



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



Research Fund
for Coal & Steel

STABFI

Stabilizace pláštěm za zvýšené teploty při požáru

František Wald



Motivace

Seznámení s výsledky projektu
STABFI



RFCS 751583

Steel cladding systems for **stabilization**
of steel buildings in **fire**

Obsah přednášky

- Cíle projektu
- Rozsah projektu
- Práce na projektu
 - Požární scénáře
 - Experimenty
- Výstupy

Partneři projektu



**BUDAPEST UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS**
Faculty of Civil Engineering - Since 1782
Department of Structural Engineering



RFCS 751583

Steel cladding systems for **stabilization** of steel buildings in **fire**

Cíle projektu

- Za běžné teploty se stabilizace prvků a konstrukce pláštěm využívá
- Pro návrh za požáru jsou poznatky připraveny v toto projektu STABFI

Steel cladding systems for **stabilization** of steel buildings in **fire**



Zdroj Teräsrakenne (2016)

➤ Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře
Experimenty

Výstupy

Cíle projektu

- Z vyšetřování požárů je známo, že **působení pláště za/po požáru** je výrazné a pro zvýšení spolehlivosti je třeba je poznat a popsat

➤ Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

Experimenty

Výstupy



Zdroj Westdeutsche Zeitung

Rozsah projektu

- Jednopodlažní ocelové haly
- Plášť sendvičové panely a trapézové plechy
- Nosní konstrukce otevřené a uzavřené průřezy
- Samořezné šrouby
- Pokročilé modely požáru

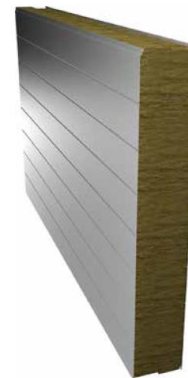
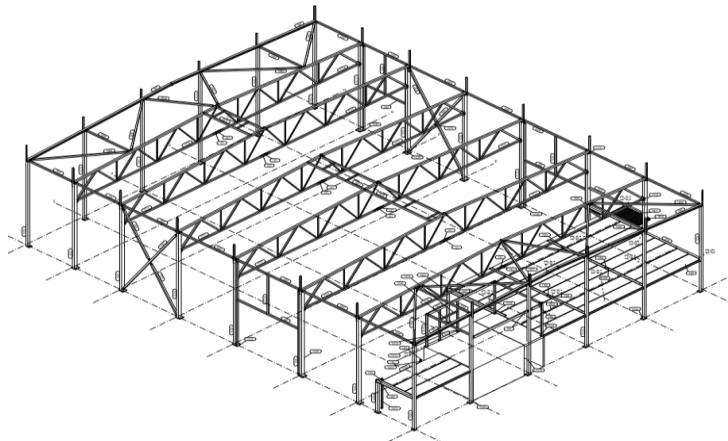
Cíle projektu

➤ Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře
Experimenty

Výstupy



Rozsah projektu

- Požární návrh nosné konstrukce
 - po prvcích z analýzy za běžné teploty
 - po částech konstrukce z analýza za zvýšené tep.

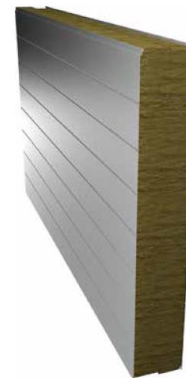
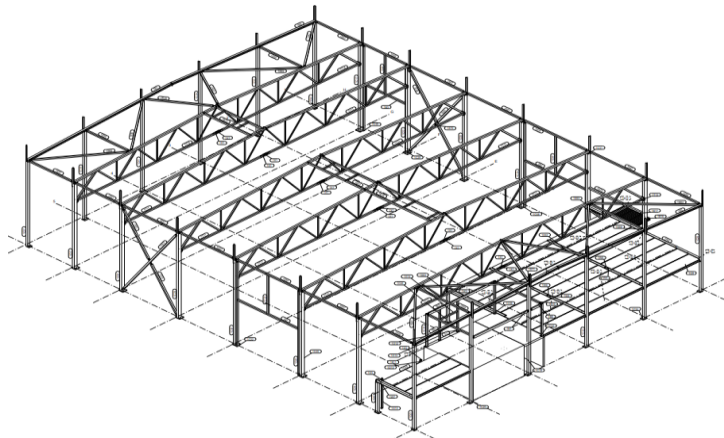
Cíle projektu

