



Education and Culture DG

Lifelong Learning Programme
LEONARDO DA VINCI



Odolnost ocelobetonového stropu

František WALD

Jan BEDNÁŘ, Tomáš JÁNA, Olivier VASSART, Bin ZHAO



Software pro požární návrh konstrukcí

9. února 2011



Motivace



- Seznámit s možnostmi požárního návrhu stropu jako celku
- Částečná požární ochrana
 - Více se chrání tam, kde má smysl
 - Nechrání se, co není třeba
- Tři části
 - Chování, František Wald
 - Jednoduchá metoda pro návrh, Jan Bednář
 - Software, Tomáš Jána



Obsah lekce



- Úvod - požár budovy Broadgate
- Zkoušky v Cardingtonu
 - Nosník v konstrukci
 - Jedna vazba
 - Požární úsek v rohu budovy
 - Demonstrační zkouška
- Zkoušky podlažních parkovišť
- Numerické modely
- Shrnutí - chování ocelobetonového stropu



Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu

- Čtrnáctipatrová ocelobetonová budova v Londýně
- Velký požár před dokončením stavby
 - Teploty nad 1000 °C
 - Průhyby nad 600 mm
- Jen místní porušení
- Oprava za 3 měsíce, nosná kce. 20 % ceny





Zkoušky v Cardingtonu

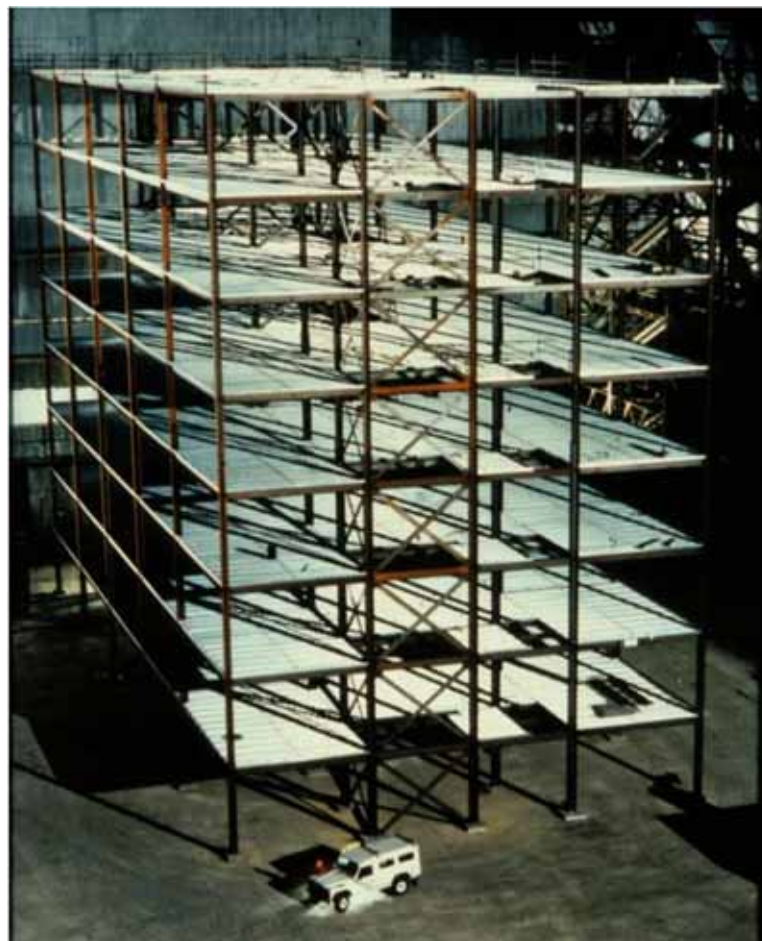
Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu

- Osmipodlažní ocelobetonová budova
- Požární zkoušky 1995 - 2003



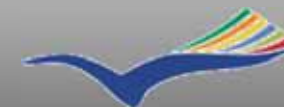
Přípoj stropnice na průvlak



Přípoj nosníků na sloup



Nosník v konstrukci



Zkoušky v Cardingtonu

Nosník v konstrukci

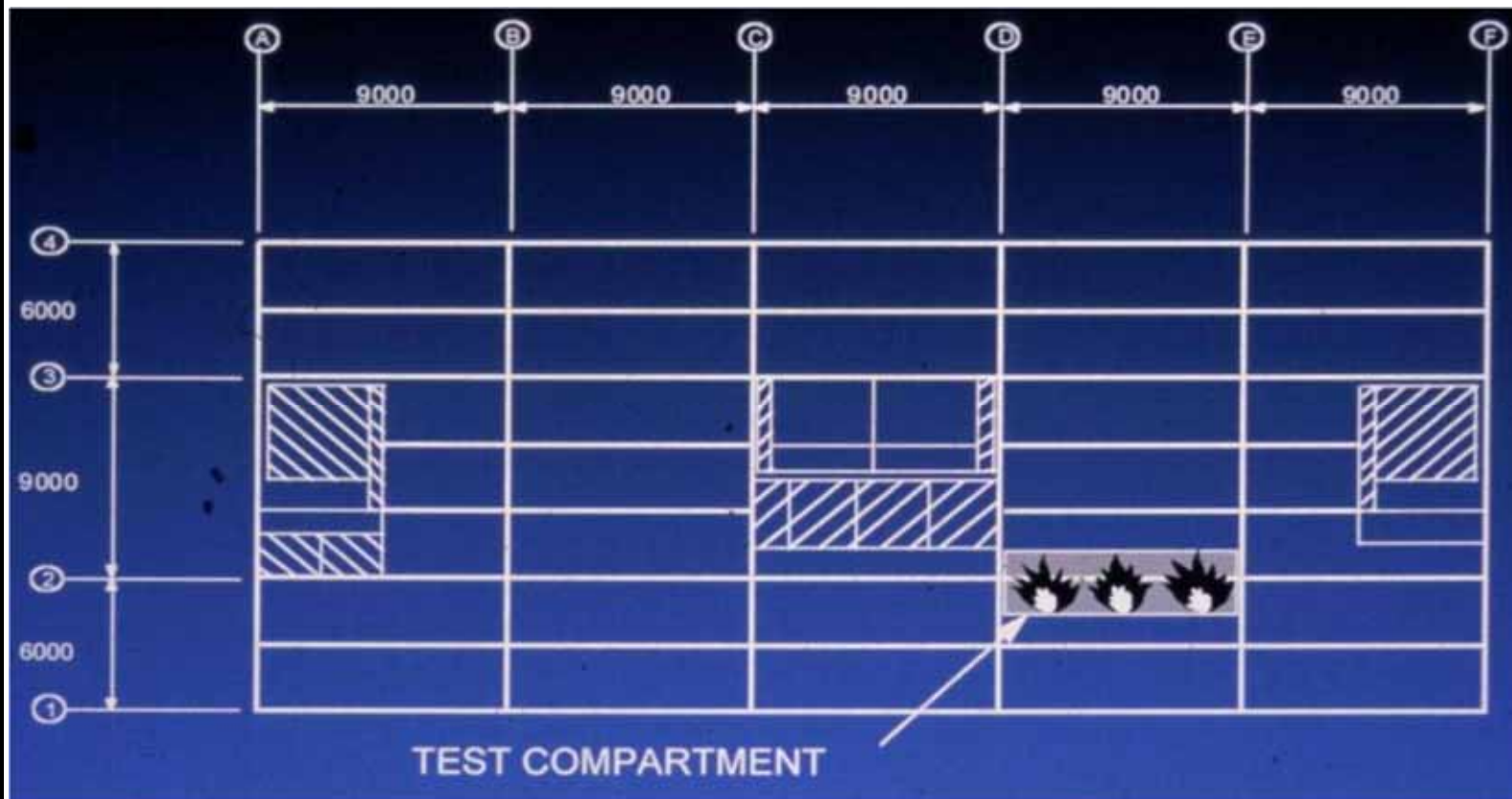
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

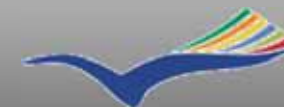
Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu

- Rozpětí 9,0 m
- Zahřívání plyn. hořáky podle nominální norm. křivky





Zkoušky v Cardingtonu

Nosník v konstrukci

Jedna vazba

Požární úsek v rohu
budovy

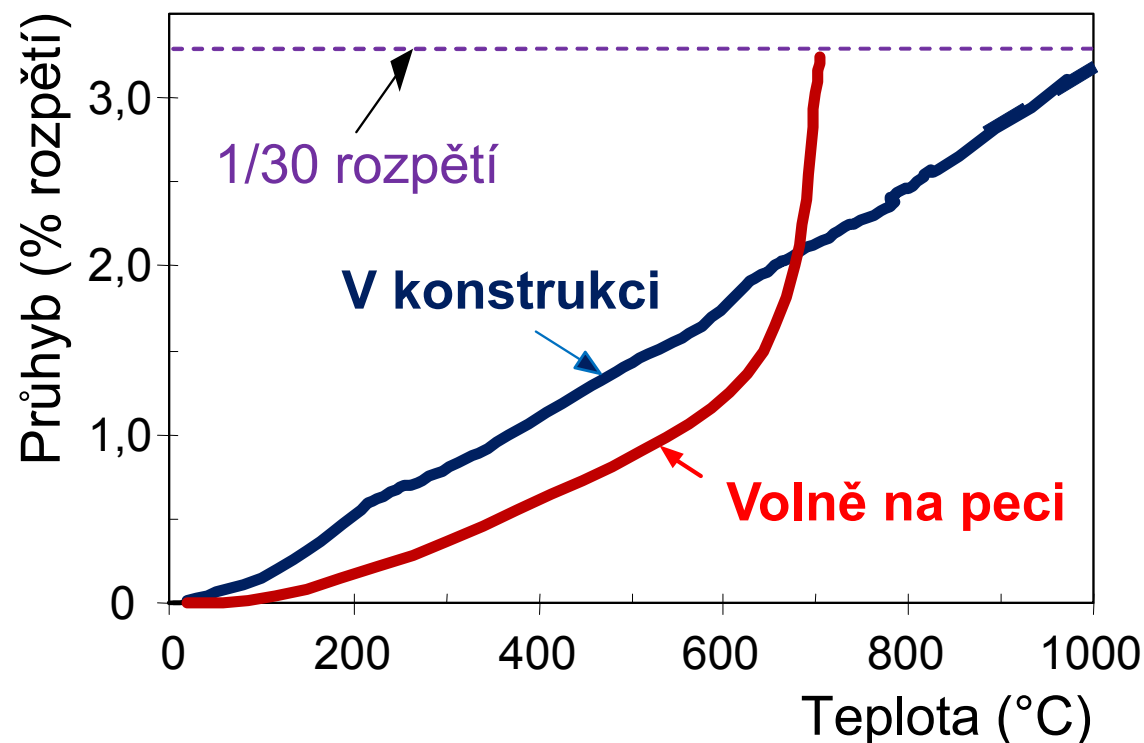
Demonstrační
zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

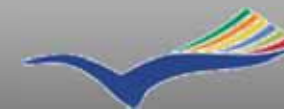
Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu

- Porovnání průhybu nosníku v konstrukci a volně uloženého nosníku na peci



- Nosník v konstrukci se neporušil
- Nosník volně na peci se porušil při $\theta \approx 650$ °C



