

133PSBZ

Požární spolehlivost betonových a zděných konstrukcí

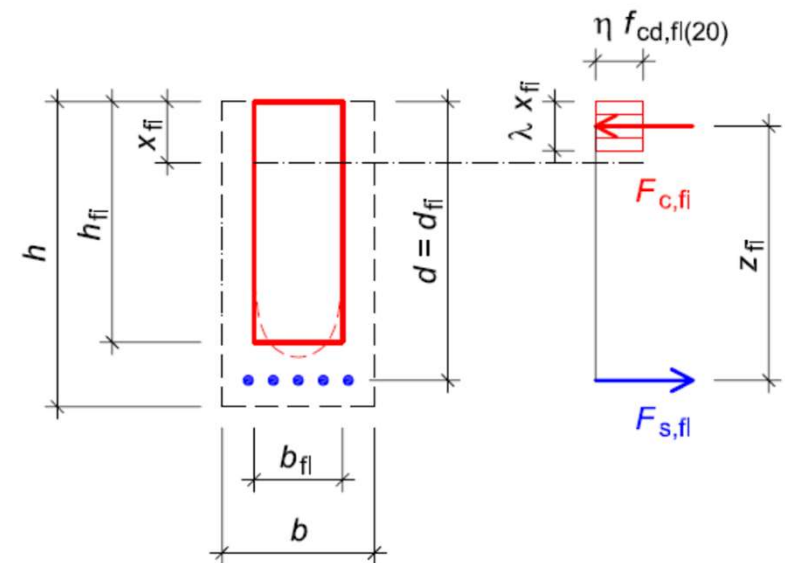
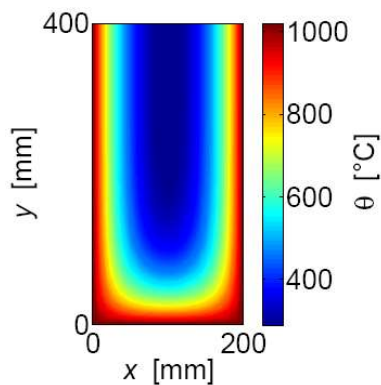
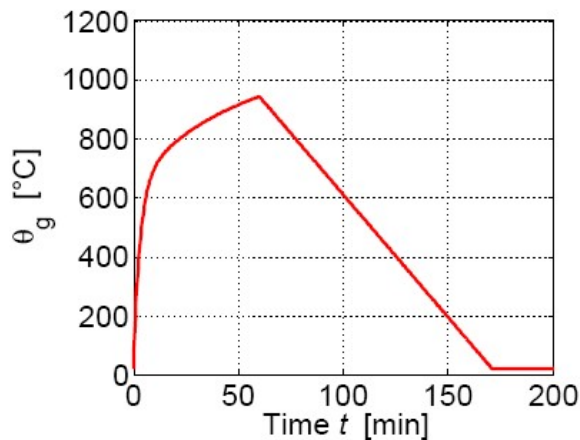
Přednáška A3

ČVUT v Praze, Fakulta stavební
katedra betonových a zděných konstrukcí

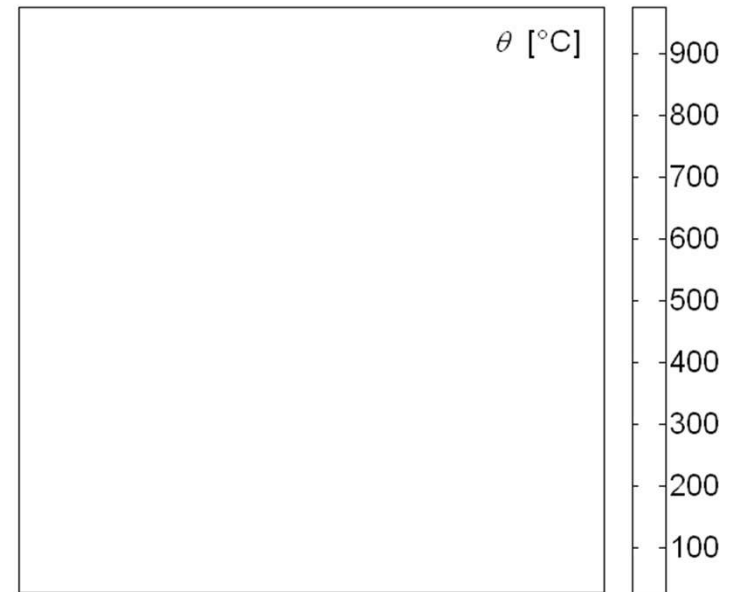
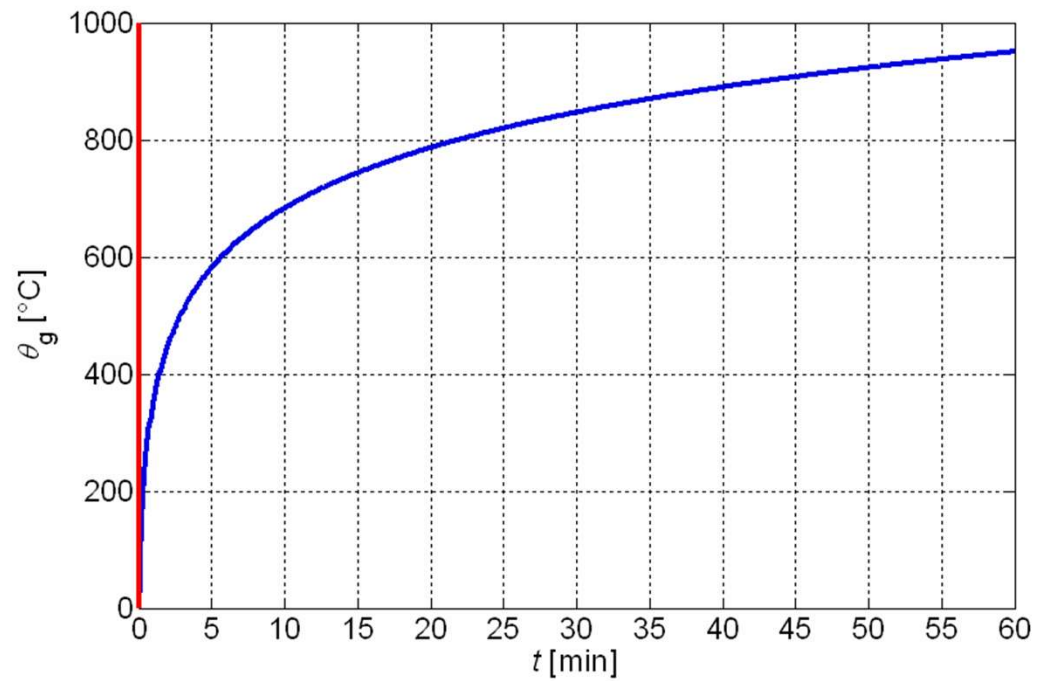
Úvod do problematiky požární bezpečnosti staveb

Postup návrhu (resp. posouzení) konstrukce na účinky požáru

- teplotní analýza požárního úseku
- teplotní analýza konstrukce
- vlastní návrh (resp. posouzení)



Teplotní analýza konstrukce



Teplotní analýza konstrukce

Přístupy k teplotní analýze konstrukce

- Požární zkoušky
- **Výpočet**
- Využití dříve změřených nebo vypočítaných hodnot

Software pro navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru

Programy vyvíjené na katedře betonových a zděných konstrukcí FSv ČVUT v Praze

- Základní informace o programech
- Program **TempAnalysis**
- Program **HygroThermAnalysis**
- Soubor programů **FiDeS**
- Program **RCC_{fi}**

Základní informace o programech

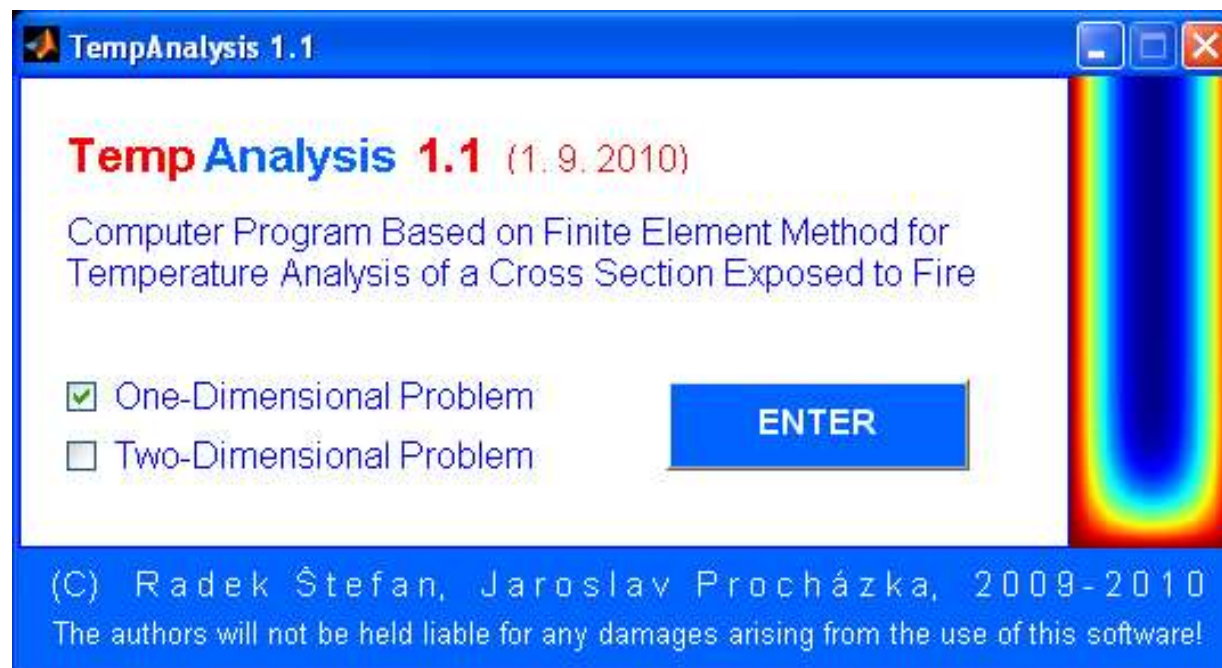
- Programy jsou vytvořeny v prostředí MATLAB.
- Pro spuštění je nutné mít nainstalovanou příslušnou verzi programu MATLAB, příp. odpovídající knihovnu MATLAB Compiler Runtime (MCR, volně dostupná).
- Programy (+ knihovna MCR) a jejich uživatelské příručky lze stáhnout na:

<http://people.fsv.cvut.cz/www/stefarad/vyzkum.html>

TempAnalysis

- Výpočetní program pro teplotní analýzu obdélníkových průřezů (deska, stěna, nosník, sloup) vystavených požáru.
- Uživatelské rozhraní v anglickém jazyce.
- Řeší 1D (desky/stěny) a 2D (nosníky/sloupy) úlohy.