➤ Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře
Experimenty

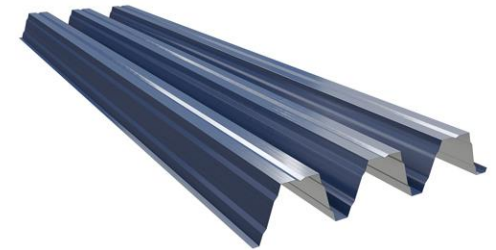
Výstupy



Stabilizace prvku trapézovými plechy

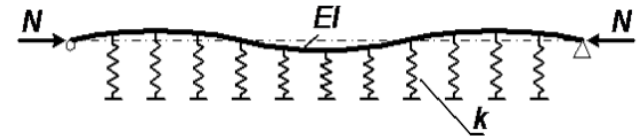
Kritické břemeno

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \left(n^2 + \frac{kL^4}{n^2 \pi^4 EI} \right)$$



Tuhost

$$k = \frac{K}{c} = \frac{1.5D\sqrt{t} \cdot 1 \cdot 10^3}{c}$$



○ Za zvýšené teploty

1. Změna tuhosti $k = k(\theta)$

2. Změny modulu pružnosti E_θ

3. Výpočet $N_{cr,fi}$ a návrh pole EN 1993-1-2:2005

Cíle projektu

➤ Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře
Experimenty

Výstupy

Stabilizace prvku sendvičovými panely

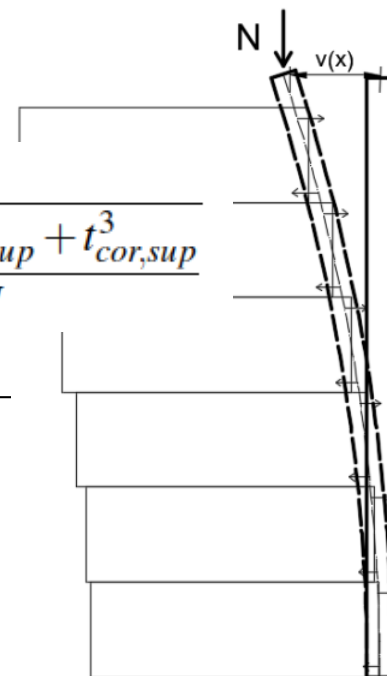


Kritické břemeno

$$N_{cr} = EI \frac{r^2 \pi^2}{L^2} + \frac{k_v}{2B} \sum_{k=1}^n c_k^2$$

Tuhost

$$k_v = \frac{1}{\frac{x_F}{k_{F2}} + \frac{t_{cor,sup}^2 + 2(1-x_F)Dt_{cor,sup}}{4C_{sup}} + \frac{3(1-x_F)Dt_{cor,sup}^2 + t_{cor,sup}^3}{24EI}}$$



○ Za zvýšené teploty

1. Změna tuhosti $k = k(\theta)$
2. Změny modulu pružnosti E_θ
3. Výpočet $N_{cr,fi}$
a návrh podle EN 1993-1-2:2005

$$EI \frac{d^4 v}{dx^4} + \left(N - \frac{k_v}{2B} \sum_{k=1}^n c_k^2 \right) \frac{d^2 v}{dx^2} = 0$$