Zkoušky v Cardingtonu

Nosník v konstrukci

Jedna vazba

Požární úsek v rohu
budovy

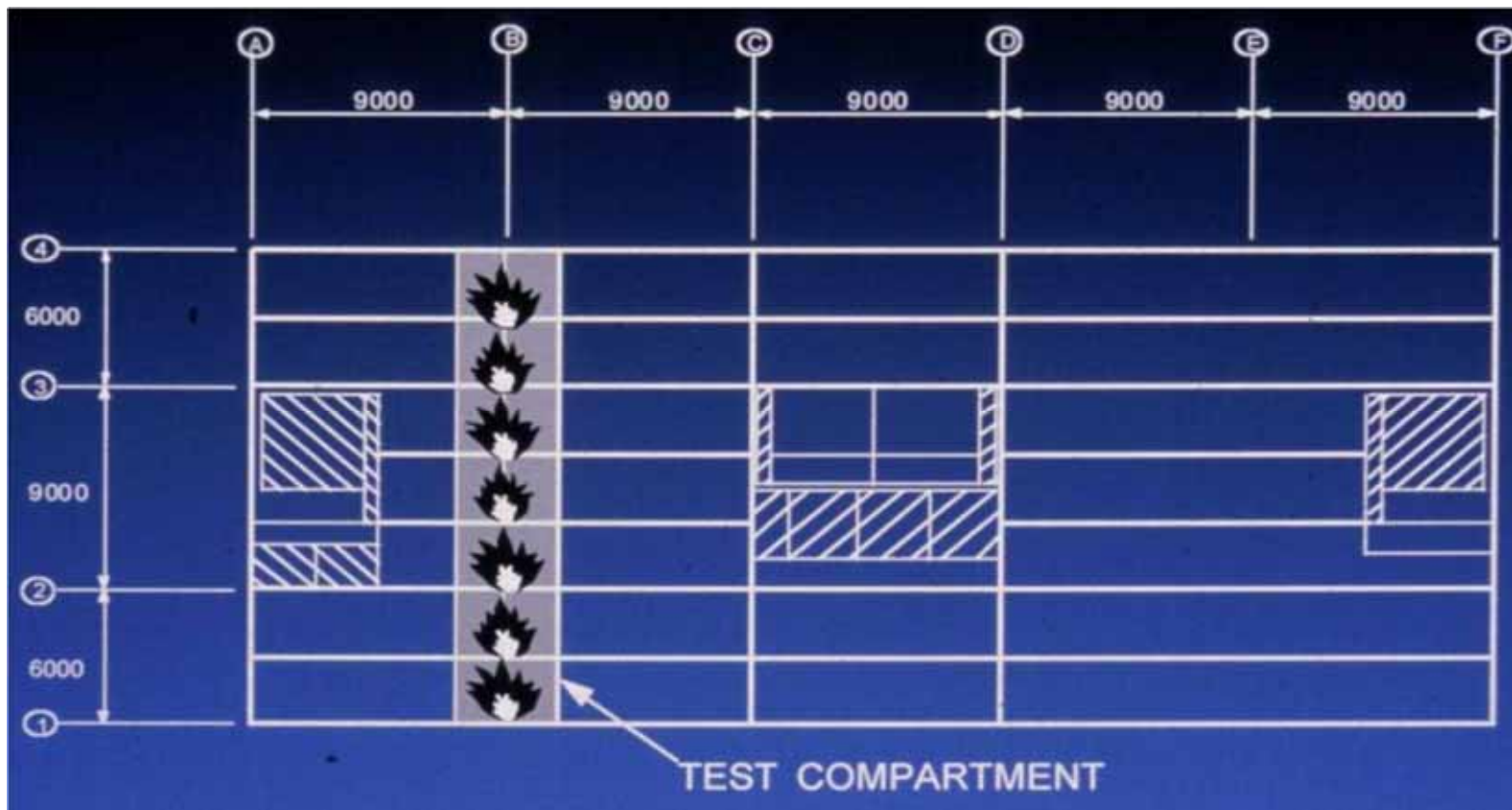
Demonstrační
zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

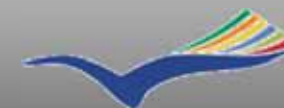
Chování
ocelobetonového
stropu

- Zkouška nosníků napříč objektem
- Zahřívání plyn. hoř. podle nominální normové křivky





Jedna vazba



- Trvalý průhyb nosníků



- Zkrácení nechráněné části sloupu



Zkoušky v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba

Požární úsek v rohu budovy

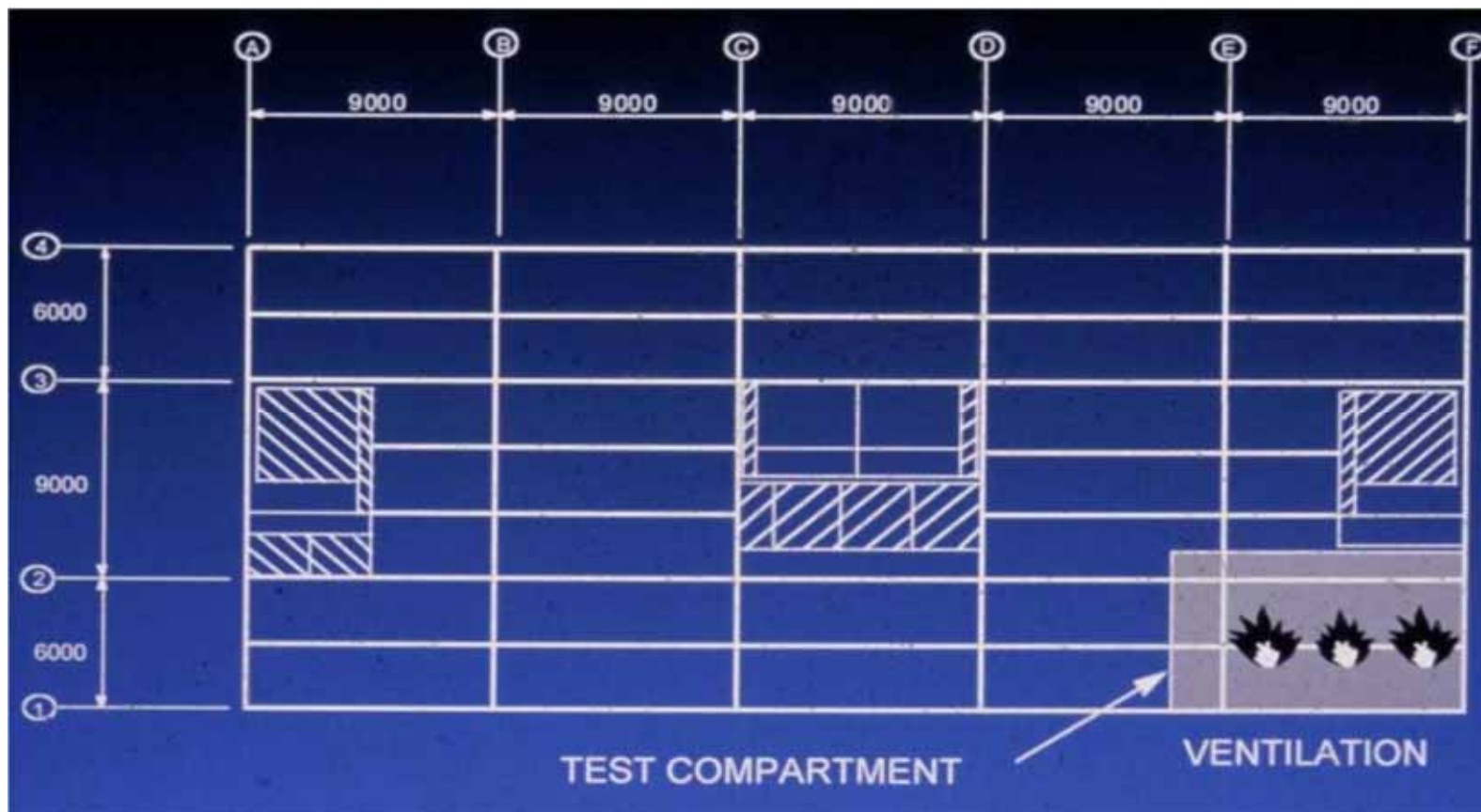
Demonstrační
zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

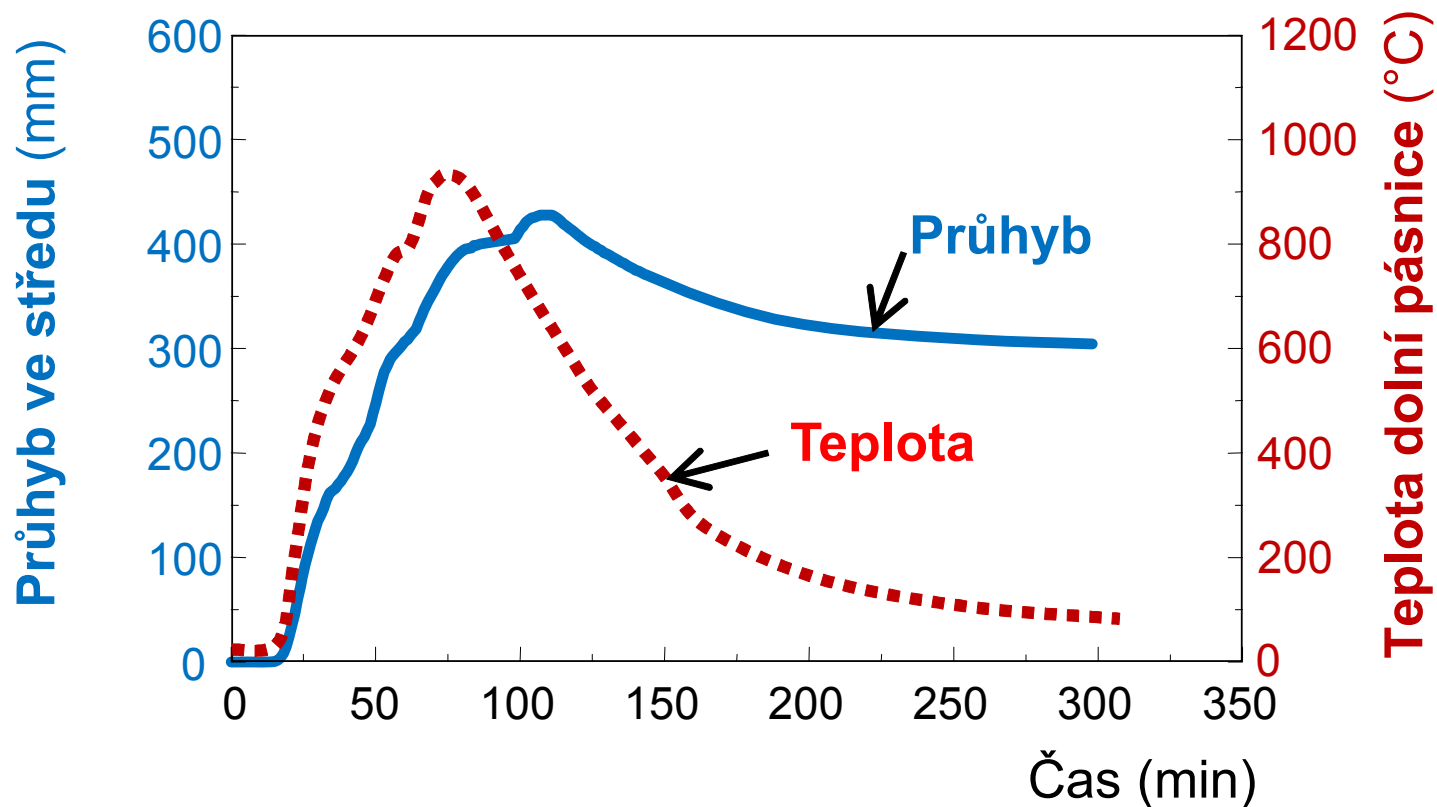
Chování
ocelobetonového
stropu

- Ohřev latěmi z měkkého dřeva





Požární úsek v rohu budovy



- Teplota dolní pásnice nosníku asi 1014 °C
- Průhyb ve středu rozpětí přes 428 mm