Úvodní okno programu



TempAnalysis

Vstupy

- materiálové vlastnosti průřezu (materiál s konstantními vlastnostmi, materiál s nelineárními vlastnostmi, beton dle ČSN EN 1992-1-2)
- rozměry průřezu
- tloušťka a vlastnosti izolační vrstvy
- návrhový požární scénář (normová teplotní křivka, parametrická teplotní křivka dle ČSN EN 1991-1-2)
- požární expozice (doba vystavení požáru, požár z jedné/dvou/tří/čtyř stran)

Okno programu
pro zadání
vstupů

Materiál

Rozměry

Izolace

Material

Material with Constant Material Properties
 Material with Non-Linear Material Properties
 Concrete (EN 1992-1-2)

Define Material Properties

Cross-Sectional Dimensions

Width b [m] Height h [m]

Protective Layer

Enter Protective Layer? No Yes

Thickness of the Insulation d_{ins} [m]

Density ρ_{ins} [kg/m³]

Heat Capacity $c_{p,ins}$ [J/kgK]

Thermal Conductivity λ_{ins} [W/mK]

Design Fire Scenario

Temperature-Time Curve:
 Standard Parametric

Fire Load Density $q_{t,d}$ [MJ/m³]
<50,1000>

Opening Factor O [m^{1/2}]
<0.02,0.20>

Thermal Inertia b [J / m² s^{1/2} K]
<100,2200>

Fire Growth Rate

Temperature-Time Curve

Fire Exposure

Time in Fire Exposure t [min]

CALCULATION

FEA SETTING **NEW** **EXIT**

Požár

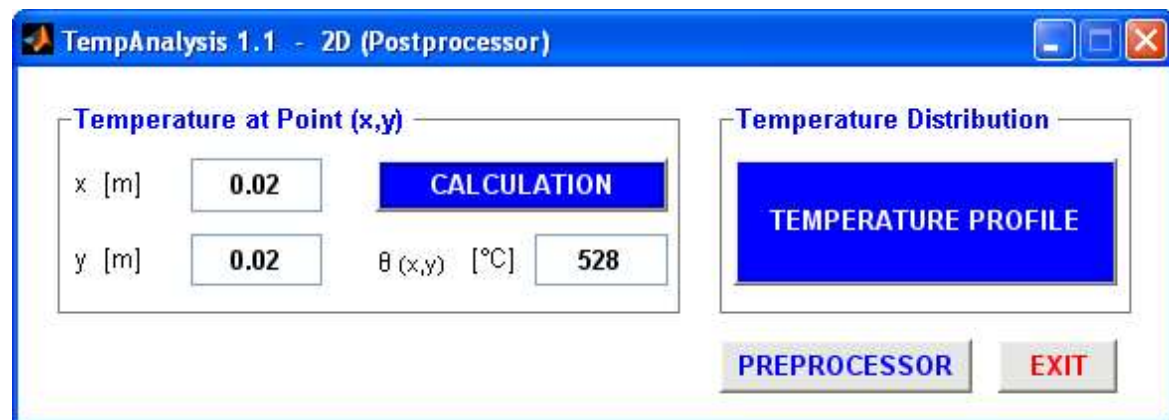
Expozice

TempAnalysis

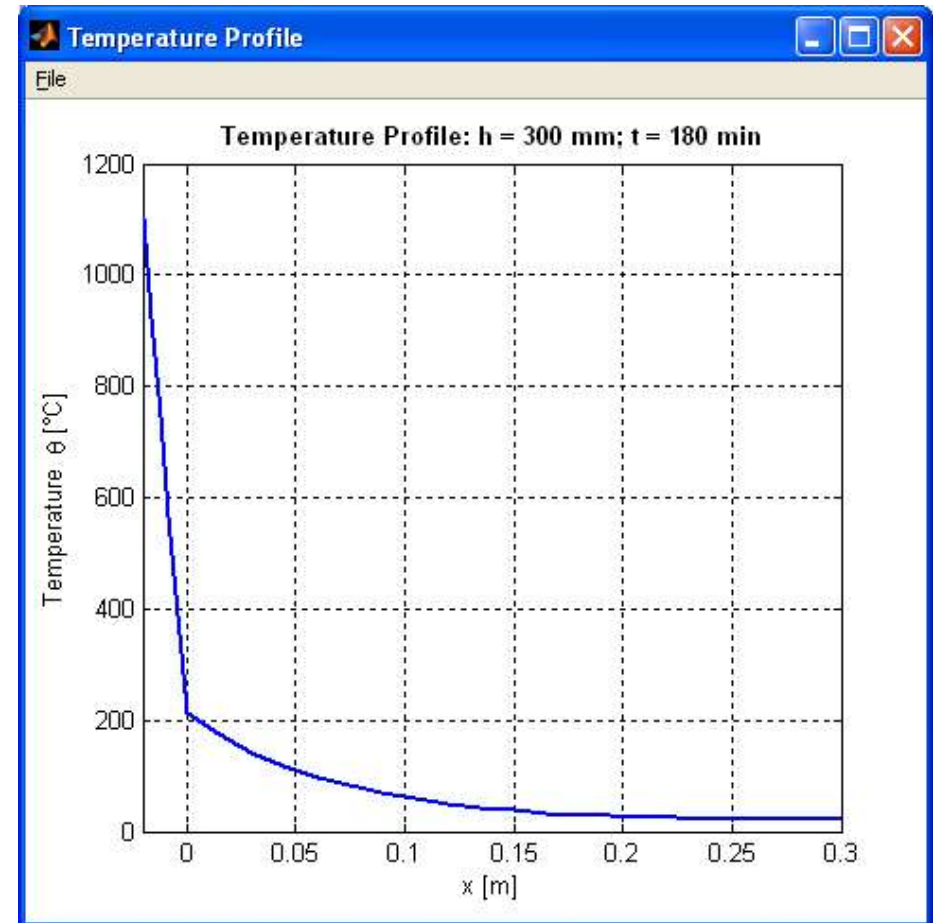
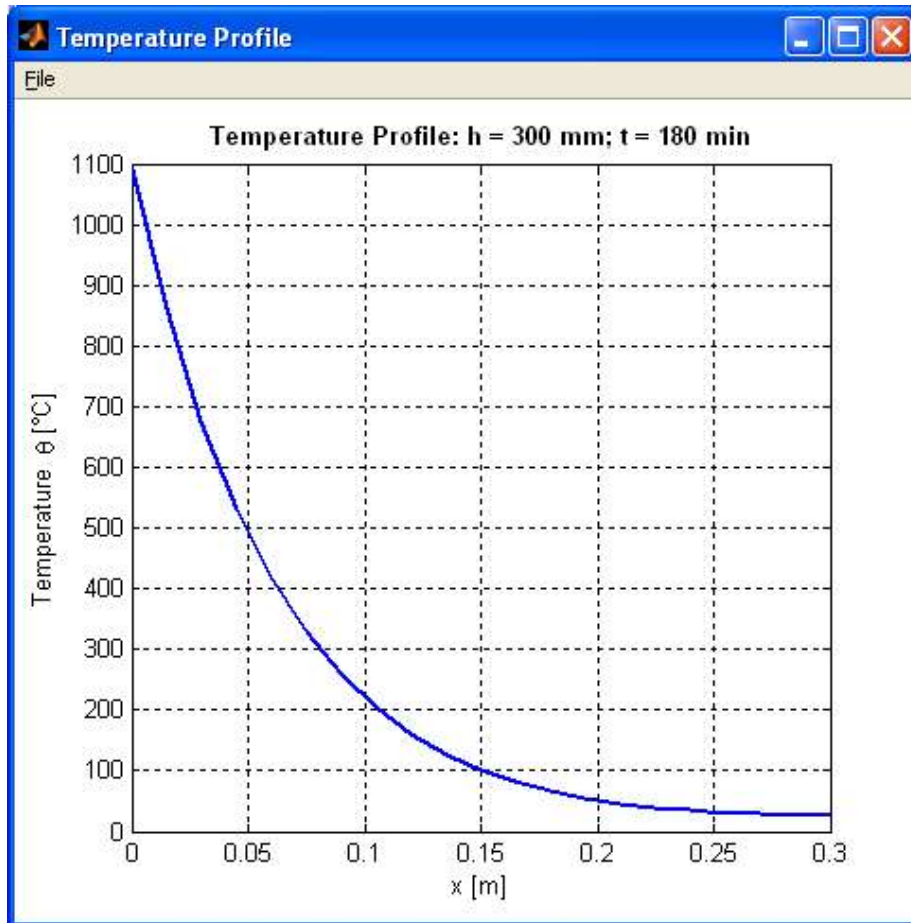
Výstupy

- teplota v libovolném bodě průřezu pro zadanou dobu vystavení požáru
- teplotní profil průřezu (pro 2D úlohu možno zvolit mezi zobrazením pomocí izoterem nebo pomocí barevné škály)