Cíle projektu

➤ Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

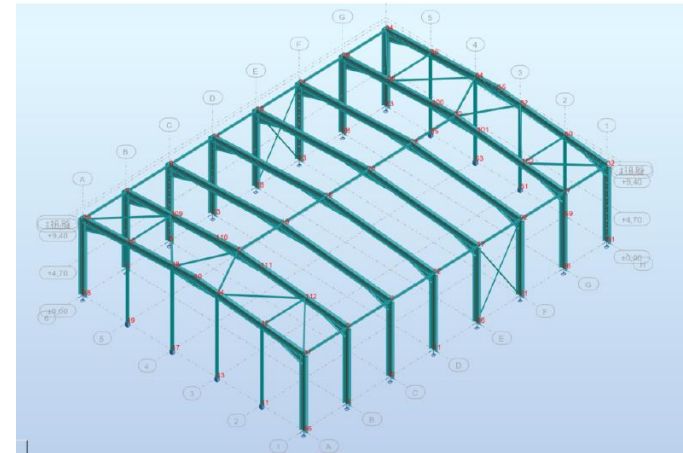
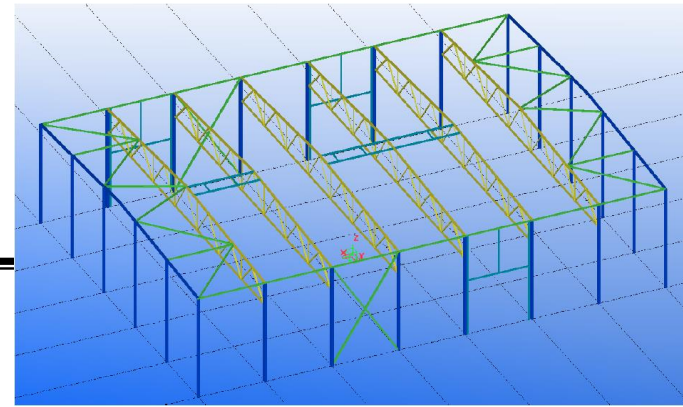
Experimenty

Výstupy

ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Hala



- Stabilizace
 - Mezní stav použitelnosti
 - Účinky druhého řádu
 - Plášť převezme část vodorovných sil

- **Za zvýšené teploty**

1. MKP model za zvýšené teploty
2. MKP model za běžné teploty

Příhradové
a rámové
uspořádání

Cíle projektu

➤ Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

Experimenty

Výstupy

Rozsah studie

Cíle projektu

➤ Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

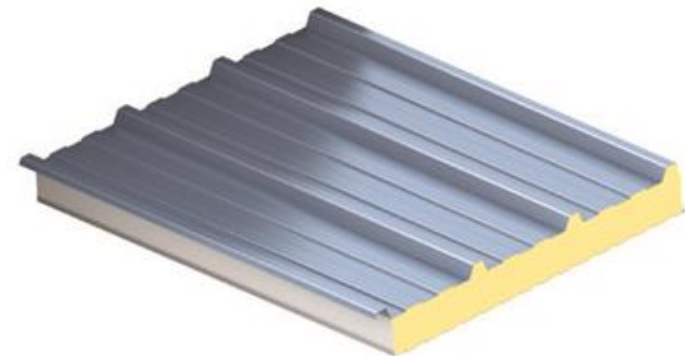
Experimenty

Výstupy

- **Stěnové panely**
 - Minerální vata a PIR
 - Tloušťky
100 mm a 230 mm
 - Plechy
0,6 mm a 0,5 mm



- **Stropní panely**
 - PIR
 - Tloušťky
100 mm a 230 mm
 - Plechy
0,5 mm a 0,4 mm



- **Šrouby 5,5 mm**



Rozsah studie

Cíle projektu

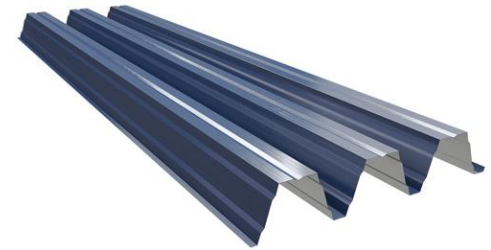
➤ Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře
Experimenty