Zkoušky v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy

Demonstrační zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu

- Plocha požárního úseku 130 m²
- Hořel kancelářský nábytek, počítače a papíry



Požár budovy
Broadgate

Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy

**Demonstrační
zkouška**

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu



Demonstrační zkouška



Požární zatížení

Okna se skly





Zkoušky v Cardingtonu

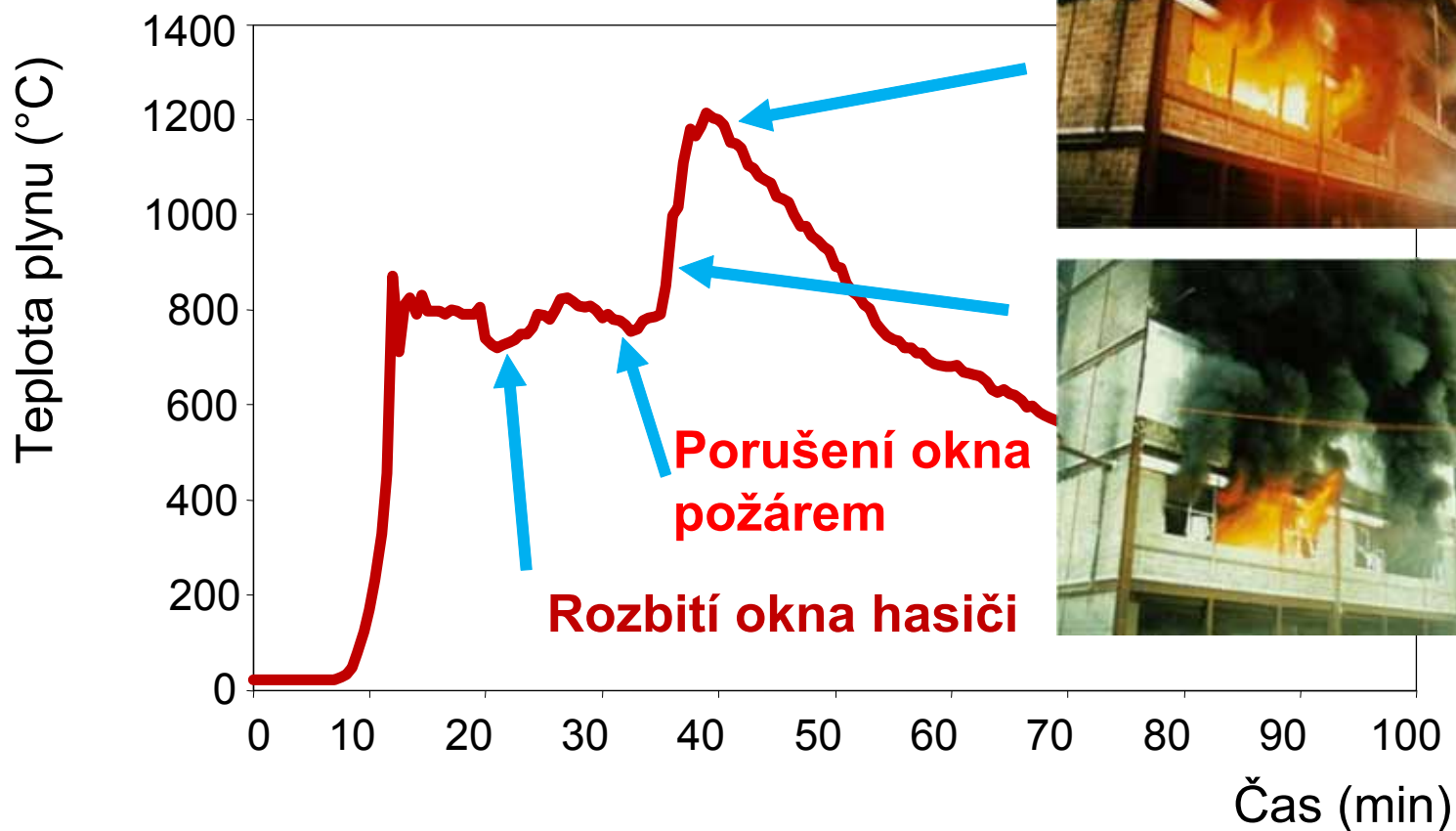
Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy

Demonstrační zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu





Demonstrační zkouška



- Po požáru
- Konstrukce celistvá a neporušena



Průhyb stropnice
640 mm



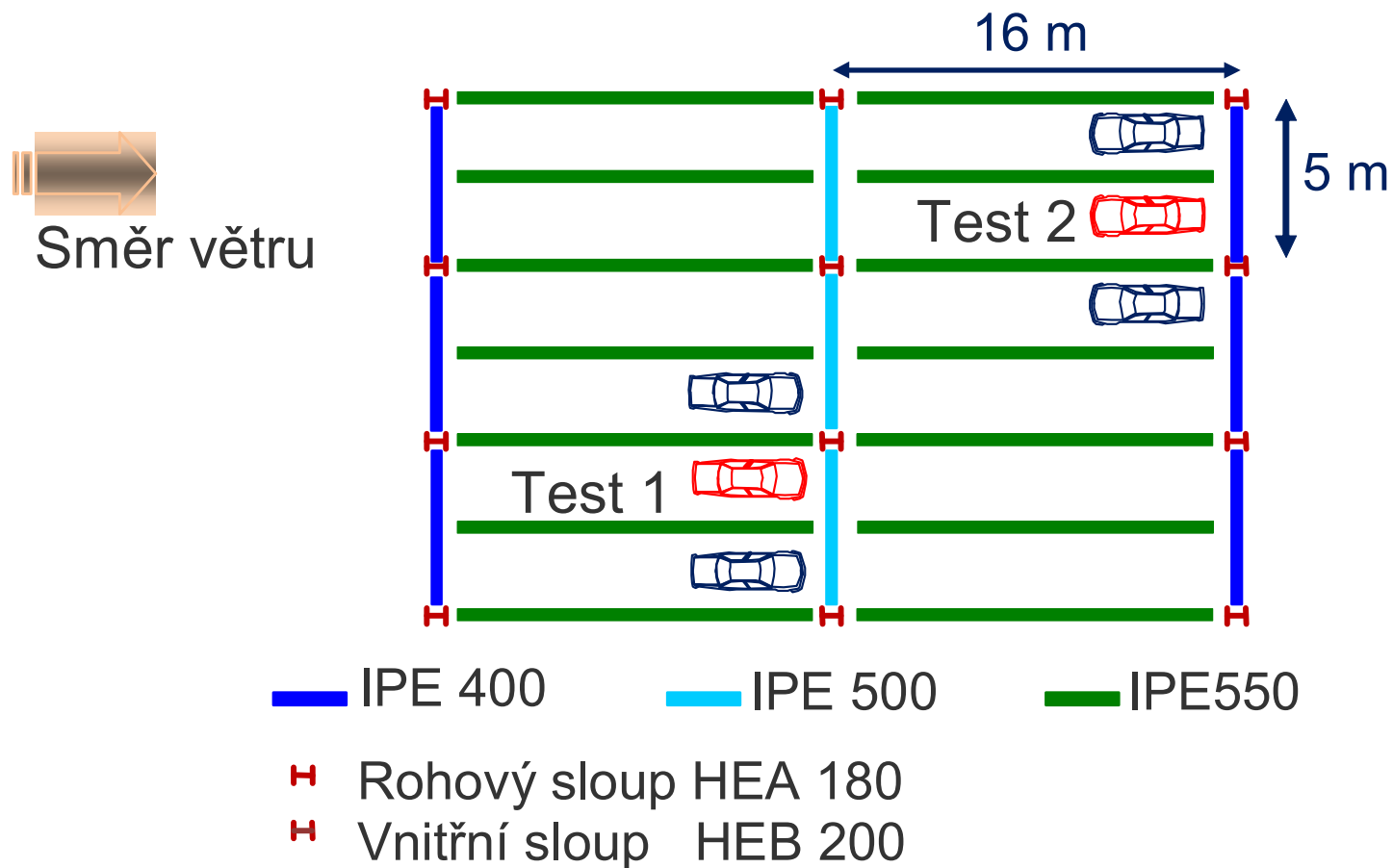
Přípoje nosníků
na sloup



Zkoušky podlažních parkovišť



- Dvě zkoušky po třech automobilech



Požár budovy
Broadgate

Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

**Zkoušky
podlažních
parkovišť**

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu



Zkoušky podlažních parkovišť



- První zkouška



10 min

Požár budovy
Broadgate

Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

**Zkoušky
podlažních
parkovišť**

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu



Zkoušky podlažních parkovišť



- První zkouška



33 min

Požár budovy
Broadgate

Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

**Zkoušky
podlažních
parkovišť**

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu



Zkoušky podlažních parkovišť



- Druhá zkouška



10 min

Požár budovy
Broadgate

Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

**Zkoušky
podlažních
parkovišť**

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu



Zkoušky podlažních parkovišť



- Druhá zkouška

25 min



Požár budovy
Broadgate

Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

**Zkoušky
podlažních
parkovišť**

Numerické modely

Chování
ocelobetonového
stropu



Zkoušky podlažních parkovišť



- Druhá zkouška

44 min

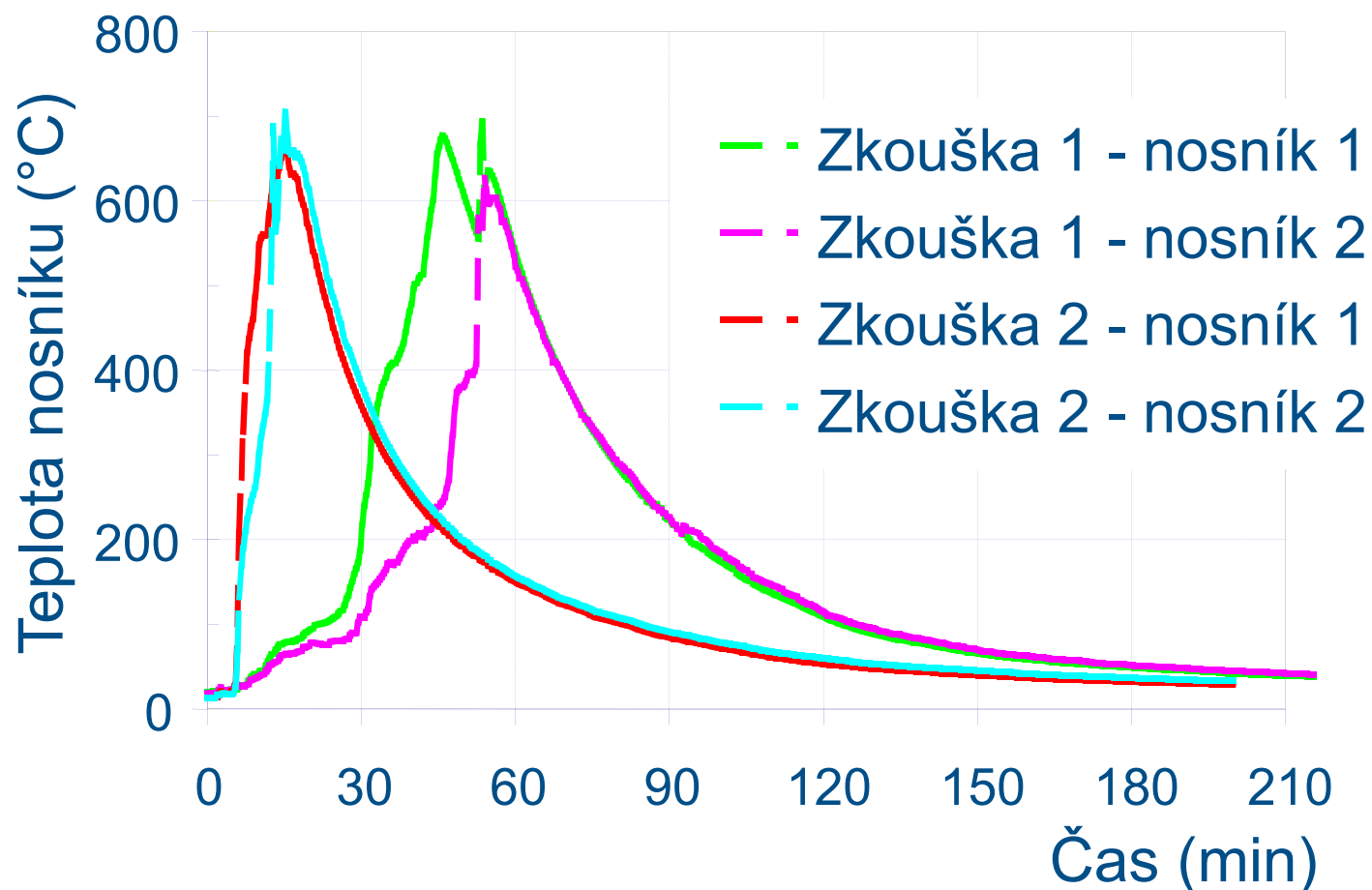




Zkoušky podlažních parkovišť



- Teplota dolní pásnice nechráněných nosníků 720 °C
- K porušení konstrukce nedošlo