Okno programu pro zobrazení výstupů

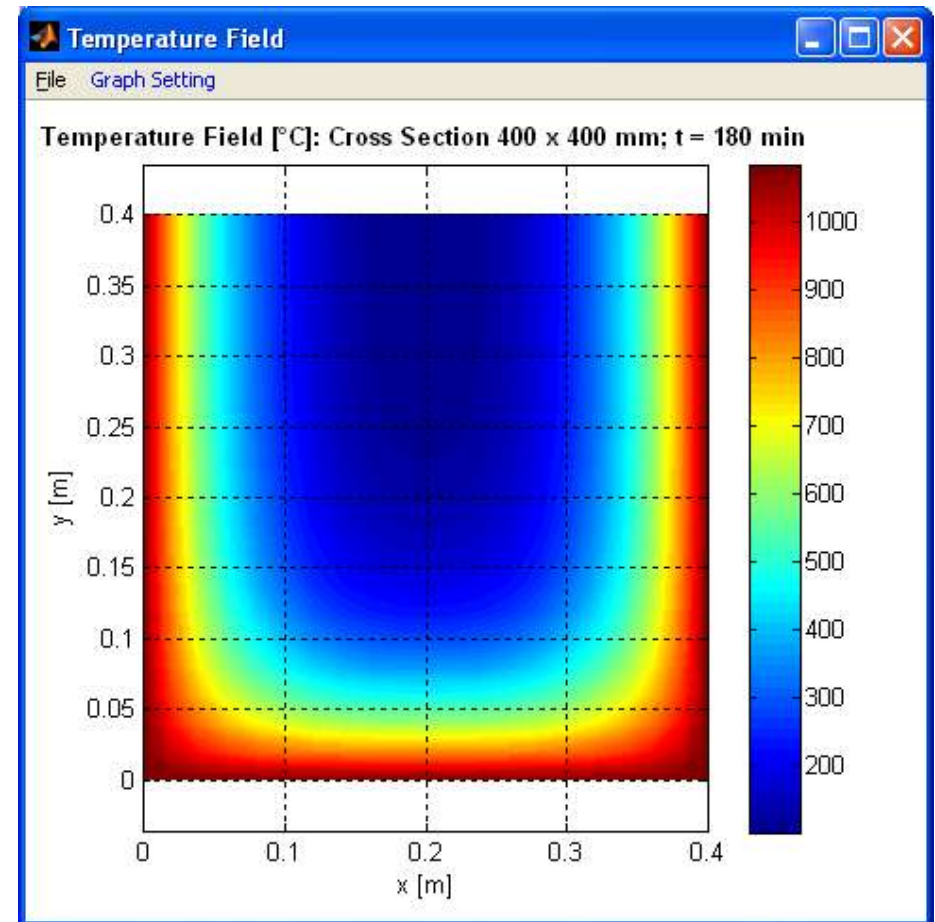
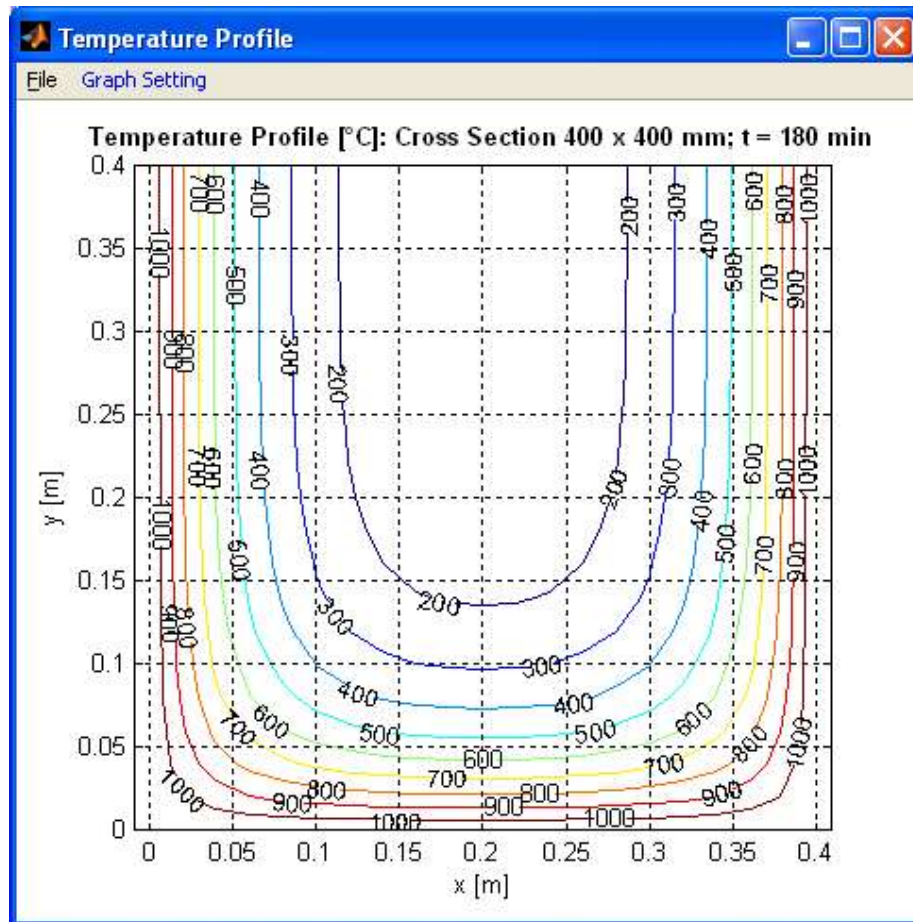


TempAnalysis



Teplotní profil desky/stěny tl. 300 mm vystavené normovému požáru po dobu 180 min: bez izolace (vlevo), s izolační vrstvou tl. 20 mm (vpravo)

TempAnalysis



Teplotní profil nosníku o průřezu 400 x 400 mm² vystaveného normovému požáru ze tří stran po dobu 180 min: zobrazení pomocí izoterem (vlevo), zobrazení pomocí barevné škály (vpravo)

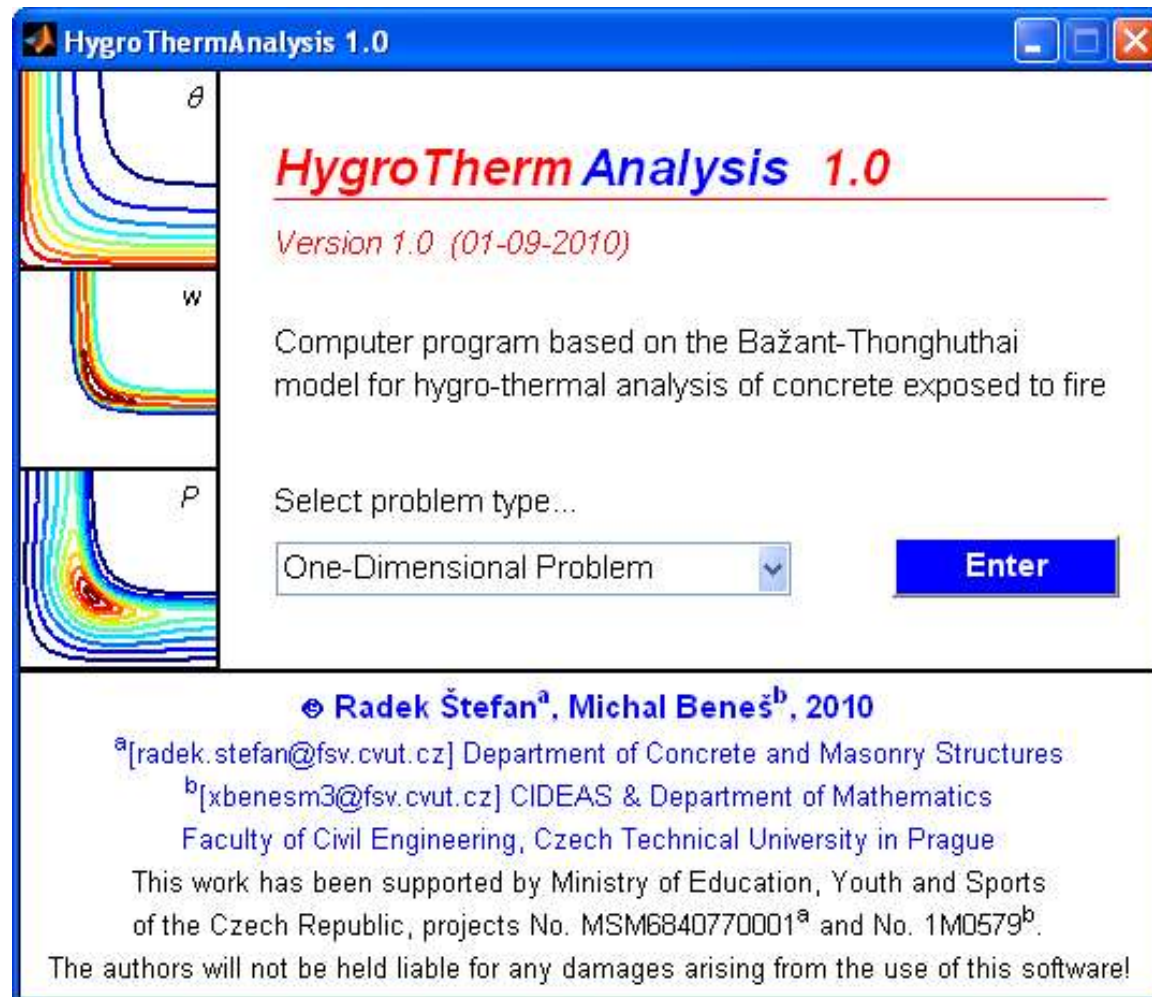
HygroThermAnalysis

- Výpočetní program pro teplotně-vlhkostní analýzu betonových obdélníkových průřezů (desky, stěny, nosníky, sloupy) vystavených požáru.
- Narozdíl od programu **TempAnalysis** umožňuje zohlednit vliv vlhkosti a jejího transportu.
- Slouží pro stanovení rozložení teploty, vlhkosti a pórového tlaku v betonových průřezech vystavených požáru a k určení rizika odštěpování betonu způsobeného nárůstem pórového tlaku.

HygroThermAnalysis

- Řeší 1D (desky/stěny) a 2D (nosníky/sloupy) úlohy.

Úvodní okno programu



HygroThermAnalysis

Vstupy

- rozměry průřezu
- materiálové vlastnosti betonu
- doba vystavení normovému požáru
- okrajové podmínky
- počáteční podmínky
- nastavení výpočtu (počet konečných prvků, časový krok)

Okno programu pro zadání vstupů

2D HygroThermAnalysis 1.0 - Preprocessor

Dimensions

b [m] ?

h [m] ?

Material Properties

$w_{s,25}$ [kg/m³] ?

c [kg/m³] ?

ρ_{25} [kg/m³] ?

$c_{p,25}$ [J/(kg·K)] ?

a_{25} [m/s] ?

Fire Exposure

t_f [s] ?

[K] [°C]

Boundary Conditions

Fire exposure on:

1 2 3 4

α_c [W/(m²·K)] ?

β_c [m/s] ?

e [-] ?

FEA Setting

n_x [-] ?

n_y [-] ?

Δt [s] ?

Initial Conditions

θ_0 [K] ?

RH_0 [-] ?

Computational Time

Calculation will take

???? min.