Výstupy

- **Stěny**
- Trapezové plechy
 - Výška 153 mm
 - Tloušťka 0,9 mm



- **Stropy**
- Trapezové plechy
 - Výška 100 mm
 - Tloušťka 0,88 mm



- **Šrouby**
 - 5,5 mm



Práce na projektu

WP1 Požární scénáře

EXPERIMENTY

SIMULACE

VÝSTUPY

WP2 Přípoje
a panely

WP5 MKP
modely prvků
a styčnicků

WP7 Návrhová
pravidla
a pomůcky

WP3 Požární
zkoušky

WP6 MKP
modely
konstrukcí

WP8 Semináře

WP4 Stabilitní
zkoušky



Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

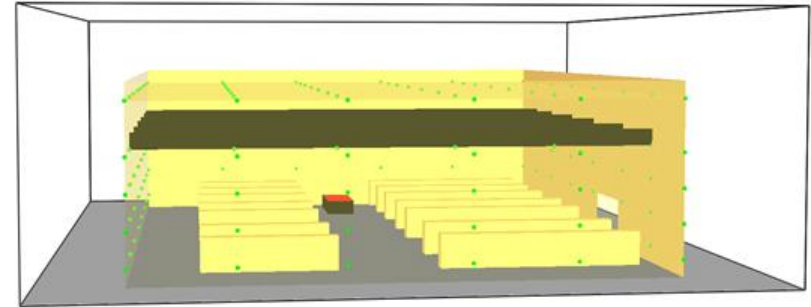
Požární scénáře

Experimenty

Výstupy

Požární scénáře

- Vozidlo
- Tři palety
- Putující požár



Cíle projektu

Rozsah projektu

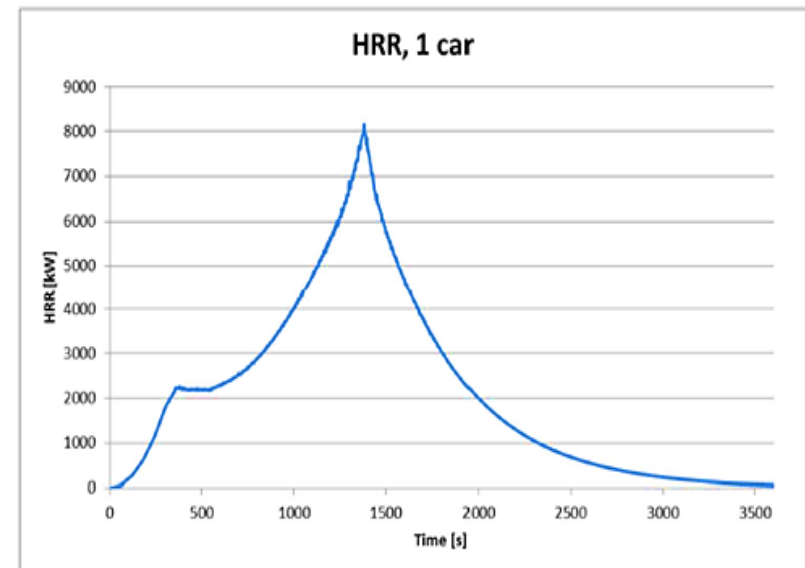
Práce
na projektu

► Požární scénáře

Experimenty

Výstupy

- Výběr nejhoršího scénáře
- Teploty pro řešené příklady



Experimenty

- Se sendvičovými panely a přípoji
 - Pro validaci MKP modelů
 - Pro validaci analytických modelů

- Zkoušky
 - Požární sestav
 - Ohybové panelů
 - Smykové přípojů
 - Rotační přípojů
 - Stabilitní vytužených prvků

Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

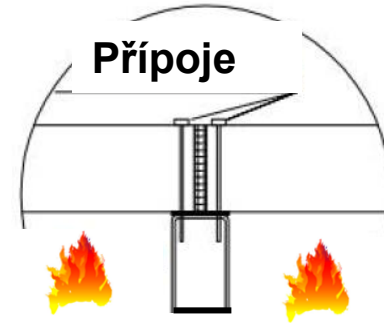
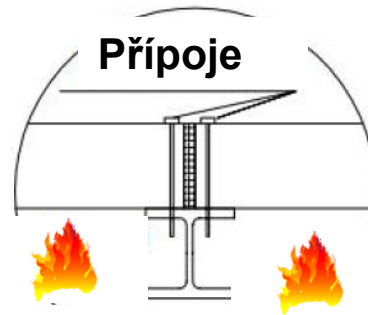
▶ Experimenty

Výstupy

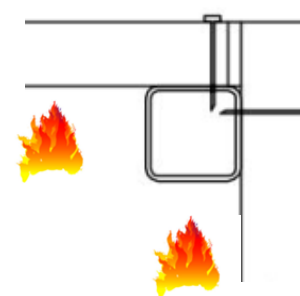
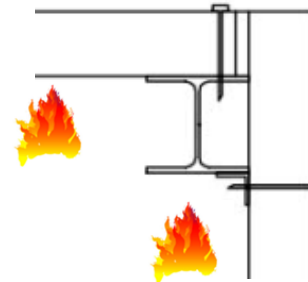
Požární zkoušky ve vodorovné peci



Vystaveny
ze tří stran



Vystaveny
ze dvou stran



Otevřené
průřezy

Uzavřené
průřezy

Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

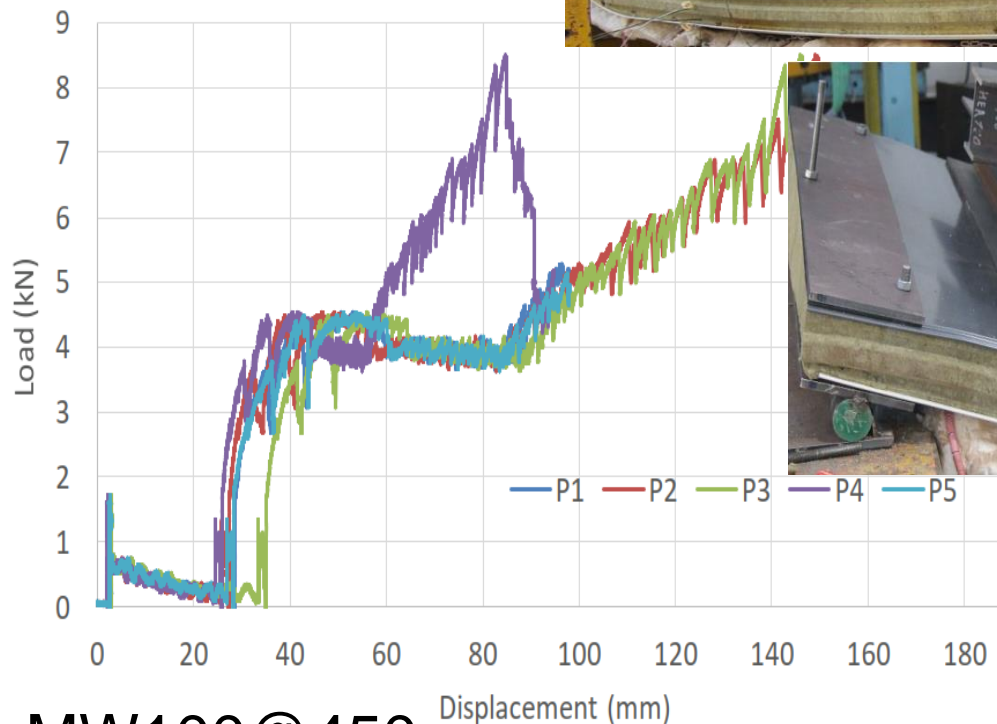
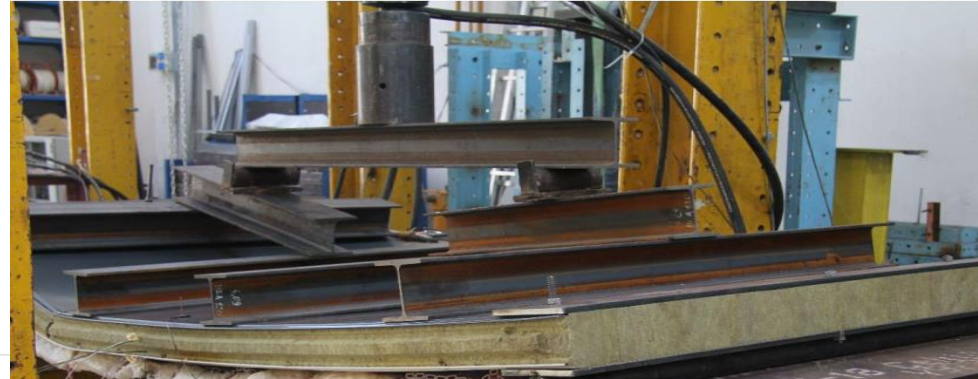
Požární scénáře