Zkoušky
v Cardingtonu

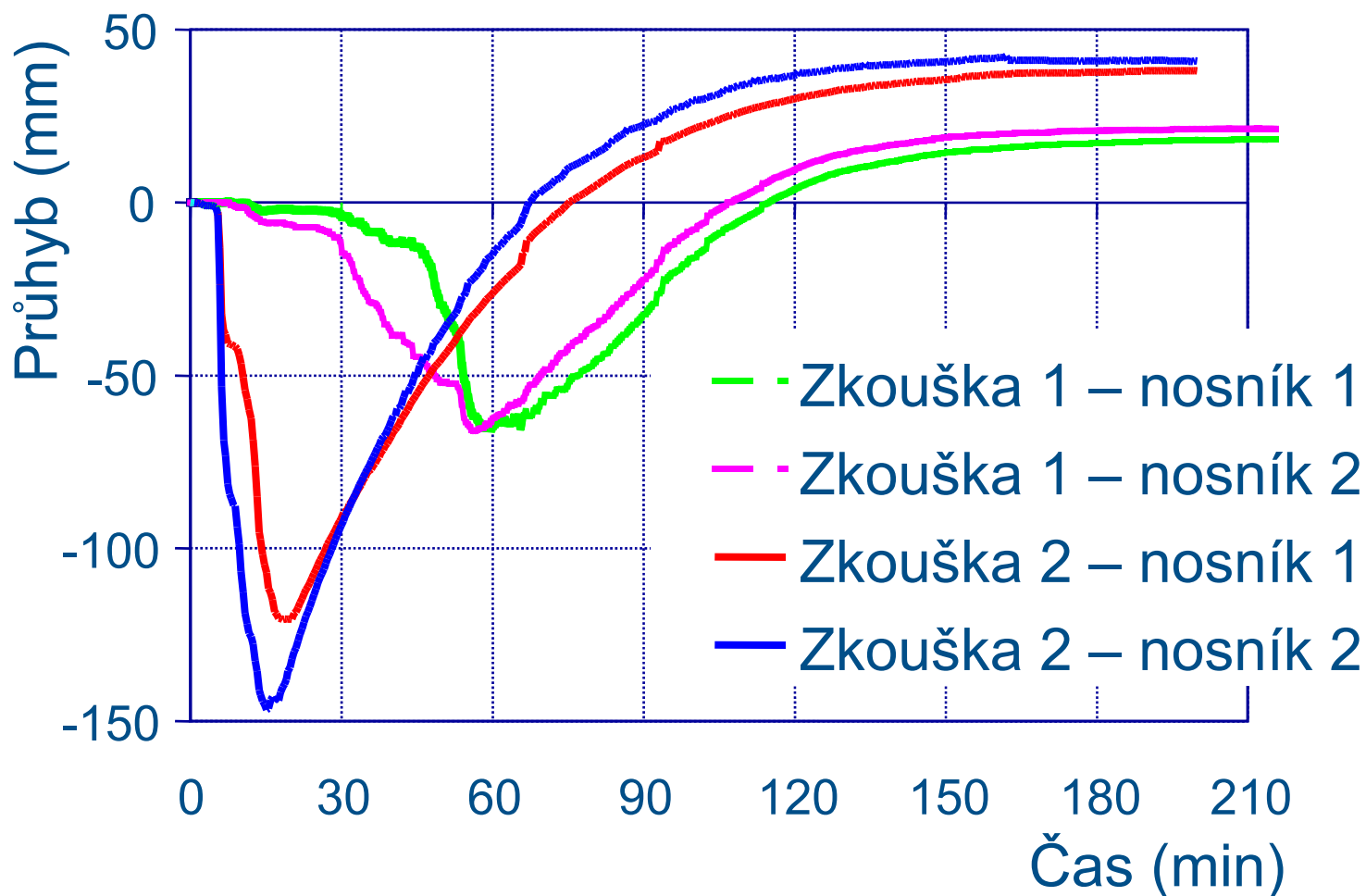
Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