HygroThermAnalysis

Výstupy

- hodnoty teploty, vlhkosti a párového tlaku v libovolném bodě průřezu
- grafické znázornění rozložení hledaných veličin v analyzovaném průřezu
- grafické vyznačení oblasti průřezu, ve které je riziko odštěpení betonu

Okno programu pro zobrazení výstupů

2D HygroThermAnalysis 1.0 - Postprocessor

Results Plot

Temperature [K] [°C]

Water Content [kg/m³]

Pore Pressure [MPa]

at time t [s]

Isolines Isoareas

Results in Point [x,y]

x [m]

y [m]

at time t [s]

$\theta(x,y)$ [K]

$w(x,y)$ [kg/m³]

$P(x,y)$ [MPa]

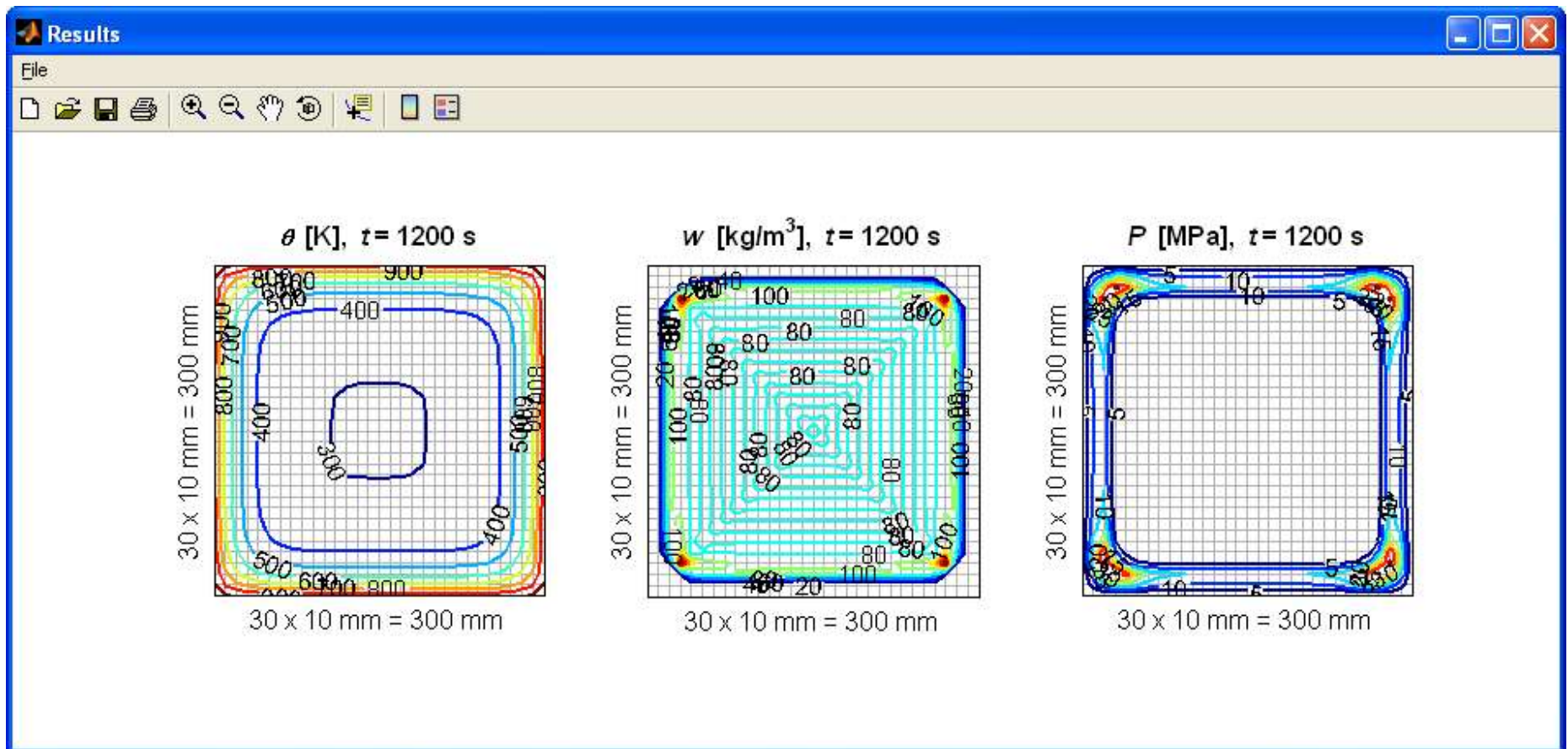
Spalling Prediction

ϕ_{25} [-]

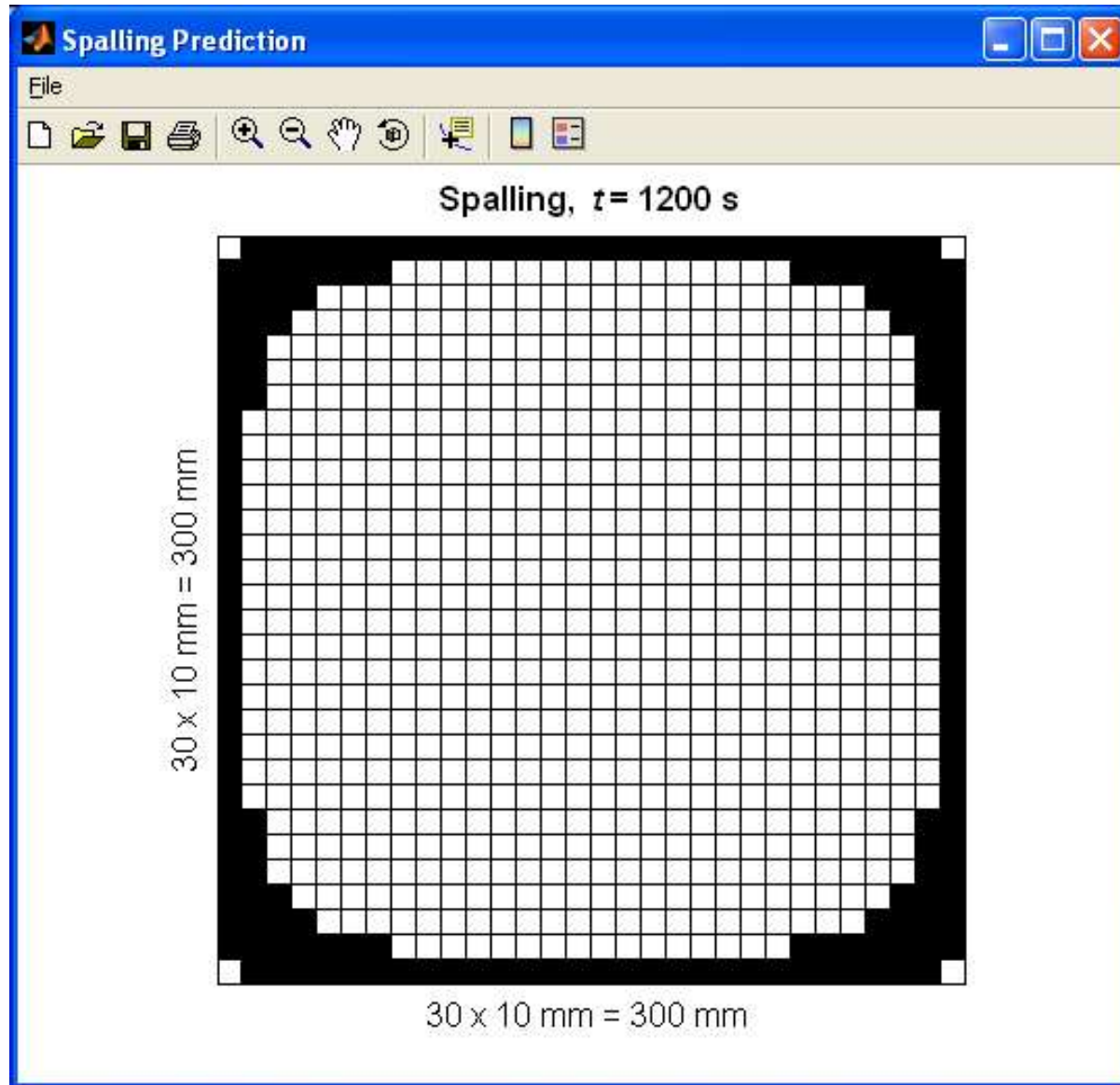
$f_{ct,25}$ [MPa]

at time t [s]

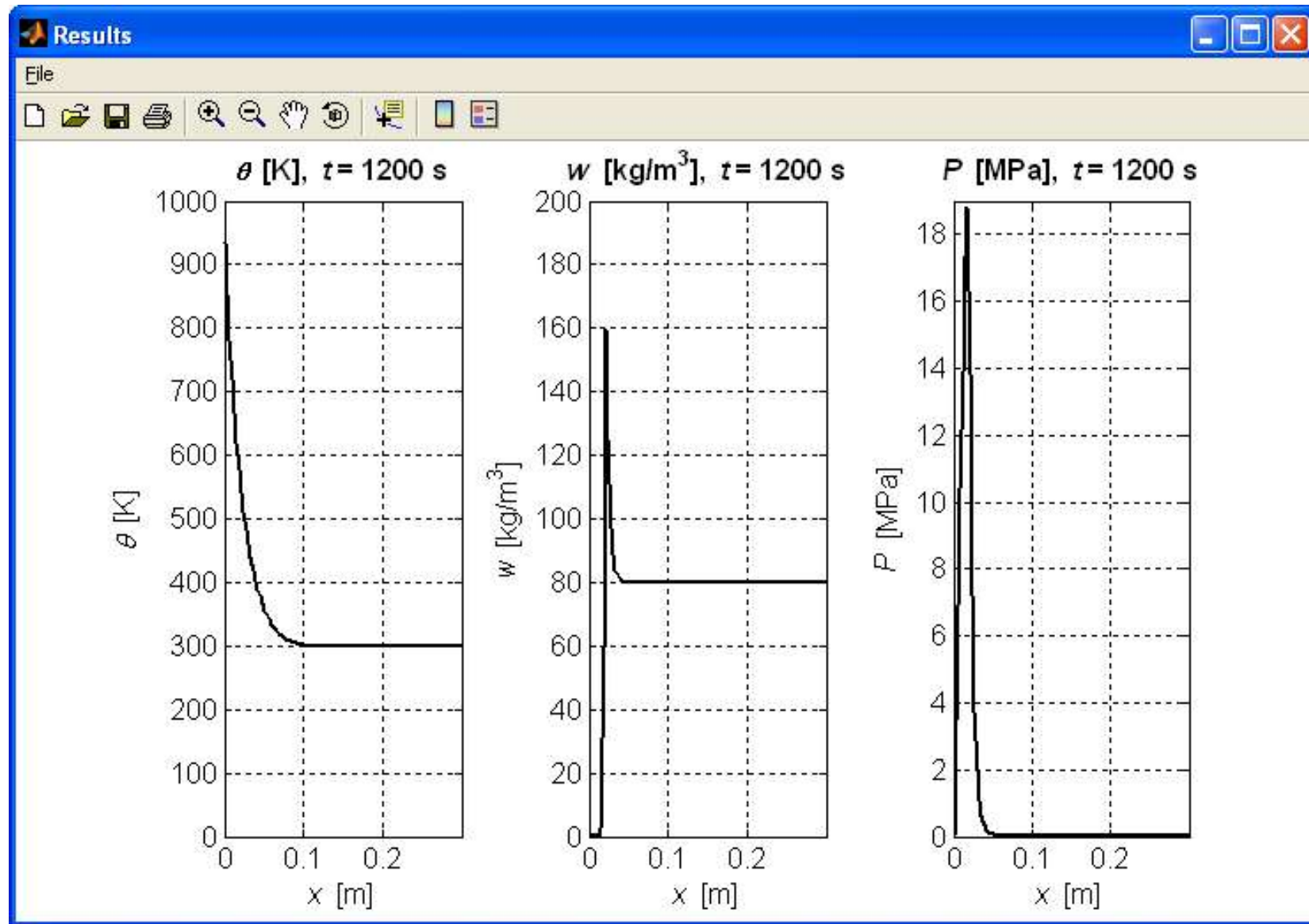
Grafické znázornění rozložení hledaných veličin v analyzovaném průřezu - 2D



