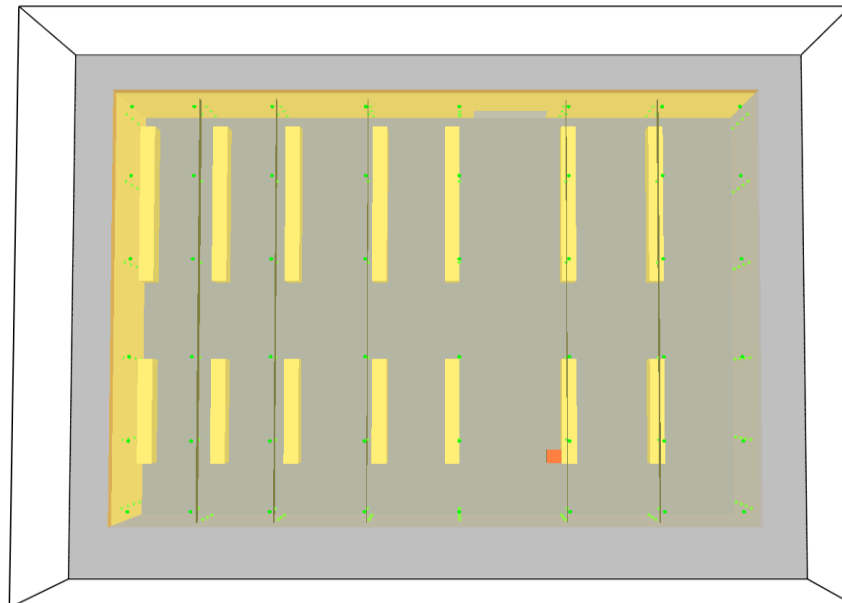
Citlivost sítě

Závěry

Šíření požáru mezi regály

- Požární zatížení – regály s paletami s PET lahvemi v kartonových krabicích (iniciační teplota 320°C)
- Zdroj požáru – hořák o ploše 1 m² (výkon 800 kW/m²), palivo petrolej
- Větrání – Malá vrata 5m × 3m

Umístění zdroje požáru



FDS model

Scénáře

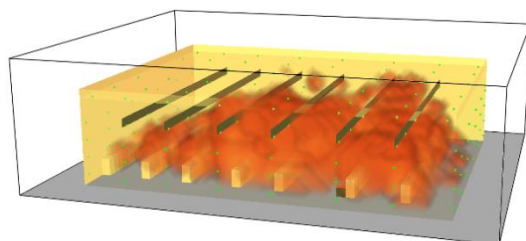
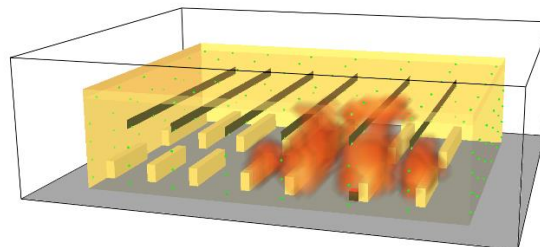
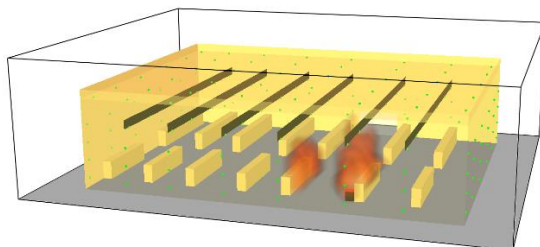
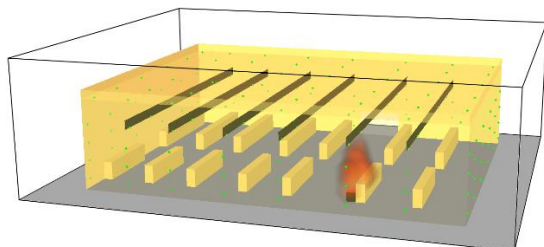
➤ Výsledky