Zkoušky
podlažních
parkovišť

Numerické modely

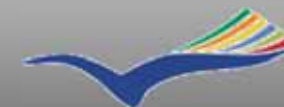
Chování
ocelobetonového
stropu

- Průhyb ve středu nosníků

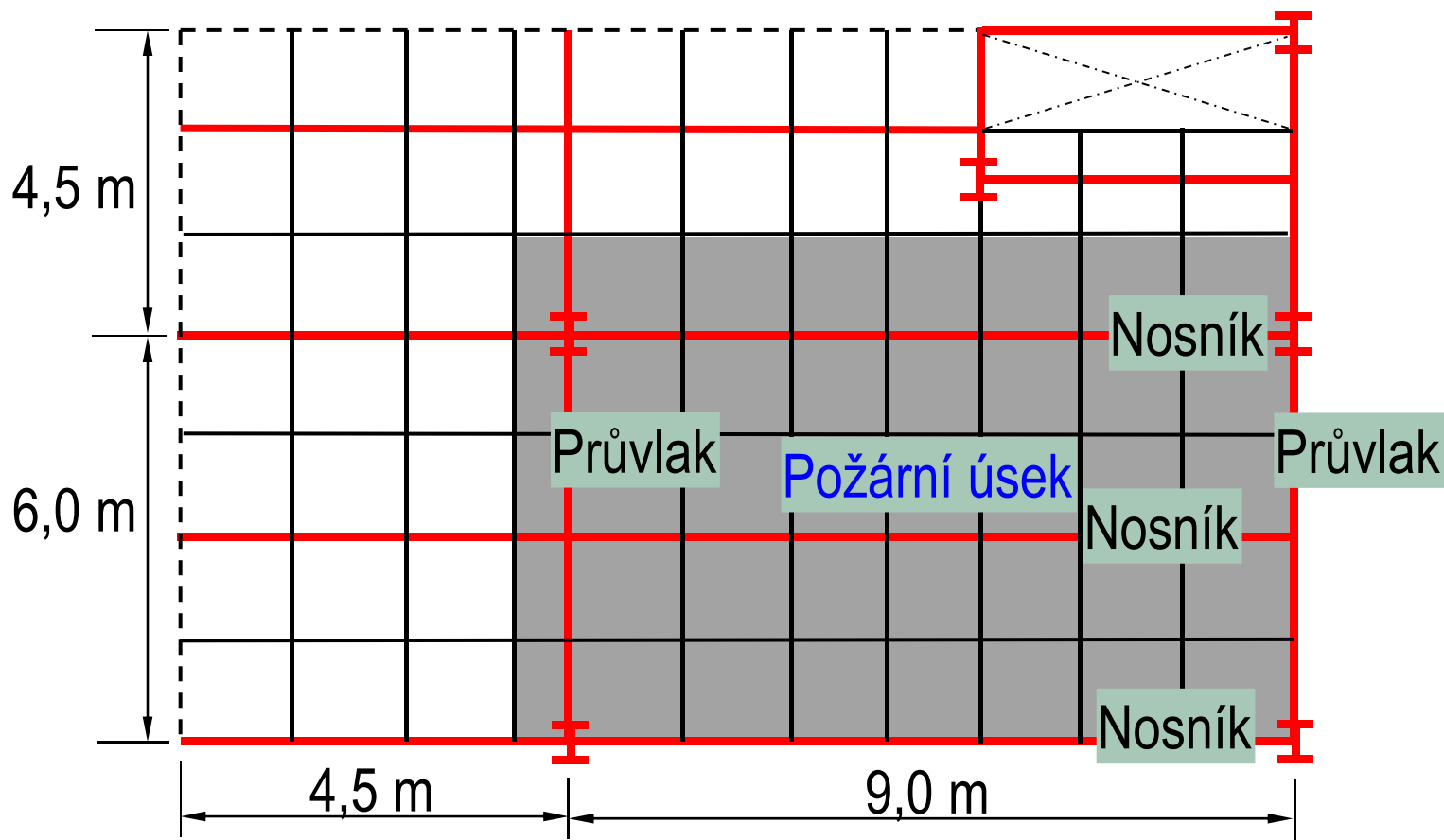




Numerické model MKP

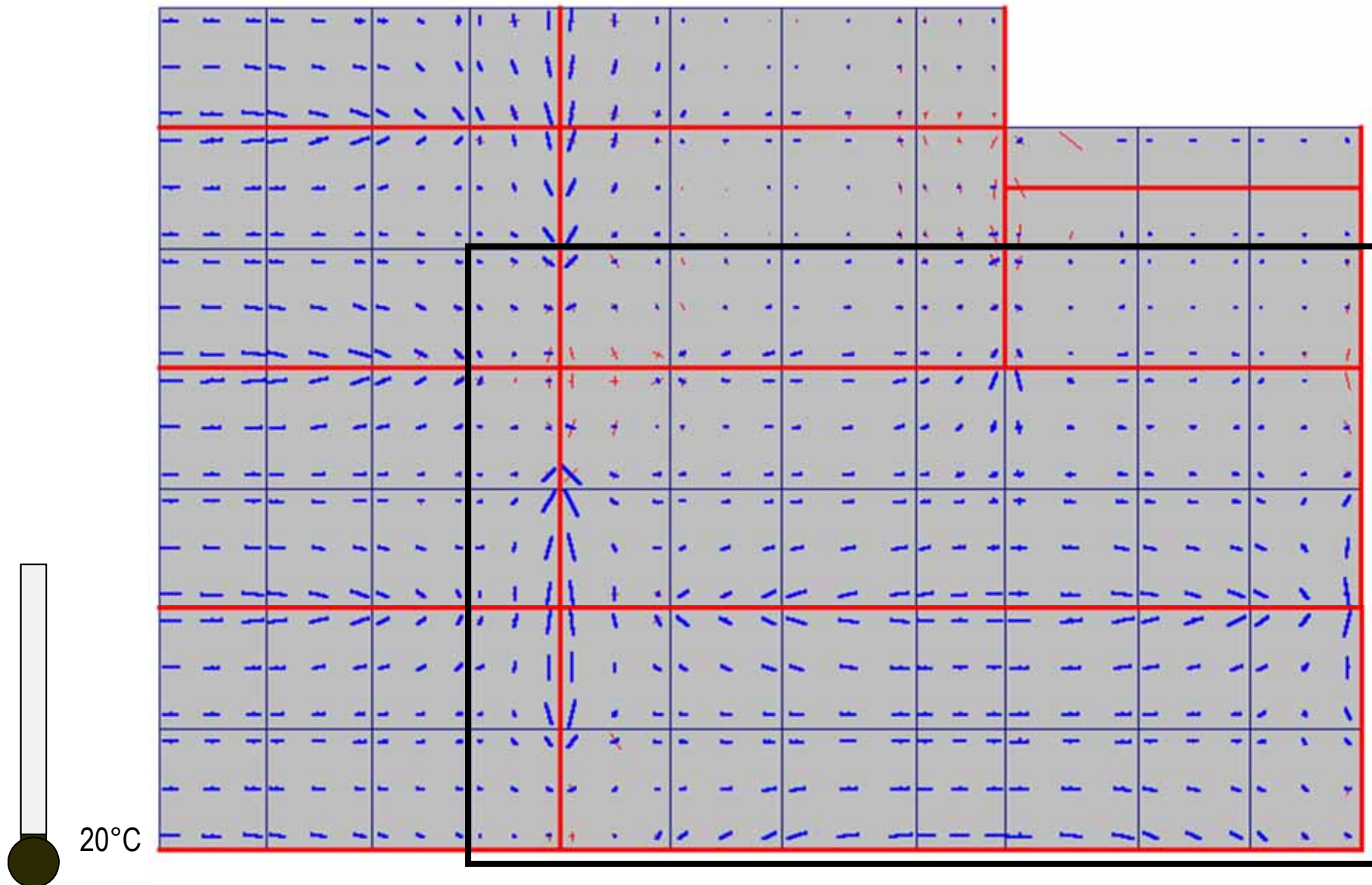


Model zkoušky v Cardingtonu – Požární úsek v rohu

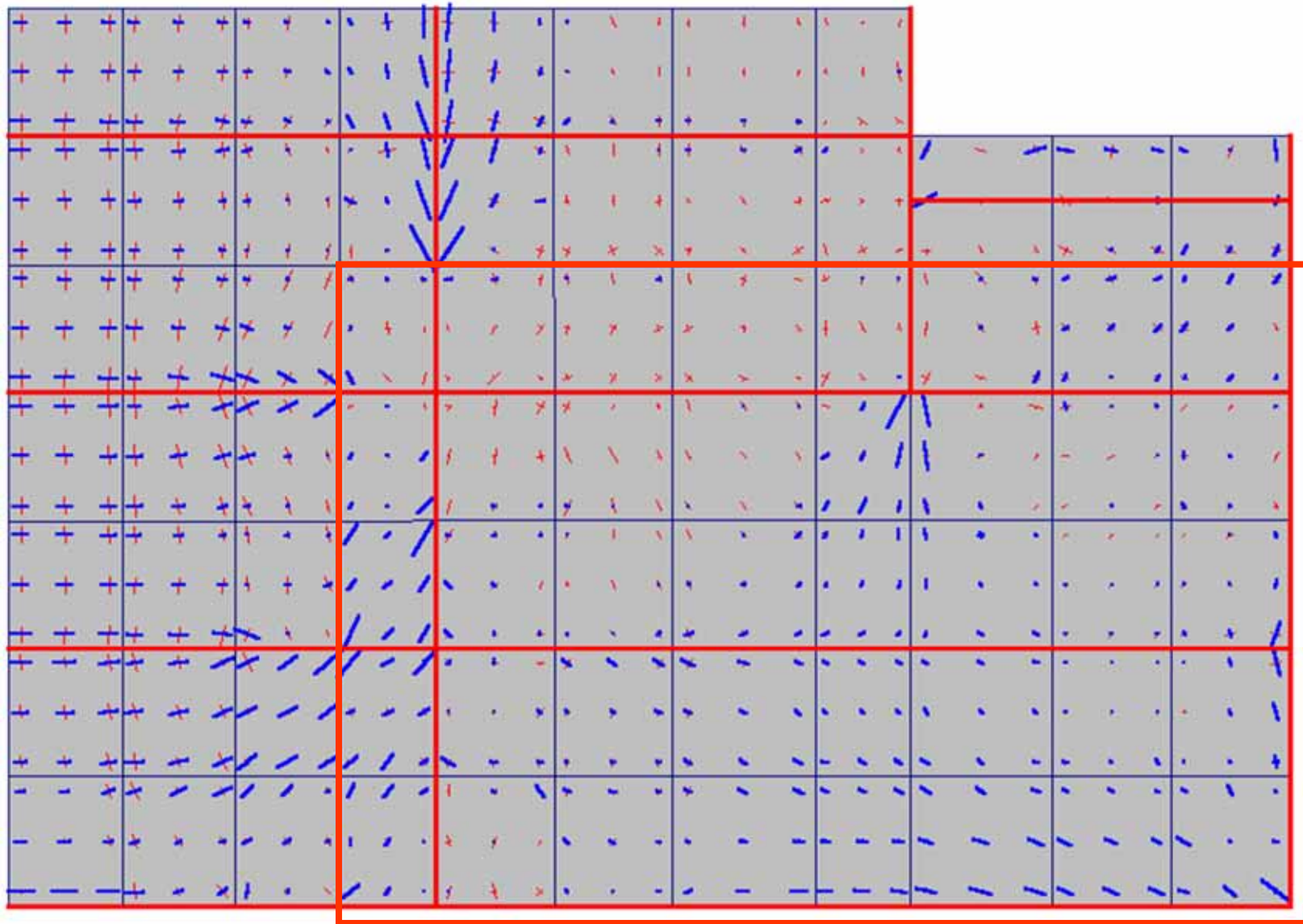


Vektory hlavních napětí v desce při zahřívání

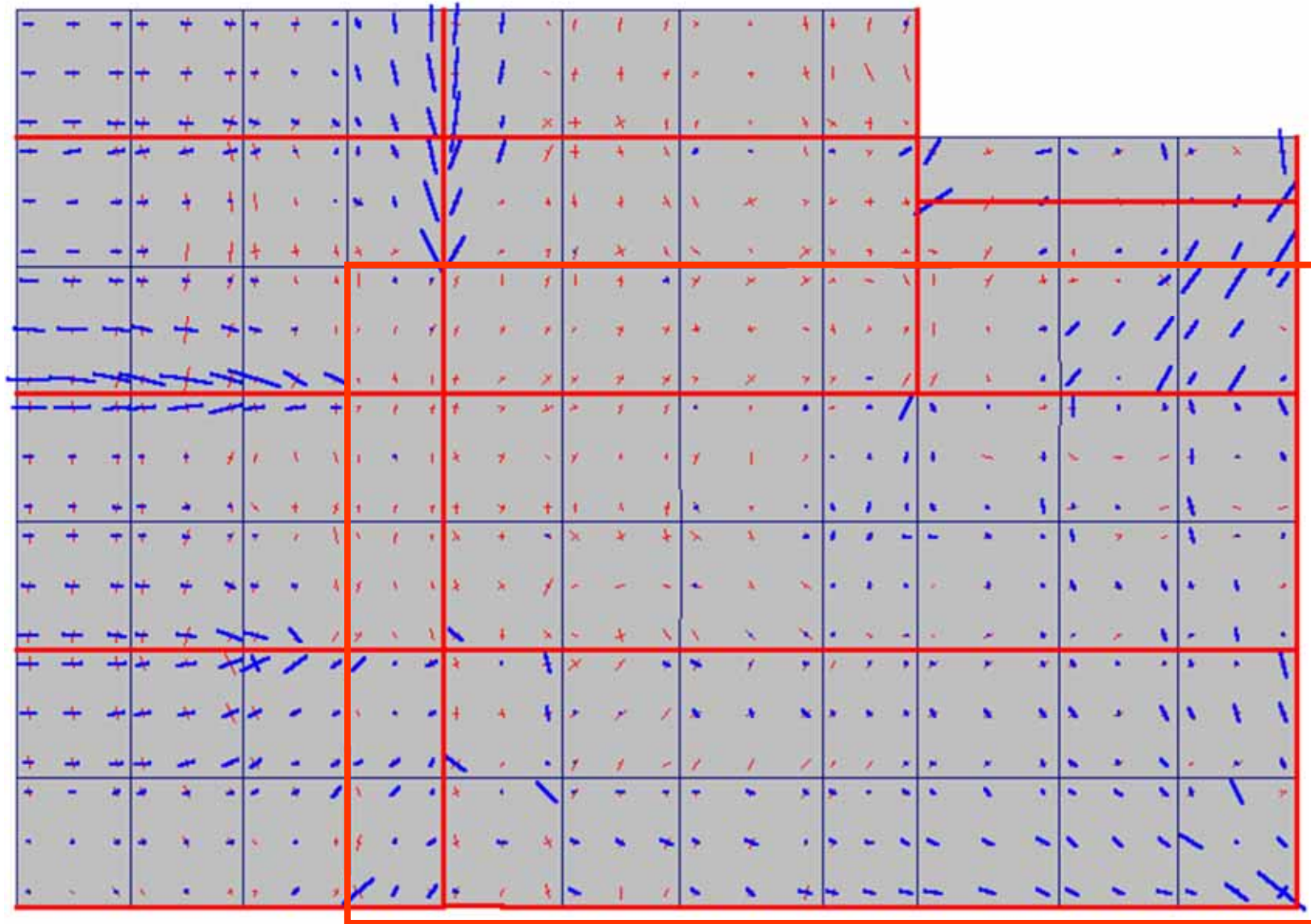
Teplota plynu 20°C



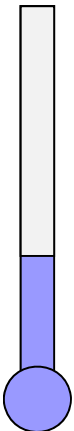
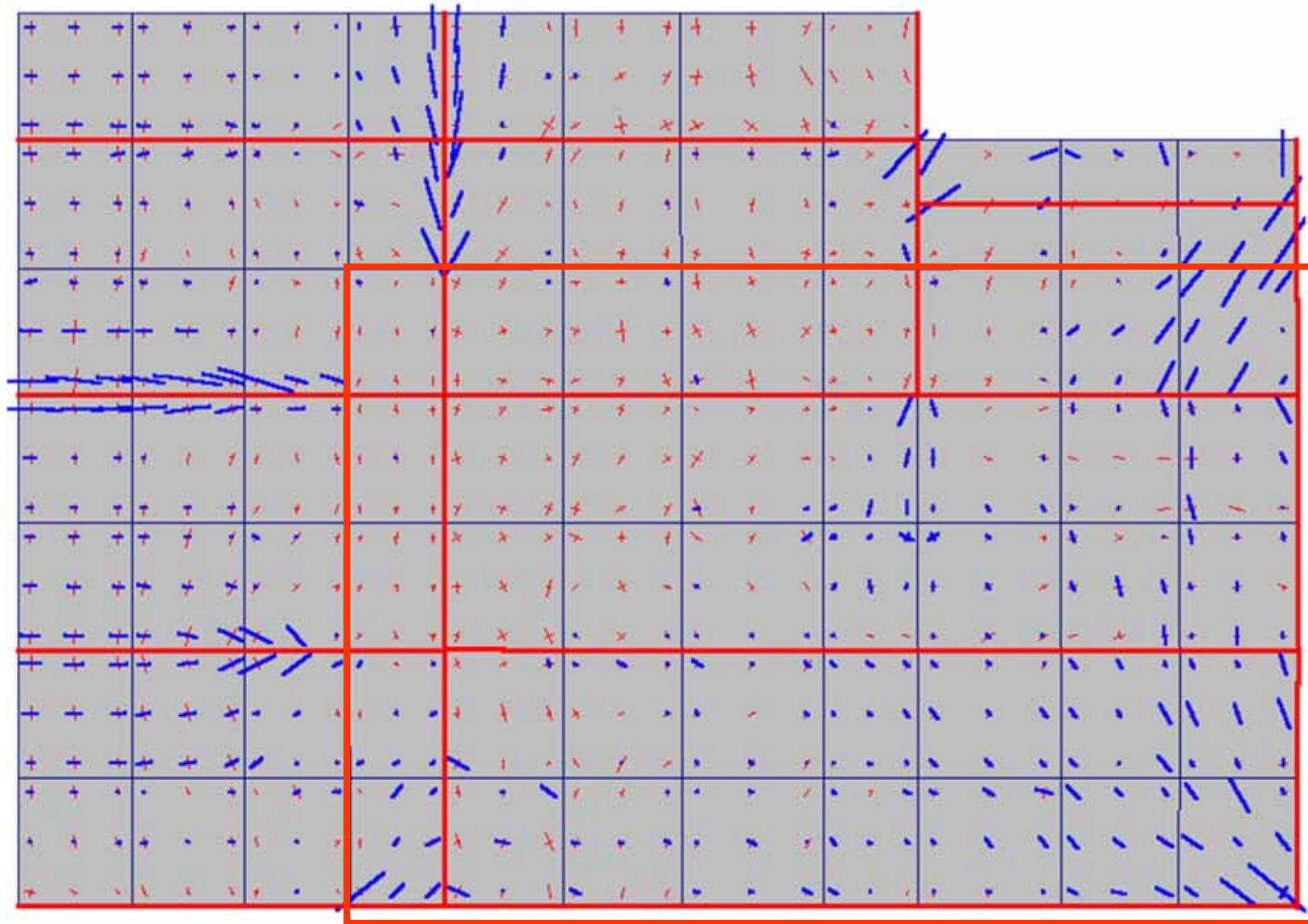
100°C