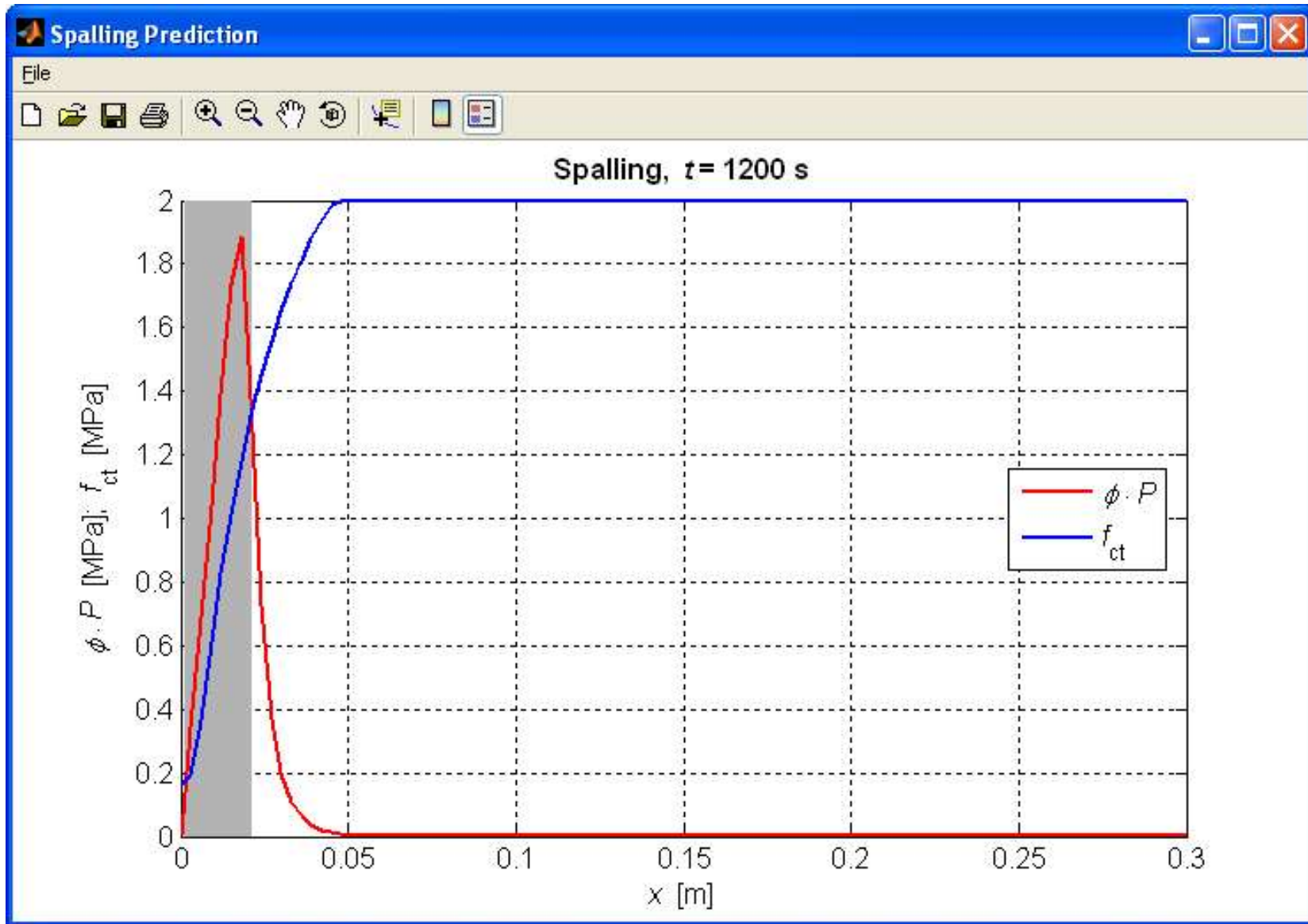
Vyznačení oblasti průřezu, ve které je riziko odštěpení betonu - 2D



Grafické znázornění rozložení hledaných veličin v analyzovaném průřezu - 1D



Vyznačení oblasti průřezu, ve které je riziko odštěpení betonu - 1D



FiDeS (Fire Design Software)

Jedná se o celkem pět samostatných programů

- program pro teplotní analýzu požárního úseku
- program pro teplotní analýzu průřezu
- program pro posouzení požární odolnosti betonových prvků
- program pro stanovení požární odolnosti betonových prvků pomocí zjednodušených výpočetních metod uvedených v normě ČSN EN 1992-1-2
- program pro posouzení požární odolnosti zděných prvků pomocí tabulek uvedených v normě ČSN EN 1996-1-2

FiDeS (Fire Design Software)

Obecná charakteristika

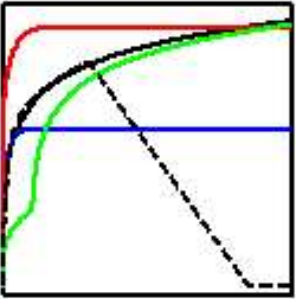

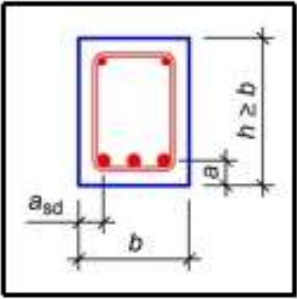
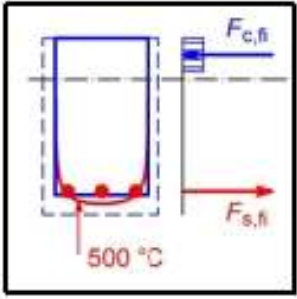
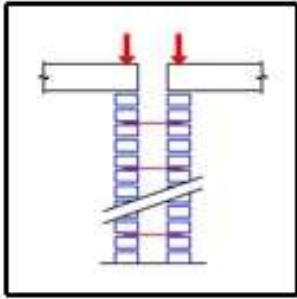
- interaktivní uživatelské rozhraní
- podrobná nápověda
- možnost vygenerovat protokol shrnující nejdůležitější informace o provedeném výpočtu (posouzení)
- v současnosti je dostupná první verze softwaru FiDeS - všechny programy budou postupně rozšiřovány a doplňovány

Úvodní okno programu

FiDeS 1.0

FiDeS 1.0
Fire Design Software

Soubor výpočetních programů pro navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru podle Eurokódů
Verze 1.0 (1. 9. 2010)

Teplotní analýza požárního úseku	Teplotní analýza průřezu	Betonové prvky Tabulky	Betonové prvky Výpočetní metody	Zděné prvky Tabulky
				
Vstoupit	Vstoupit	Vstoupit	Vstoupit	Vstoupit

© Radek Štefan 2010 <radek.stefan@fsv.cvut.cz> <<http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/>>
ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra betonových a zděných konstrukcí. Thákurova 7, 166 29 Praha 6.
Program byl vytvořen v rámci projektů FRVŠ 730/2010/G1 a MSM 6840770001. Slouží pro studijní a výukové účely.
Autor nenese žádnou zodpovědnost za škody plynoucí z použití tohoto programu.

FiDeS (Fire Design Software)

Program pro teplotní analýzu požárního úseku

- Program je určen pro teplotní analýzu požárního úseku s využitím:
 - nominálních teplotních křivek (normová teplotní křivka, křivka vnějšího požáru, uhlovodíková teplotní křivka, křivka pomalého zahřívání)
 - parametrické teplotní křivky (příloha A ČSN EN 1991-1-2)
- Program umožňuje:
 - stanovit teplotu plynů v požárním úseku pro libovolný čas působení požáru
 - vykreslit příslušnou teplotní křivku pro zadaný časový interval

Okno pro výběr požární křivky

The screenshot shows a software window titled "FiDeS 1.0 Teplotní analýza požárního úseku". The window contains the following elements:

- Title Bar:** "FiDeS 1.0 Teplotní analýza požárního úseku" with standard window control buttons (minimize, maximize, close).
- Header:** "FiDeS 1.0 Teplotní analýza požárního úseku" in red and black text, with "Fire Design Software" below it.
- Radio Buttons:** Two radio buttons are present: "Nominální teplotní křivka" (selected) and "Parametrická teplotní křivka". Each has a help icon (question mark in a box) to its right.
- Dropdown Menus:**
 - Under "Nominální teplotní křivka", a dropdown menu is open, showing the following options: "Křivka pomalého zahřívání", "Normová teplotní křivka (ISO 834)" (highlighted), "Křivka vnějšího požáru", "Uhlovodíková teplotní křivka", and "Křivka pomalého zahřívání".
 - Under "Parametrická teplotní křivka", a dropdown menu shows "Teplotní křivka dle přílohy A ČSN EN 1991-1-2".
- Buttons:** At the bottom, there are three buttons: "<< Zpět" (left), "Konec" (center), and "Pokračovat >>" (right).