Citlivost sítě

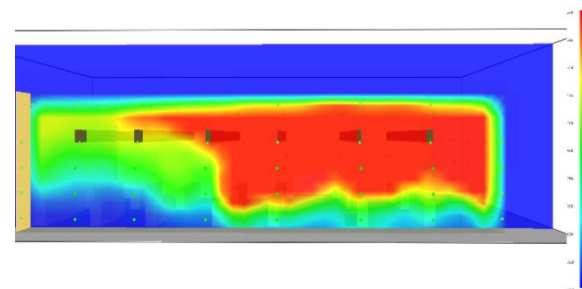
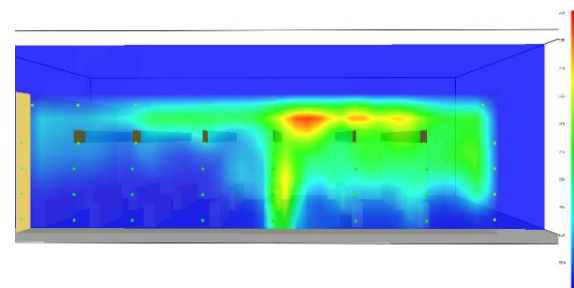
Závěry

Šíření požáru mezi regály

Šíření požáru



Akumulace teploty mezi vazníky



Nejvyšší teplota na spodním pásu příhradového vazníku
v ose požáru 620°C

FDS model

Scénáře

➤ Výsledky

Citlivost sítě

Závěry

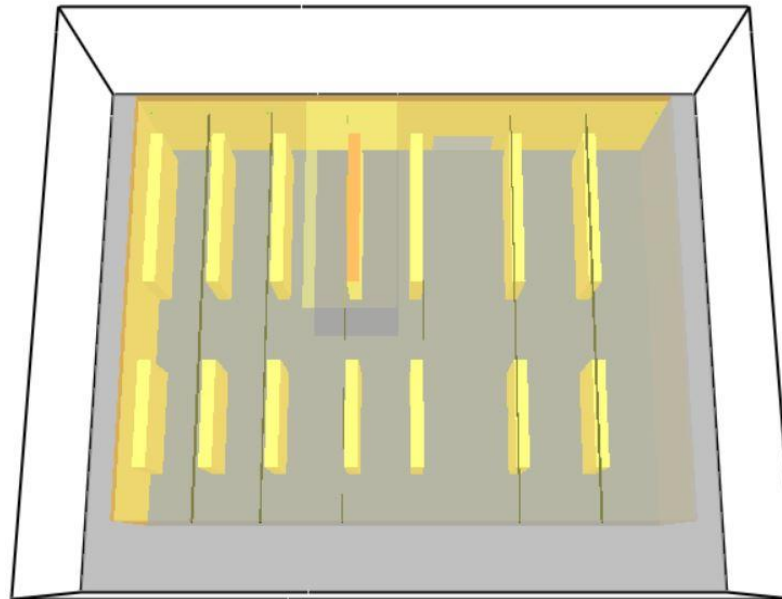
Studie citlivosti sítě

Zdroj požáru regál s PET lahvemi

- Zdroj požáru na ploše 1 m x 12 m = 3 palety
- Malá vrata 5 m x 3 m

Velikost výpočetních buněk sítě:

- 0,5 m
- 0,25 m
- 0,10 m



FDS model

Scénáře

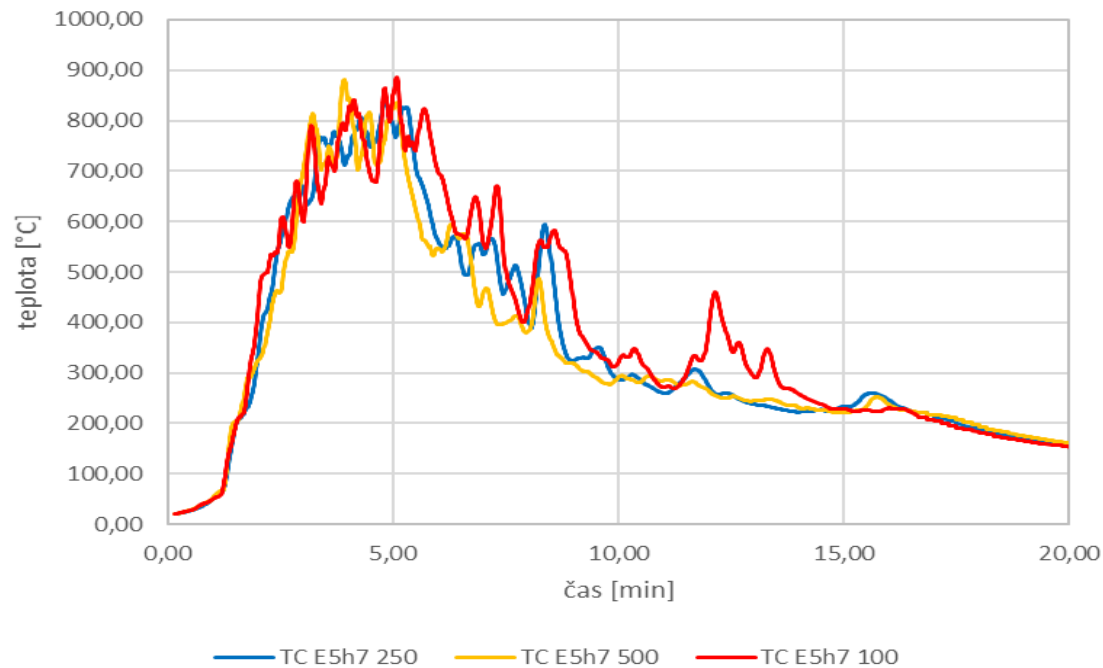
Výsledky

► Citlivost sítě

Závěry

Studie citlivosti sítě

Srovnání modelů s různou velikostí buněk výpočetní sítě



180 s		420 s	
Net [mm]	Temp [°C]	Net [mm]	Temp [°C]
100 ³	641	100 ³	540
250 ³	572	250 ³	519
500 ³	775	500 ³	481

FDS model

Scénáře

Výsledky

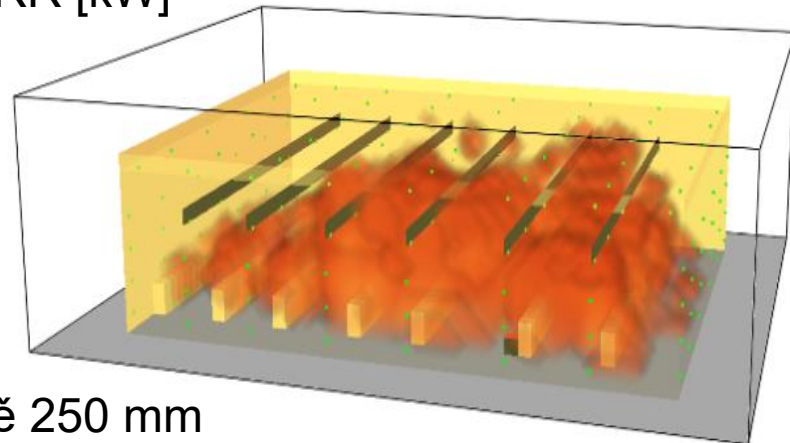
► Citlivost sítě

Závěry

Závěry

Okrajové podmínky a vstupní parametry

- Materiálové charakteristiky konstrukce
- Geometrie požárního úseku/objektu
- Míra a rozmístění požárního zatížení
- Rychlost uvolňování tepla HRR [kW]
- Zdroj požáru
- Ventilace



Doporučení:

- Velikost buněk výpočetní sítě 250 mm
- FDS model haly vhodný pro lokální požár
- V případě předpokladu flashover efektu - Zónový model (OZone)

FDS model

Scénáře

Výsledky

Citlivost sítě

➤ Závěry



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



STABFI

Děkuji za pozornost

Nikola Lišková

nikola.liskova@fsv.cvut.cz