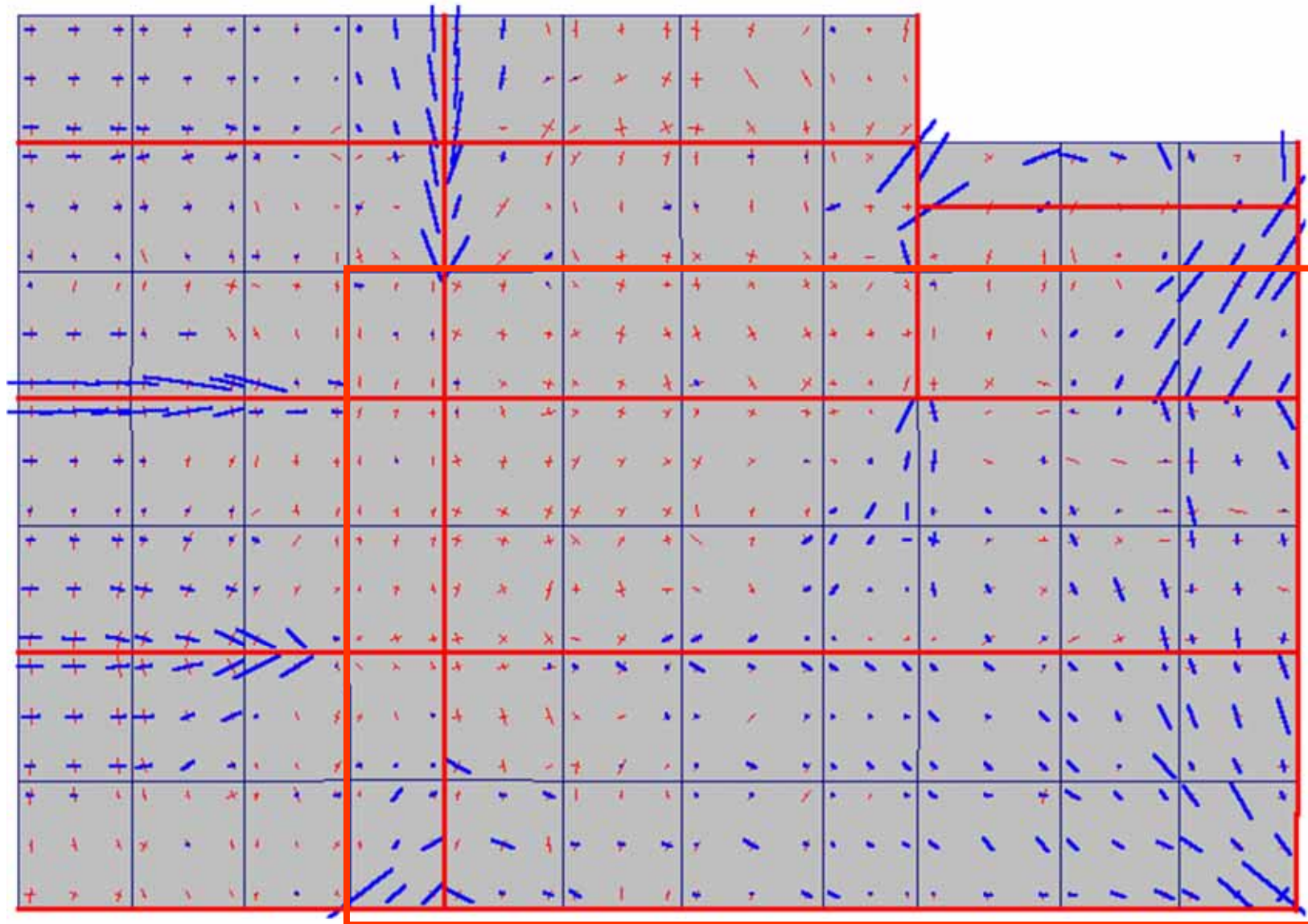
200°C



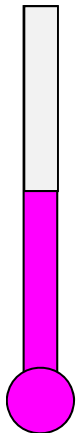
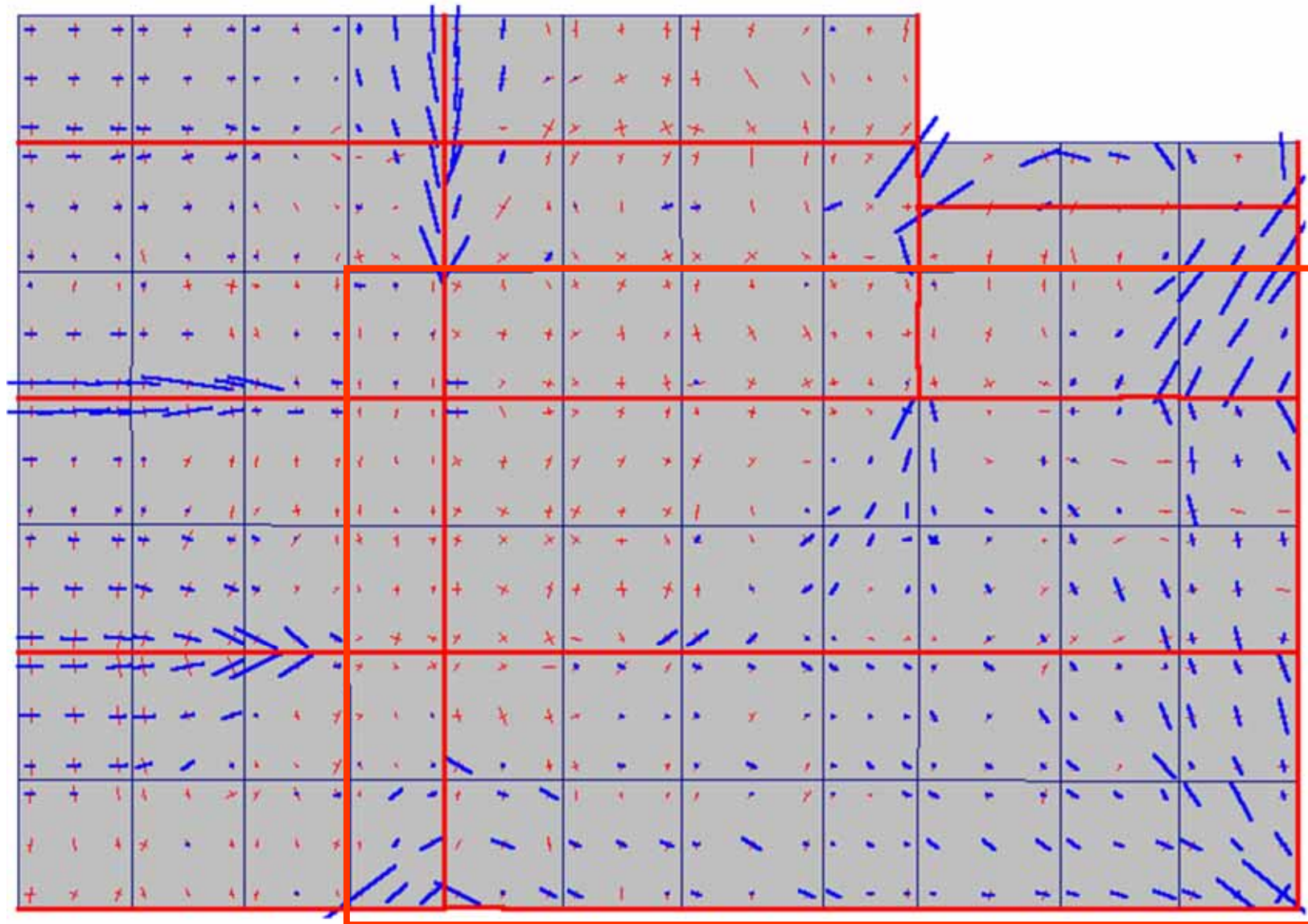
300°C



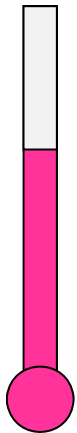
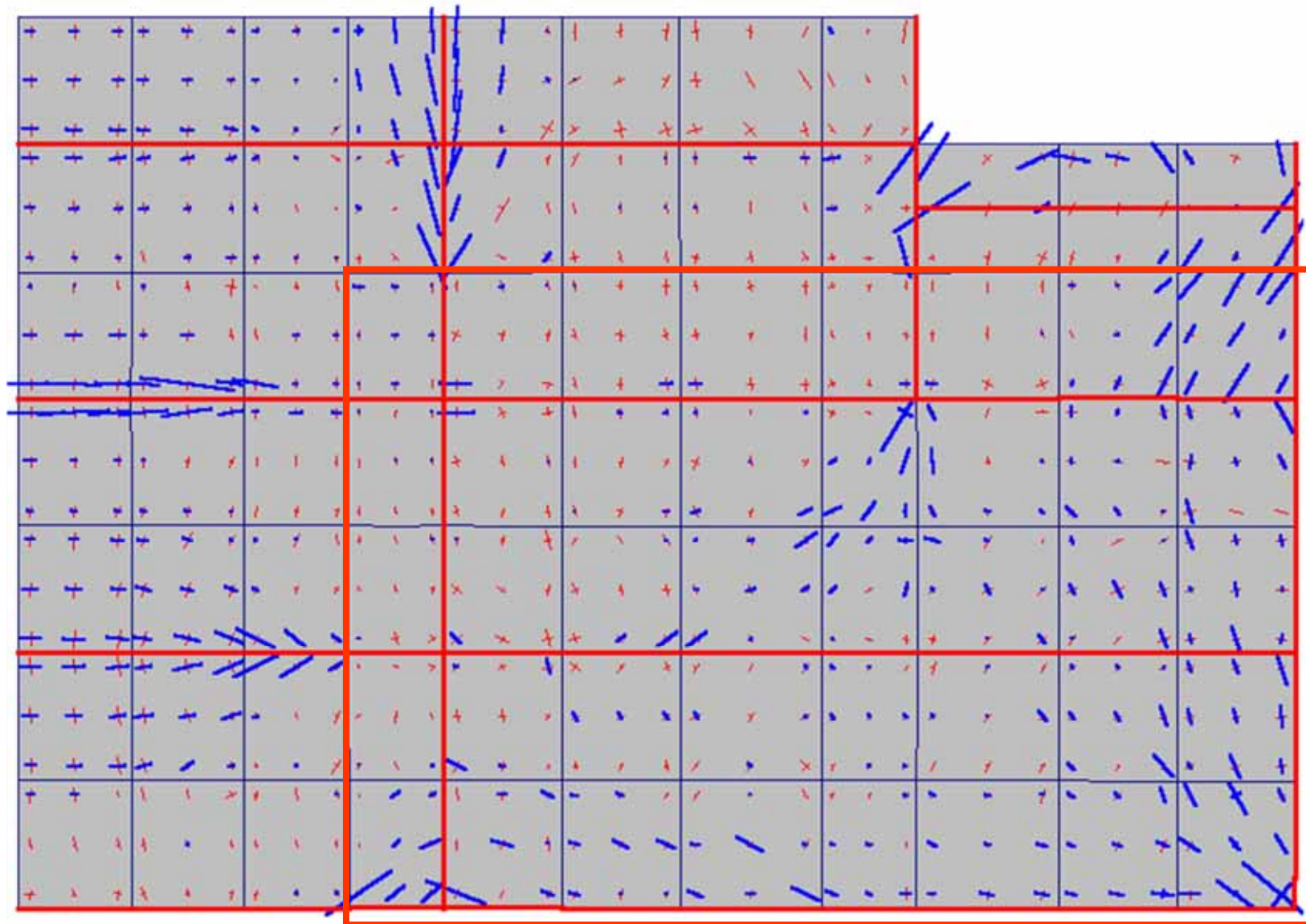
400°C