Zadání parametrické teplotní křivky

FiDeS 1.0 Teplotní analýza požárního úseku

FiDeS 1.0 Teplotní analýza požárního úseku
Fire Design Software

Parametrická teplotní křivka

- Definovaná v příloze A normy ČSN EN 1991-1-2.
- Platí pro požární úseky s podlahovou plochou max. 500 m², bez otvorů ve střeše a s max. výškou požárního úseku 4 m.

Parametry

$q_{t,d}$ [MJ m ⁻²]	<input type="text" value="200"/>	<input type="button" value="?"/>
α [m ^{1/2}]	<input type="text" value="0.04"/>	<input type="button" value="?"/>
b [J m ⁻² s ^{-1/2} K ⁻¹]	<input type="text" value="1160"/>	<input type="button" value="?"/>
Rychlost rozvoje požáru	<input type="button" value="Střední"/>	<input type="button" value="?"/>

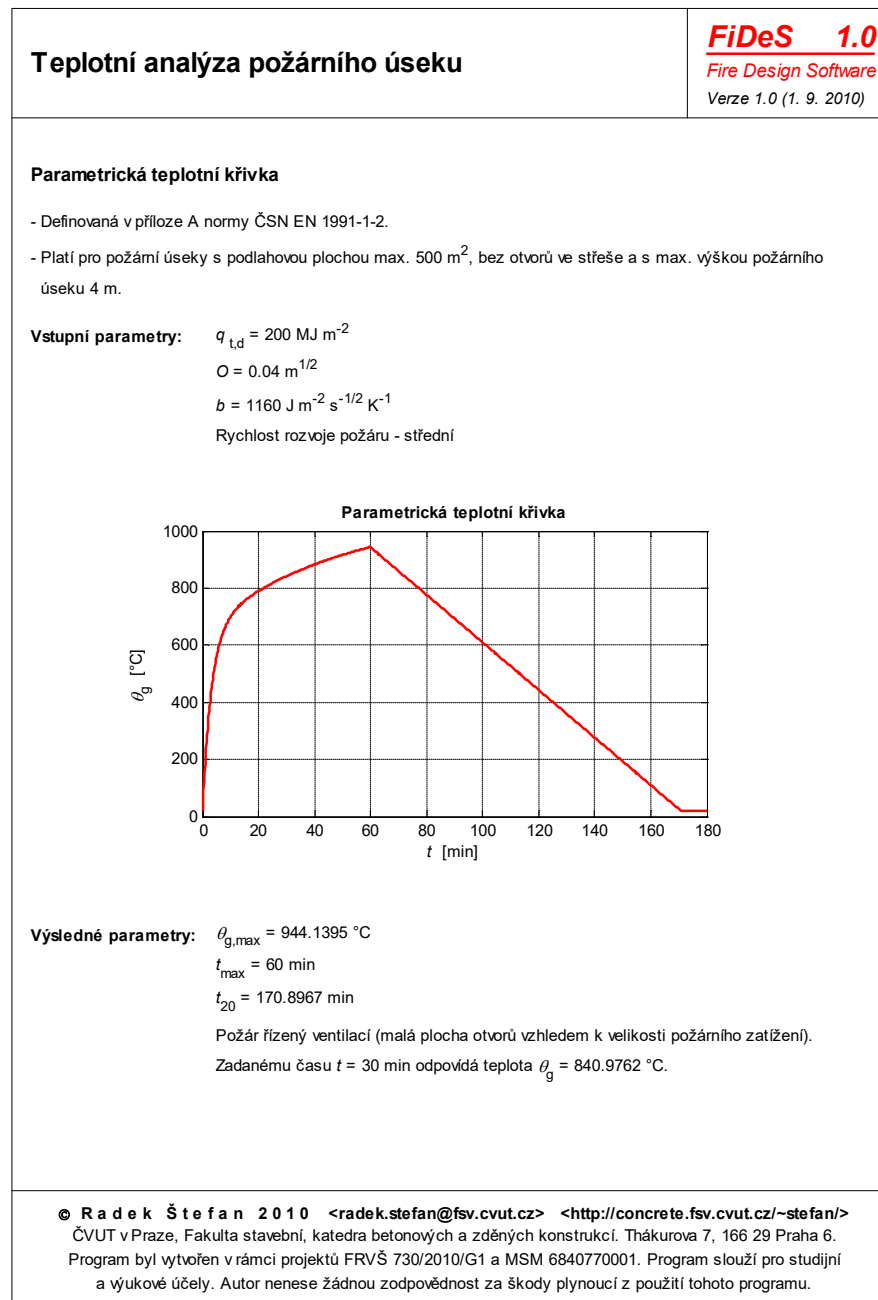
Vykreslení teplotní křivky

Časový interval [min]:

0 až || | |

Výpočet teploty v čase t

t [min] || | |
| θ_g [°C] | |



FiDeS (Fire Design Software)

Program pro teplotní analýzu průřezu

- Pro teplotní analýzu průřezu je v softwaru **FiDeS** využíván výpočetní program **TempAnalysis** (viz předchozí snímky)
- Umožňuje teplotní analýzu obdélníkových průřezů z libovolných stavebních materiálů (včetně průřezů opatřených izolační vrstvou) vystavených normovému nebo parametrickému požáru.

FiDeS (Fire Design Software)

Program pro posouzení požární odolnosti betonových prvků pomocí tabulek uvedených v ČSN EN 1992-1-2

- Slouží jednak jako databáze příslušných tabulek, jednak provádí veškeré výpočty potřebné k vlastnímu posouzení (výpočet pomocných hodnot, interpolace tabulkových hodnot apod.) a upozorňuje na nutnost dodržení omezujících podmínek.
- Posouzení se vztahuje k normové požární odolnosti.
- Současná verze umožňuje posoudit betonové sloupy a stěny.

Úvodní okno programu pro tabulkové posouzení betonových prvků

The screenshot shows the main window of the 'FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky' application. The window title bar includes the application name and standard Windows window controls. The main content area features the application title in a large, bold, red font, followed by the developer's name 'Fire Design Software'. A red heading states that the evaluation is based on specific assumptions, which are listed in a bulleted format. Below this, there are two dropdown menus: 'Vyberte typ prvku...' (set to 'Sloup') and 'Metoda' (with a list showing 'Metoda A' and 'Metoda B'). At the bottom, there are three buttons: '<< Zpět', 'Konec', and 'Pokračovat >>'.

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky
Fire Design Software

Tabulkové posouzení je založeno na následujících předpokladech:

- prvek je vystaven normovému požáru;
- prvek je z obyčejného betonu (2000 až 2600 kg/m³);
- při dodržení tabulkových hodnot není požadováno další posouzení z hlediska smyku, kroucení a kotvení výztuže;
- prvek je navržen podle normy ČSN EN 1992-1-1 a podle této normy za běžné teploty vyhoví;
- v případě sloupů lze tabulkové posouzení použít pouze pro prvky, které jsou součástí ztužených konstrukcí.
- program posuzuje pouze prvky z běžného betonu (max. C50/60) s křemičitým kamenivem.

Vyberte typ prvku...

Sloup

Metoda

Metoda A
Metoda A
Metoda B

<< Zpět **Konec** Pokračovat >>

Zadání vstupů

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky

FiDeS 1.0 *Betonové prvky - Tabulky*
Fire Design Software

Sloup (železobeton) - Metoda A

Ověření použitelnosti metody A:

Tvar, rozměry

Pravouhý průřez

b [mm] 400 ?

h [mm] 600 ?

$l_{0,fi}$ [mm] 2500 ?

Excentricita

$e_{0,fi}$ [mm] 15 ?

- ve směru b h

Plocha výztuže

A_s [mm²] 1300 ?

<< Zpět **Konec** Pokračovat >>

Ověření použitelnosti metody

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky
Fire Design Software

Sloup (železobeton) - Metoda A **Metodu A lze použít!**

Ověření použitelnosti metody A:

- 1) $l_{0,fi} = 2500 \text{ mm} \leq 3000 \text{ mm}$ **Splněno!**
- 2) $e_{0,fi} = 15 \text{ mm} \leq e_{\max} = 0.15 b = 0.15 \cdot 400 = 60 \text{ mm}$ **Splněno!**
- 3) $A_s = 1300 \text{ mm}^2 \leq 0.04 A_c = 0.04 \cdot 240000 = 9600 \text{ mm}^2$ **Splněno!**

<< Zpět **Konec** Pokračovat >>

Zadání vstupů

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky
Fire Design Software

Sloup (železobeton) - Metoda A Zadání vstupů (pokračování)

Poloha a parametry výztuže

a_1, a_2, \dots, a_n [mm]
30,30,50 ?

$A_{s,1}, A_{s,2}, \dots, A_{s,n}$ [mm²]
400,400,500 ?

$f_{yk,1}, f_{yk,2}, \dots, f_{yk,n}$ [MPa]
500,500,450 ?

Požadovaná požární odolnost

R 30
R 30
R 60
R 90
R 120
R 180
R 240

<< Zpět **Konec** Pokračovat >>

Zobrazení výsledku posouzení

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky

FiDeS 1.0 Betonové prvky - Tabulky
Fire Design Software

Sloup (železobeton) - Metoda A

Vstupy

Pravoúhlý průřez, $b = 400$ mm, $h = 600$ mm.
 $l_{0,fi} = 2500$ mm, $e_{0,fi} = 15$ mm - ve směru b
Vystavení požáru z více stran, $\mu_{fi} = 0.7$.
Požadovaná požární odolnost R 30.
Průřez vyztužen méně než 8 pruty.