Experimenty

Výstupy

Zkoušky ohybové tuhosti sendvičových panelů

- Za zvýšené teploty



MW100@450

Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

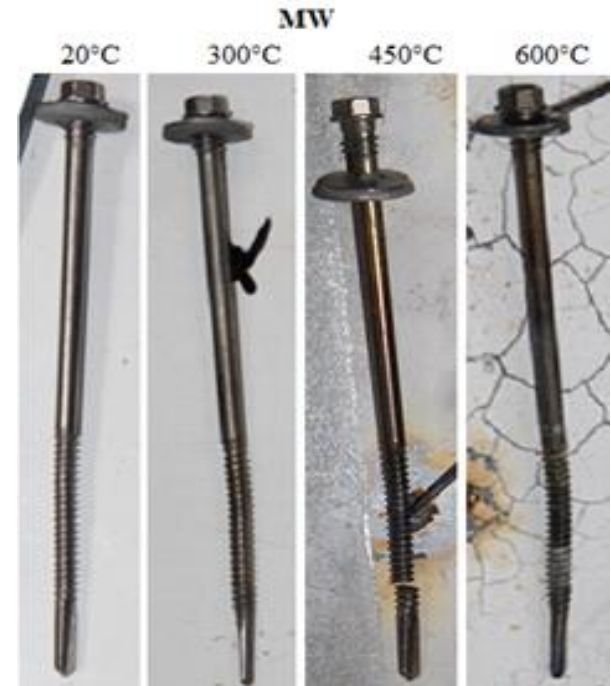
Požární scénáře

▶ Experimenty

Výstupy

Zkoušky smykové tuhosti přípojů sendvičových panelů

- Cíl
 - Tuhost spoje za zvýšené teploty



Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

▶ Experimenty

Výstupy



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Zkoušky rotační tuhosti přípojů sendvičových panelů