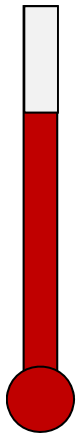
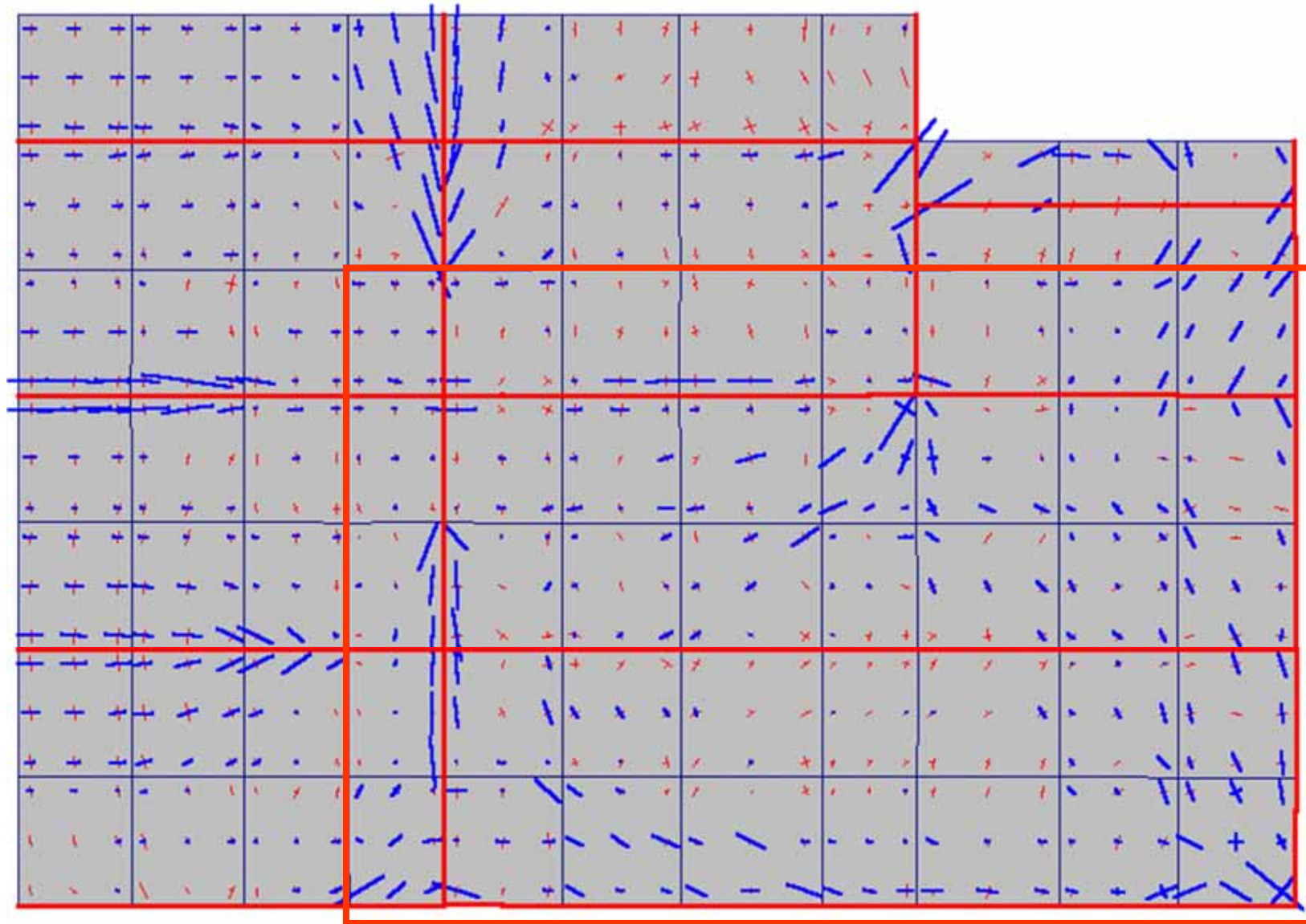
500°C



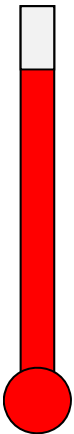
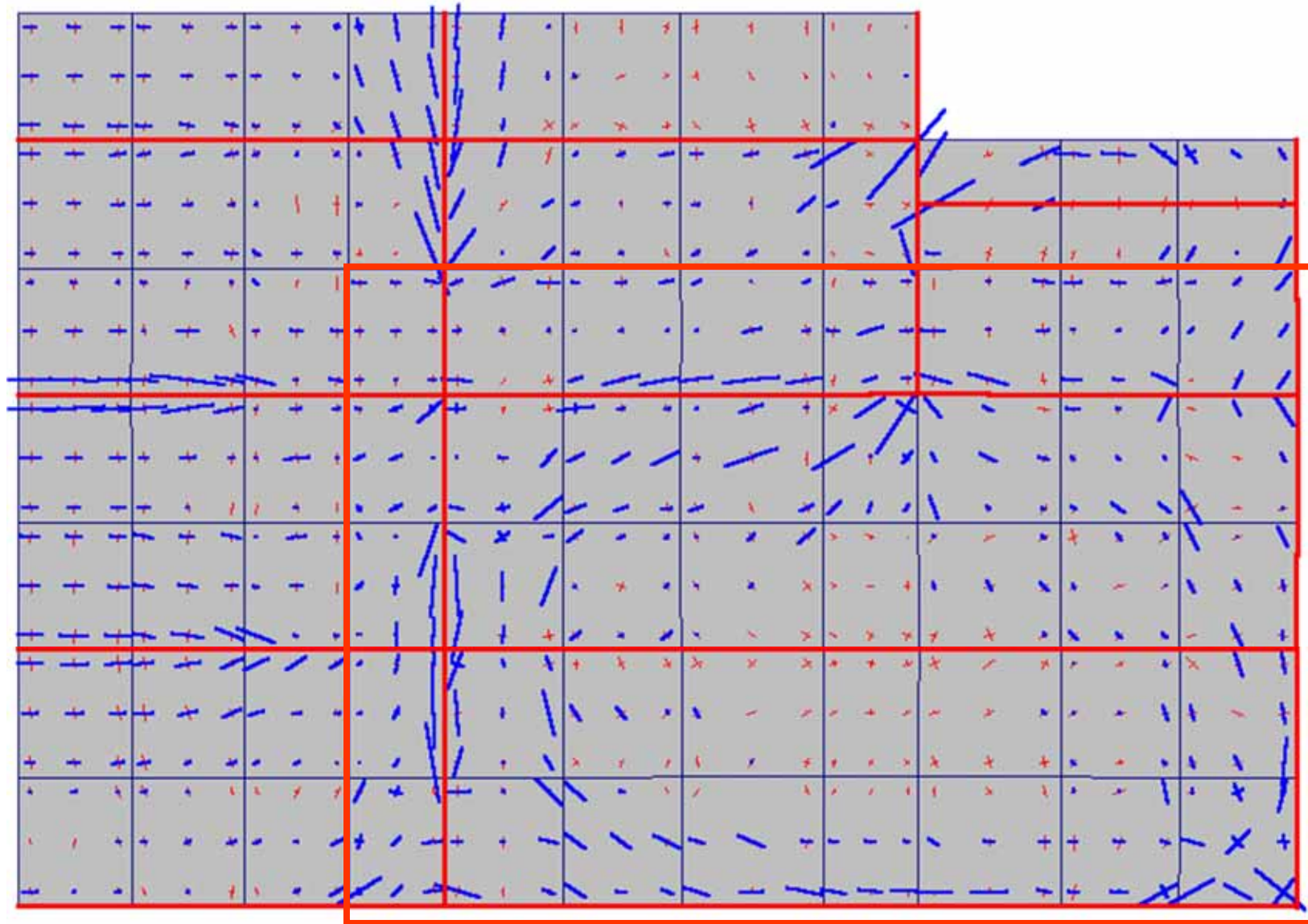
600°C