Výztuž umístěna ve více vrstvách. $A_s = 1300$ mm².

a_1, a_2, \dots, a_n [mm]	<input type="text" value="30,30,50"/>
$A_{s,1}, A_{s,2}, \dots, A_{s,n}$ [mm ²]	<input type="text" value="400,400,500"/>
$f_{yk,1}, f_{yk,2}, \dots, f_{yk,n}$ [MPa]	<input type="text" value="500,500,450"/>

Výstupy [mm]

a_m	$b_{min} / a_{m,min}$	$b_{min}(a_m)$	<input type="text" value="200"/>	$b_{min} / a_{i,min,R30}$	$a_{i,min,R30}(b)$	<input type="text" value="27"/>
<input type="text" value="37.2"/>	<input type="text" value="200 / 32"/> ▾	$a_{m,min}(b)$	<input type="text" value="27"/>	<input type="text" value="200 / 32"/> ▾	$a_{i,min} = a_m / 2$	<input type="text" value="18.6"/>

Betonové prvky - Tabulky	FiDeS 1.0 <i>Fire Design Software</i> Verze 1.0 (1. 9. 2010)
<p>Sloup - Metoda A (čl. 5.3.2 normy ČSN EN 1992-1-2) Platí pouze pro sloupy, které jsou součástí ztužených konstrukcí a které vyhoví dle ČSN EN 1992-1-1.</p> <p>Vstupy</p> <p>Pravouhlý průřez, $b = 400$ mm, $h = 600$ mm, $l_{0,fi} = 2500$ mm, $e_{0,fi} = 15$ mm - ve směru b</p> <p>Vystavení požáru z více stran, $\mu_{fi} = 0.7$, požadovaná požární odolnost R 30</p> <p>Průřez vyztužen méně než 8 pruty, výztuž umístěna ve více vrstvách, $A_s = 1300$ mm²</p> <p>a_1, a_2, \dots, a_n [mm] = 30,30,50</p> <p>$A_{s,1}, A_{s,2}, \dots, A_{s,n}$ [mm²] = 400,400,500</p> <p>$f_{yk,1}, f_{yk,2}, \dots, f_{yk,n}$ [MPa] = 500,500,450</p> <p>Ověření použitelnosti metody A</p> <ol style="list-style-type: none"> $l_{0,fi} = 2500$ mm ≤ 3000 mm - splněno $e_{0,fi} = 15$ mm $\leq e_{max} = 0.15 b = 0.15 \cdot 400 = 60$ mm - splněno $A_s = 1300$ mm² $\leq 0.04 A_c = 0.04 \cdot 240000 = 9600$ mm² - splněno Metodu A lze použít. <p>Posouzení Pozn.: [*] - min. 8 prutů, [ng] - není definována žádná hodnota</p> <p>Průměrná vzdálenost výztužných prutů od líce průřezu $a_m = \Sigma(a_i A_{s,i} f_{yk,i}) / \Sigma(A_{s,i} f_{yk,i}) = 37.2$ mm</p> <p>Tabulkové hodnoty $b_{min} / a_{m,min}$ pro R 30 a $\mu_{fi} = 0.7$ (ČSN EN 1992-1-2, tab. 5.2a):</p> <p>200 / 32 300 / 27</p> <p>Rozhodující hodnoty: $b_{min}(a_m) = 200 \leq b = 400$ mm - splněno</p> <p style="text-align: center;">$a_{m,min}(b) = 27 \leq a_m = 37.2$ mm - splněno</p> <p>Posouzení jednotlivých prutů - musí platit $a_i \geq \max(a_{i,min,R30}, a_m/2)$</p> <p>Tabulkové hodnoty $b_{min} / a_{i,min}$ pro R 30 a $\mu_{fi} = 0.7$ (ČSN EN 1992-1-2, tab. 5.2a):</p> <p>200 / 32 300 / 27</p> <p>Rozhodující hodnoty: $a_{i,min,R30}(b) = 27 \leq a_i = (30,30,50)$ mm - splněno</p> <p style="text-align: center;">$a_m/2 = 18.6 \leq a_i = (30,30,50)$ mm - splněno</p> <p>Sloup splňuje požadovanou požární odolnost R 30.</p>	
<p>© R a d e k Š t e f a n 2 0 1 0 <radek.stefan@fsv.cvut.cz> <http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/> ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra betonových a zděných konstrukcí. Thákurova 7, 166 29 Praha 6. Program byl vytvořen v rámci projektů FRVŠ 730/2010/G1 a MSM 6840770001. Program slouží pro studijní a výukové účely. Autor nenese žádnou zodpovědnost za škody plynoucí z použití tohoto programu.</p>	

FiDeS (Fire Design Software)

Program pro stanovení požární odolnosti betonových prvků pomocí zjednodušených výpočetních metod

- Současná verze umožňuje stanovit normovou požární odolnost betonových sloupů metodou popsanou v čl. 5.3.2(4) normy ČSN EN 1992-1-2.

Betonové prvky - Zjednodušené metody	FiDeS 1.0 <i>Fire Design Software</i> Verze 1.0 (1. 9. 2010)
<p>Sloup - Zjednodušená metoda stanovení požární odolnosti (čl. 5.3.2(4) normy ČSN EN 1992-1-2) Platí pouze pro sloupy, které jsou součástí ztužených konstrukcí a které vyhoví dle ČSN EN 1992-1-1.</p> <p>Vstupy</p> <p>Pravouhlý průřez, $b = 400$ mm, $h = 600$ mm, $l_{0,fi} = 2500$ mm, $e_{0,fi} = 15$ mm - ve směru b</p> <p>Stupeň využití $\mu_{fi} = 0.7$, beton C 25/30.</p> <p>Průřez vyztužen 4 pruty, $A_s = 1300$ mm², $a = 30$ mm, $f_{yk} = 500$ MPa.</p> <p>Ověření použitelnosti metody</p> <p>1) 2000 mm $\leq l_{0,fi} = 2500$ mm ≤ 6000 mm - splněno</p> <p>2) $e_{0,fi} = 15$ mm $\leq e_{max} = 0.15 b = 0.15 \cdot 400 = 60$ mm - splněno Metodu lze použít.</p> <p>Výpočet</p> <p>$A_c = b \cdot h = 400 \cdot 600 = 240000$ mm².</p> <p>$h = 600$ mm $\leq 1.5 b = 1.5 \cdot 400 = 600$ mm \Rightarrow dále uvažujeme $h = 600$ mm.</p> <p>$b' = 2 \cdot A_c / (b + h) = 2 \cdot 240000 / (400 + 600) = 480$ mm > 450 $\Rightarrow b' = 450$ mm.</p> <p>$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 434.8$ MPa.</p> <p>$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25 / 1.5 = 16.7$ MPa.</p> <p>$\omega = (A_s f_{yd}) / (A_c f_{cd}) = (1300 \cdot 434.8) / (240000 \cdot 16.7) = 0.141$.</p> <p>$R_{\eta,fi} = 83 (1.00 - \mu_{fi} (1.00 + \omega) / (0.85 + \omega)) = 16.1$ min</p> <p>$R_a = 1.60 (a[\text{mm}] - 30) = 0$ min</p> <p>$R_l = 9.60 (5 - l_{0,fi}[\text{m}]) = 24$ min</p> <p>$R_b = 0.09 b'[\text{mm}] = 40.5$ min</p> <p>$R_n = 0$ min (4 pruty)</p> <p>$R = 120 ((R_{\eta,fi} + R_a + R_l + R_b + R_n) / 120)^{1.8} = 59$ min</p> <p>Sloup splňuje normovou požární odolnost R 59 min.</p>	
<p>© Radek Štefan 2010 <radek.stefan@fsv.cvut.cz> <http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/> ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra betonových a zděných konstrukcí. Thákurova 7, 166 29 Praha 6. Program byl vytvořen v rámci projektů FRVŠ 730/2010/G1 a MSM 6840770001. Program slouží pro studijní a výukové účely. Autor nenese žádnou zodpovědnost za škody plynoucí z použití tohoto programu.</p>	

FiDeS (Fire Design Software)

Program pro posouzení požární odolnosti zděných prvků pomocí tabulek uvedených v ČSN EN 1996-1-2

- Slouží jednak jako databáze příslušných tabulek, jednak provádí veškeré výpočty potřebné k vlastnímu posouzení (výpočet pomocných hodnot, interpolace tabulkových hodnot apod.) a upozorňuje na nutnost dodržení omezujících podmínek.
- Posouzení se vztahuje k normové požární odolnosti.
- Současná verze umožňuje posoudit zděné stěny (dělicí nosné a dělicí nenosné) z pálených zdicích prvků.

Příklad protokolu

Zděné prvky - Tabulky	FiDeS 1.0 <i>Fire Design Software</i> Verze 1.0 (1. 9. 2010)
<p>Dělicí nosná jednovrstvá stěna (REI) z pálených zdicích prvků (ČSN EN 1996-1-2, tab. N.B.1.2) Platí pouze pro stěny, které vyhoví dle ČSN EN 1996-1-1, ČSN EN 1996-2 a ČSN EN 1996-3.</p> <p>Vstupy</p> <p>Rozměry $t = 200$ mm, stěna bez povrchové úpravy.</p> <p>Využití $\alpha \leq 0.6$.</p> <p>Požadovaná požární odolnost REI 45.</p> <p>Skupina zdicích prvků 1, varianta 1.</p> <p>Malta obyčejná nebo pro tenké spáry, $5 \text{ MPa} \leq f_b \leq 75 \text{ MPa}$, $800 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 2400 \text{ kg/m}^3$</p> <p>Posouzení</p> <p>Tabulková hodnota t_{\min} pro REI 45 (ČSN EN 1996-1-2, tab. N.B.1.2):</p> <p>90</p> <p>Pozn.: [nvg] - není definována žádná hodnota</p> <p>$t = 200 \text{ mm} \geq t_{\min} = 90 \text{ mm}$ - splněno</p> <p>Stěna splňuje požadovanou požární odolnost REI 45.</p>	
<p>© R a d e k Š t e f a n 2 0 1 0 <radek.stefan@fsv.cvut.cz> <http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/> ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra betonových a zděných konstrukcí. Thákurova 7, 166 29 Praha 6. Program byl vytvořen v rámci projektů FRVŠ 730/2010/G1 a MSM 6840770001. Program slouží pro studijní a výukové účely. Autor nenese žádnou zodpovědnost za škody plynoucí z použití tohoto programu.</p>	

RCC_{fi} (Reinforced Concrete Columns - fire design)

Program pro posouzení požární odolnosti sloupů

- obdélníkový průřez, I-průřez
- integrován nástroj pro teplotní analýzu
- posouzení založeno na metodě B.3 normy ČSN EN 1992-1-2
- zohledněn vliv druhého řádu
- podrobná nápověda
- možnost vygenerování protokolu shrnujícího vstupy a výsledky posouzení

Úvodní okno programu

RCCfi 1.0

Version 1.0 (01-09-2012)

Computer program for fire design of reinforced concrete columns based on the method given by Annex B.3 of European Standard EN 1992-1-2

Type of cross-section:

Rectangular cross-section

© 2012 Josef Sura, Radek Štefan, Jaroslav Procházka
<josef.sura@fsv.cvut.cz> <radek.stefan@fsv.cvut.cz> <jaroslav.prochazka@fsv.cvut.cz>
Department of Concrete and Masonry Structures, Faculty of Civil Engineering, CTU in Prague
This work has been supported by the Grant Agency of the CTU in Prague, project No. SGS12/031/OHK1/1T/11, and by the Technology Agency of the Czech Republic, project No. TA02010837.
The authors will not be held liable for any damages arising from the use of this software!