- Cíl
 - Rotační tuhost
za zvýšené teploty



BUDAPEST UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS

Faculty of Civil Engineering - Since 1782

Department of Structural Engineering

Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

▶ Experimenty

Výstupy



Zkoušky vzpěrné pevnosti ztužených prvků

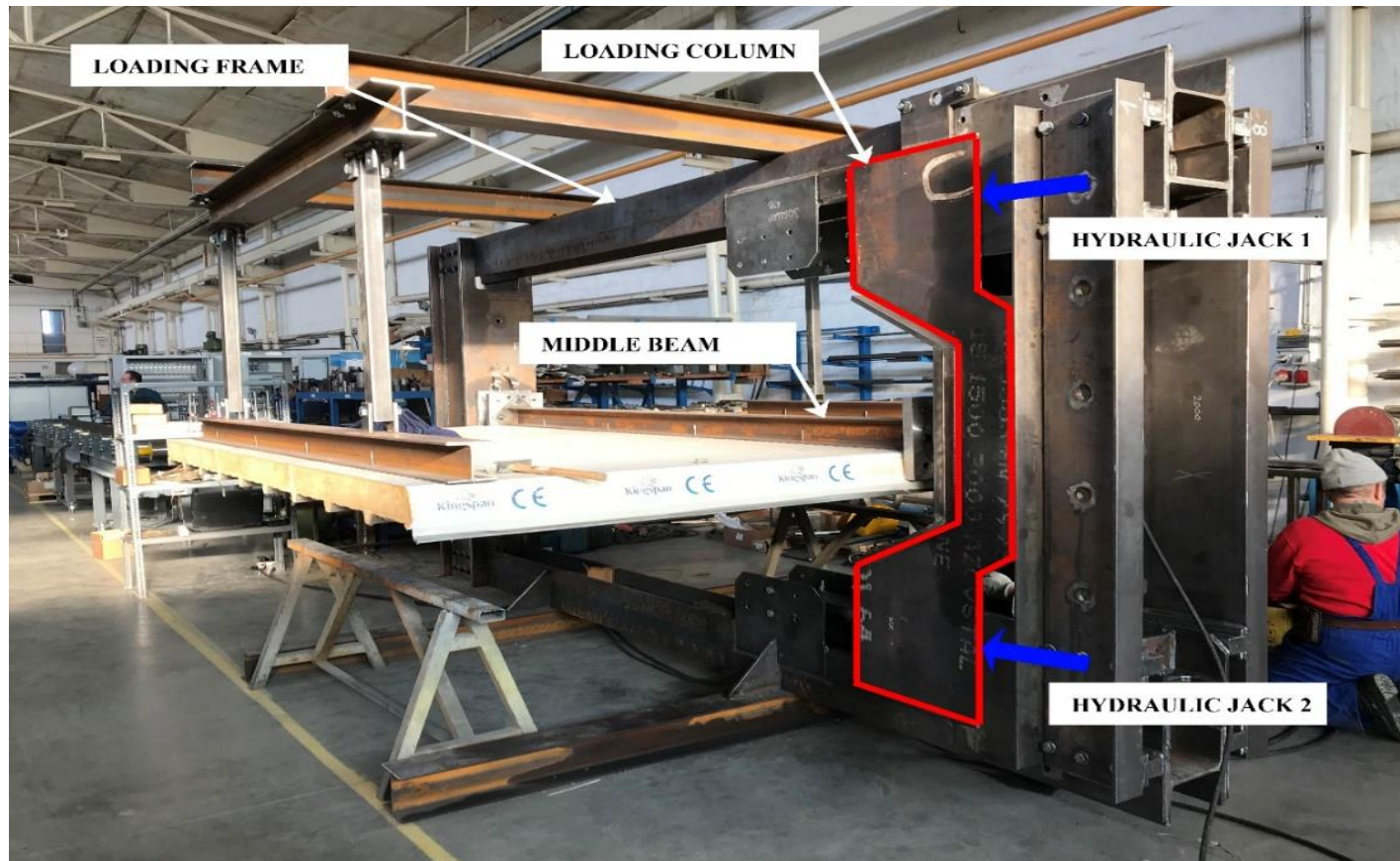


BUDAPEST UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS

Faculty of Civil Engineering - Since 1782

Department of Structural Engineering

- Za zvýšené teploty
 - Ověření návrhu



Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

➤ Experimenty

Výstupy



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Výstupy

Cíle projektu

Rozsah projektu

Práce
na projektu

Požární scénáře

Experimenty

➤ Výstupy

- Modely
 - Smykové tuhosti přípoju
 - Rotační tuhosti přípoju
- Návrh prvků
s vodorovnou netuhou podporou
- Návrh prutových konstrukcí
s vodorovnou netuhou podporou
- **Příručka pro návrh**
- **Softwarový nástroj**

ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE





ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE



STABFI

Děkuji za pozornost

František Wald

frantisek.wald@fsv.cvut.cz