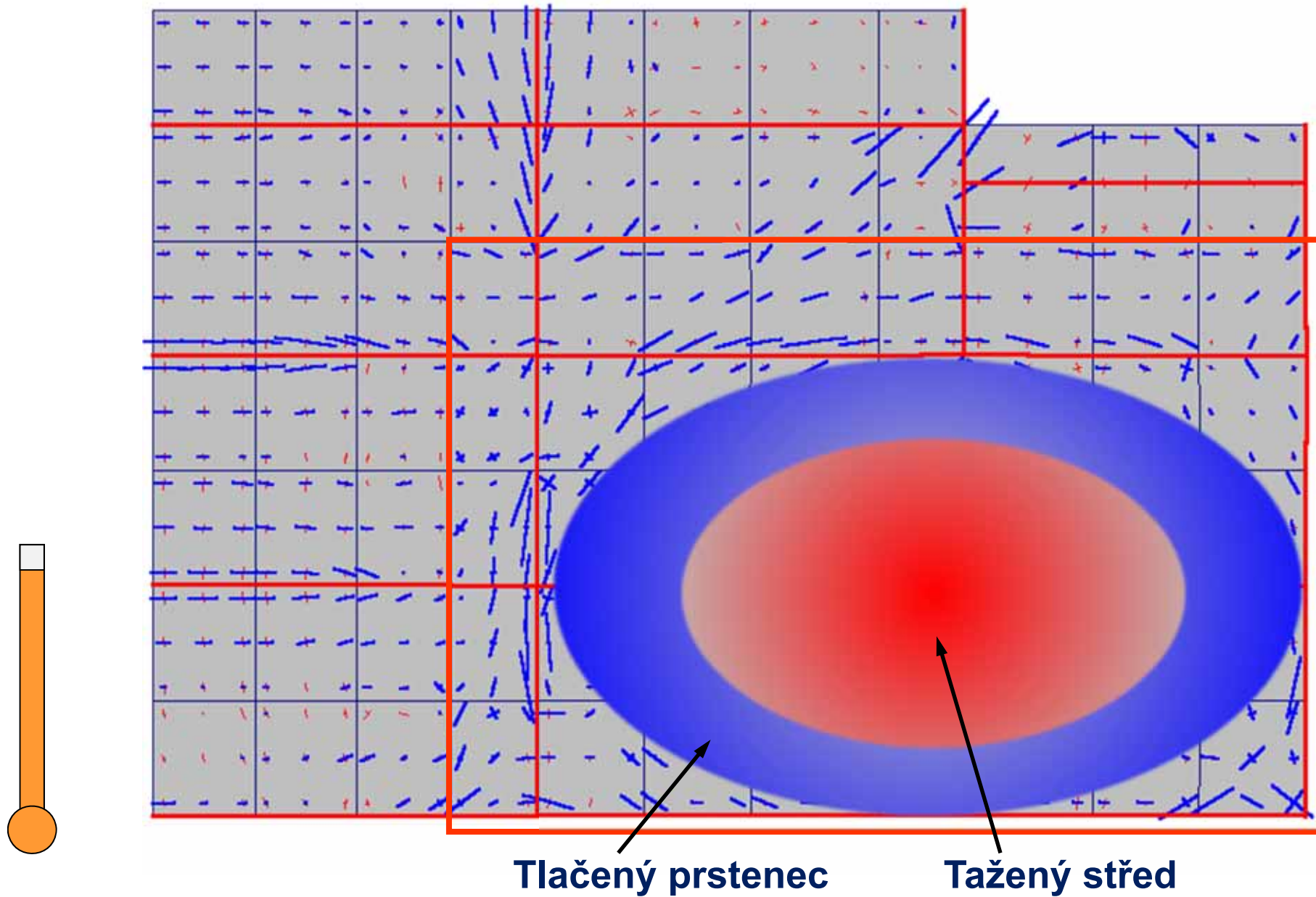
700°C



800°C



900°C



Požár budovy
Broadgate

Zkoušky
v Cardingtonu

Nosník v konstrukci
Jedna vazba
Požární úsek v rohu
budovy
Demonstrační
zkouška

Zkoušky podlažních
parkovišť

Numerické modely

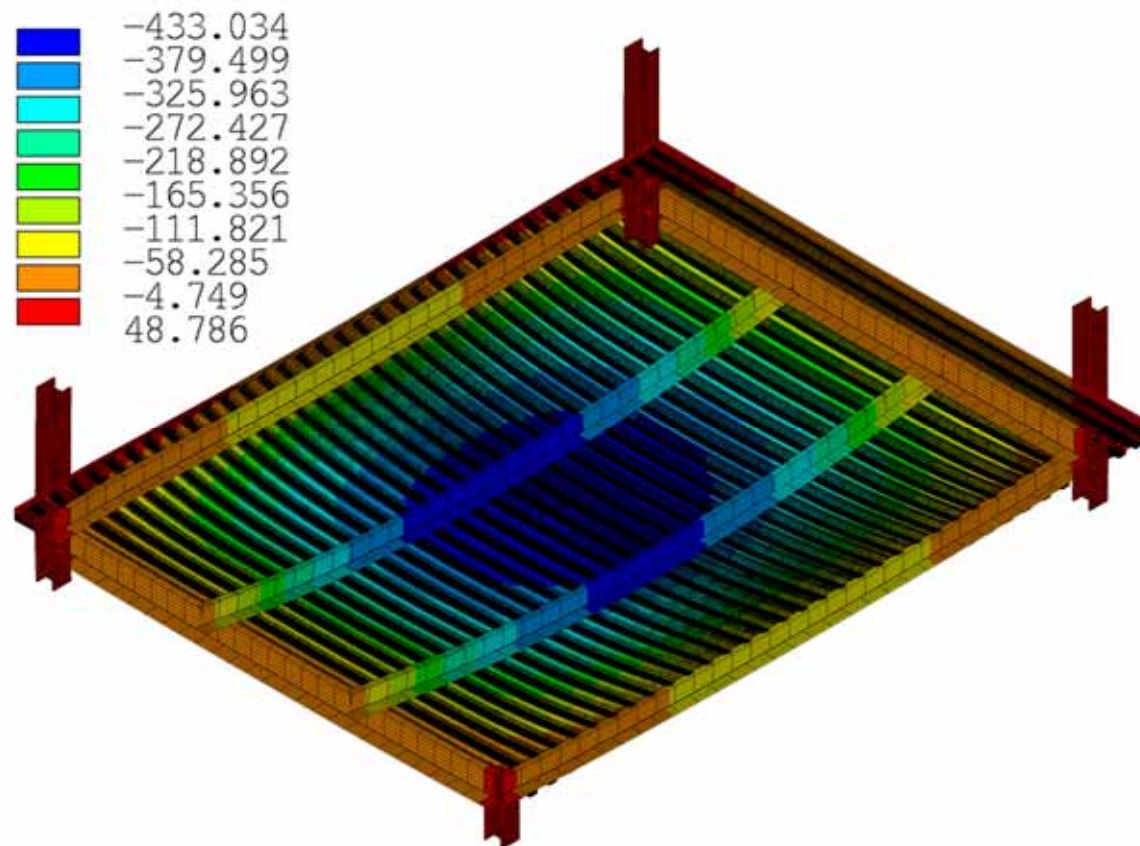
Chování
ocelobetonového
stropu



Modely MKP druhé zkoušky podlažních parkovišť



- Simulace deformace MKP ANSYS

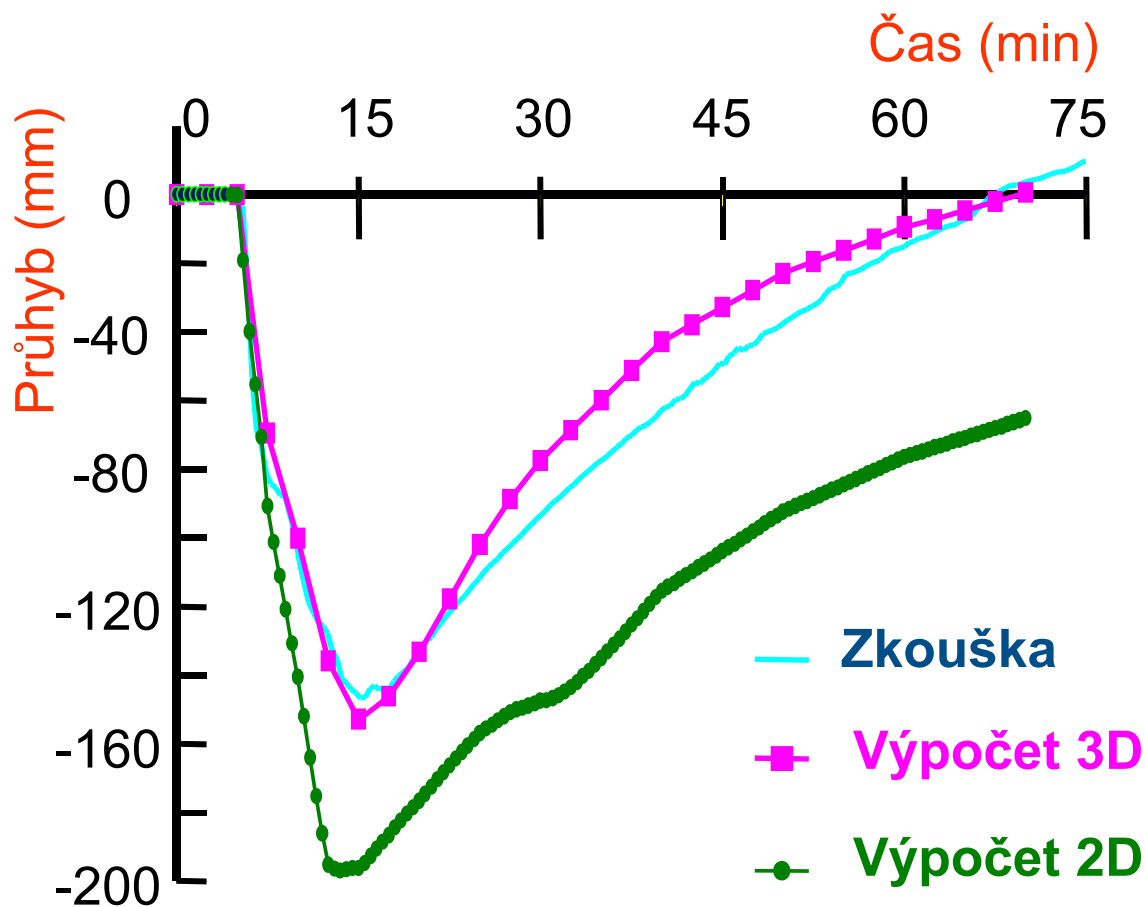




Porovnání 2D a 3D modelu



- Modely MKP druhé zkoušky podlažních parkovišť

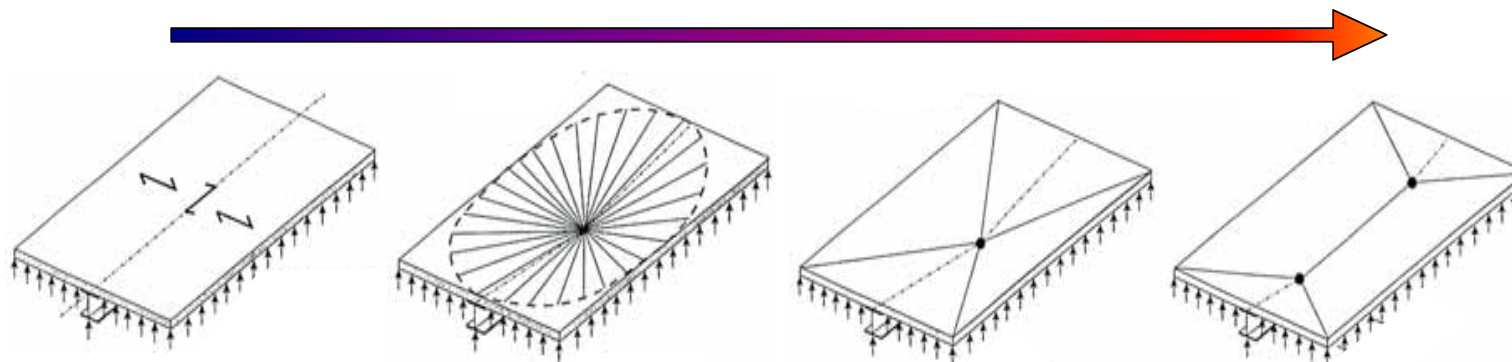




Chování ocelobetonového stropu



Nárůst teploty konstrukce při požáru



Prostý ohyb



Membránové
působení

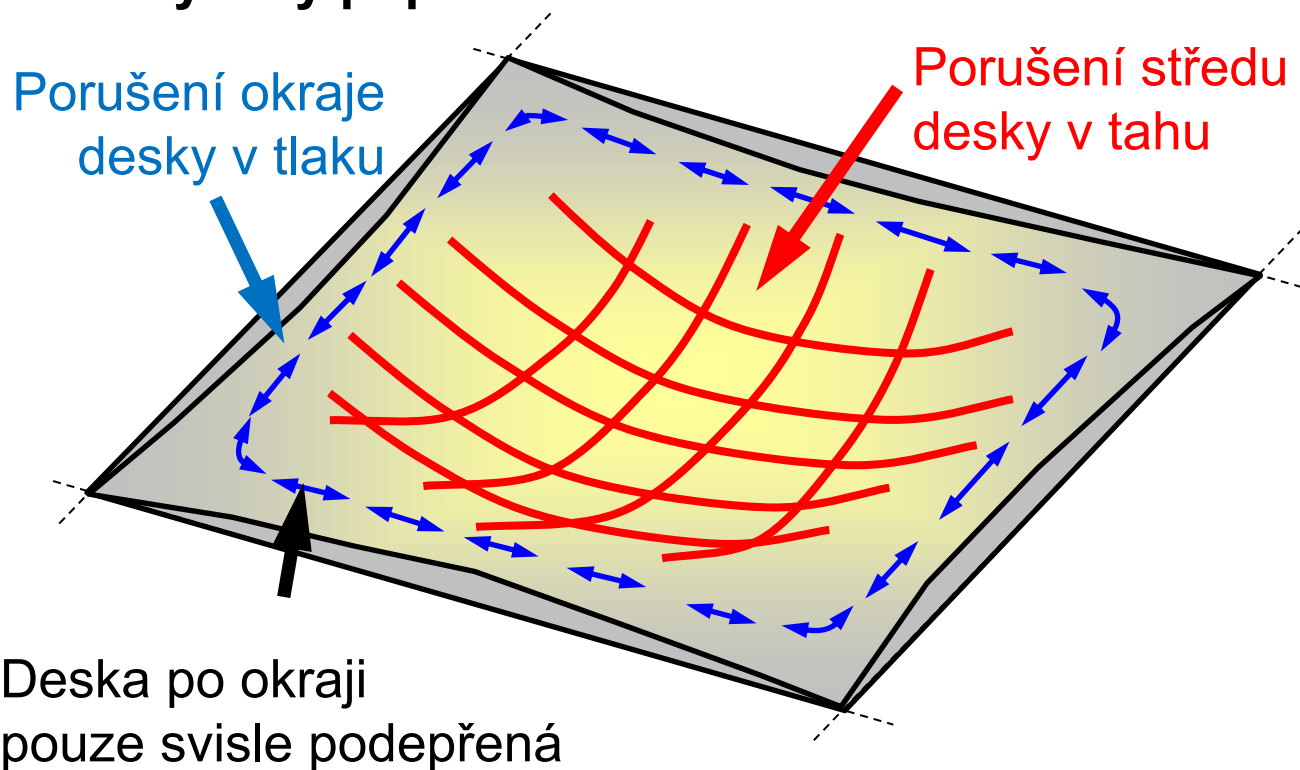
- Nosník a deska v ohybu
- Plastický kloub v nosníku
- Rozvoj mechanismu liniových kloubů
- Membránové působení



Shrnutí



- Membránové působení je třeba konstrukčně zajistit
- Nejpřesnější popis porušení
 - Model MKP
 - **Analytický popis**





Education and Culture DG

Lifelong Learning Programme
LEONARDO DA VINCI



Děkuji za pozornost

fire.fsv.cvut.cz/fracof