Úvodní okno programu

RCCfi 1.0

Verze 1.0 (01-09-2012)

Výpočetní program pro posouzení požární odolnosti železobetonových sloupů metodou popsanou v příloze B.3 normy ČSN EN 1992-1-2

Typ průřezu:
Obdélníkový průřez

© 2012 Josef Sura, Radek Štefan, Jaroslav Procházka
<josef.sura@fsv.cvut.cz> <radek.stefan@fsv.cvut.cz> <jaroslav.prochazka@fsv.cvut.cz>
Katedra betonových a zděných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze
Program byl vypracován za podpory grantu Studentské grantové soutěže ČVUT v Praze č. SGS12/031/OHK1/1T/11 a grantu Technologické agentury ČR č. TA02010837.
Autoři nenesou žádnou zodpovědnost za škody plynoucí z použití tohoto programu!

Okno pro zadání vstupů

RCCfi 1.0 - Preprocessor

Rozměry

b	[mm]	300	?
b_w	[mm]	150	?
h	[mm]	500	?
h_w	[mm]	250	?
$l_{0,fi}$	[mm]	3000	?
ϕ	[mm]	14	?
a	[mm]	40	?
$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$	[mm]	40,95,150	?

Schéma průřezu

Zatížení

$N_{Ed,fi}$	[kN]	500	?
$e_{0,fi}$	[mm]	40	?
c	[-]	10	?

Vystavení požáru (ISO křivka)

t	[min]	30	?
-----	-------	----	---

Materiály

Třída betonu	C25/30	?	
ρ_{20}	[kg m ⁻³]	2300	?
u	[%]	1.5	?
λ	Dolní mez	?	
f_{yk}	[MPa]	500	?

VÝPOČET

VYKRESLIT PRŮŘEZ **NOVÝ** **UKONČIT**

Okno pro zadání vstupů

RCCfi 1.0 - Preprocessor

Rozměry

b	[mm]	300	?
b_w	[mm]	150	?
h	[mm]	500	?
h_w	[mm]	250	?
$l_{0,fi}$	[mm]	3000	?
ϕ	[mm]	14	?
a	[mm]	40	?
$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$	[mm]	40,95,150	?

Schéma průřezu

The diagram shows a cross-section of an I-beam. The total height is h , the web height is h_w , and the flange thickness is h_f . The total width is b , and the web width is b_w . The flange width is b_f . The center of gravity is C , and the effective depth is $s_{0,fi}$. The axial force is $N_{Ed,fi}$. The effective length is $l_{0,fi}$. The diameter of the reinforcement is ϕ . The distance from the top edge to the center of gravity is a . The diagram also shows the positions of the reinforcement bars relative to the bottom edge, labeled a_1, a_2, a_3 .

Okno pro zadání vstupů

Zatížení		Materiály	
$N_{Ed,fi}$ [kN]	<input type="text" value="500"/>	Třída betonu	<input type="text" value="C25/30"/>
$e_{0,fi}$ [mm]	<input type="text" value="40"/>	ρ_{20} [kg m ⁻³]	<input type="text" value="2300"/>
c [-]	<input type="text" value="10"/>	u [%]	<input type="text" value="1.5"/>
Vystavení požáru (ISO křivka)		λ	<input type="text" value="Dolní mez"/>
t [min]	<input type="text" value="30"/>	f_{yk} [MPa]	<input type="text" value="500"/>

VÝPOČET

VYKRESLIT PRŮŘEZ **NOVÝ** **UKONČIT**

Okno pro zadání vstupů

RCCfi 1.0 - Preprocessor

Rozměry

b	[mm]	300	?
b_w	[mm]	150	?
h	[mm]	500	?
h_w	[mm]	250	?
$l_{0,fi}$	[mm]	3000	?
ϕ	[mm]	14	?
a	[mm]	40	?
$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$	[mm]	40,95,150	?

Schéma průřezu

Zatížení

$N_{Ed,fi}$	[kN]	500	?
$e_{0,fi}$	[mm]	40	?
c	[-]	10	?

Vystavení požáru (ISO křivka)

t	[min]	30	?
-----	-------	----	---

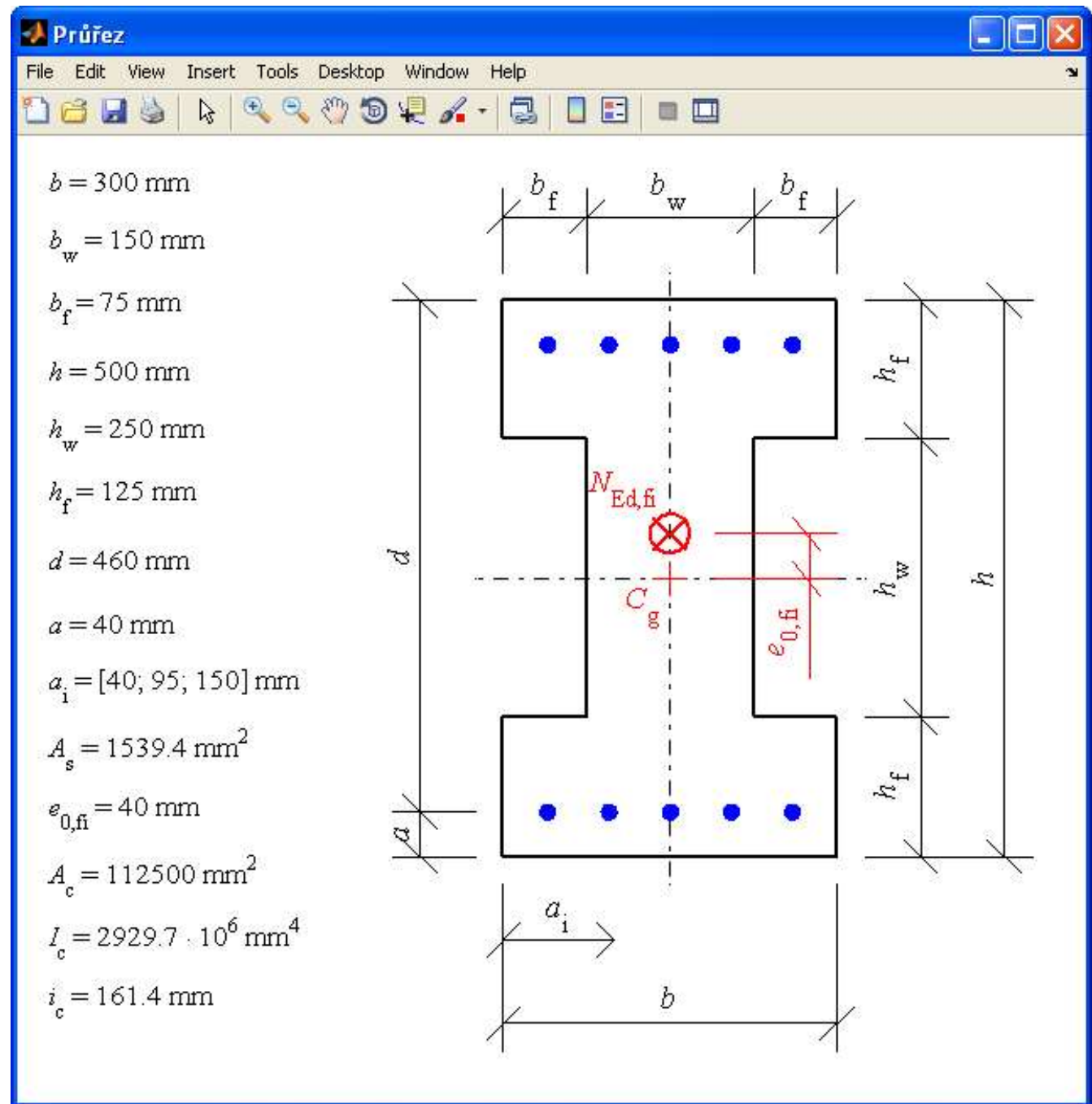
Materiály

Třída betonu	C25/30	?	
ρ_{20}	[kg m ⁻³]	2300	?
u	[%]	1.5	?
λ	Dolní mez	?	
f_{yk}	[MPa]	500	?

VÝPOČET

VYKRESLIT PRŮŘEZ **NOVÝ** **UKONČIT**

Vykreslení průřezu



Okno pro zadání vstupů

RCCfi 1.0 - Preprocessor

Rozměry

b	[mm]	300	?
b_w	[mm]	150	?
h	[mm]	500	?
h_w	[mm]	250	?
$l_{0,fi}$	[mm]	3000	?
ϕ	[mm]	14	?
a	[mm]	40	?
$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$	[mm]	40,95,150	?

Schéma průřezu

The diagram shows a T-section cross-section with a total height h and a web height h_w . The top flange has a width b and a thickness h_f . The web has a width b_w . The effective depth is d . The center of gravity is C . The load $N_{Ed,fi}$ is applied at an eccentricity $e_{0,fi}$ from the center of gravity. The effective length is $l_{0,fi}$. The section is subjected to a fire exposure t from the bottom. The diagram also shows the effective width b_f and the effective depth d_f for the flange.

Zatížení

$N_{Ed,fi}$	[kN]	500	?
$e_{0,fi}$	[mm]	40	?
c	[-]	10	?

Vystavení požáru (ISO křivka)

t	[min]	30	?
-----	-------	----	---

Materiály

Třída betonu	C25/30	?	
ρ_{20}	[kg m ⁻³]	2300	?
u	[%]	1.5	?
λ	Dolní mez	?	
f_{yk}	[MPa]	500	?

VÝPOČET

VYKRESLIT PRŮŘEZ **NOVÝ** **UKONČIT**

Okno pro zobrazení výsledků

RCCfi 1.0 - Postprocessor

Výsledky

$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm}$ (M - y'' diagram)

$M_{0Ed,fi} = N_{Ed,fi} \cdot e_{0,fi} = 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ kNm}$

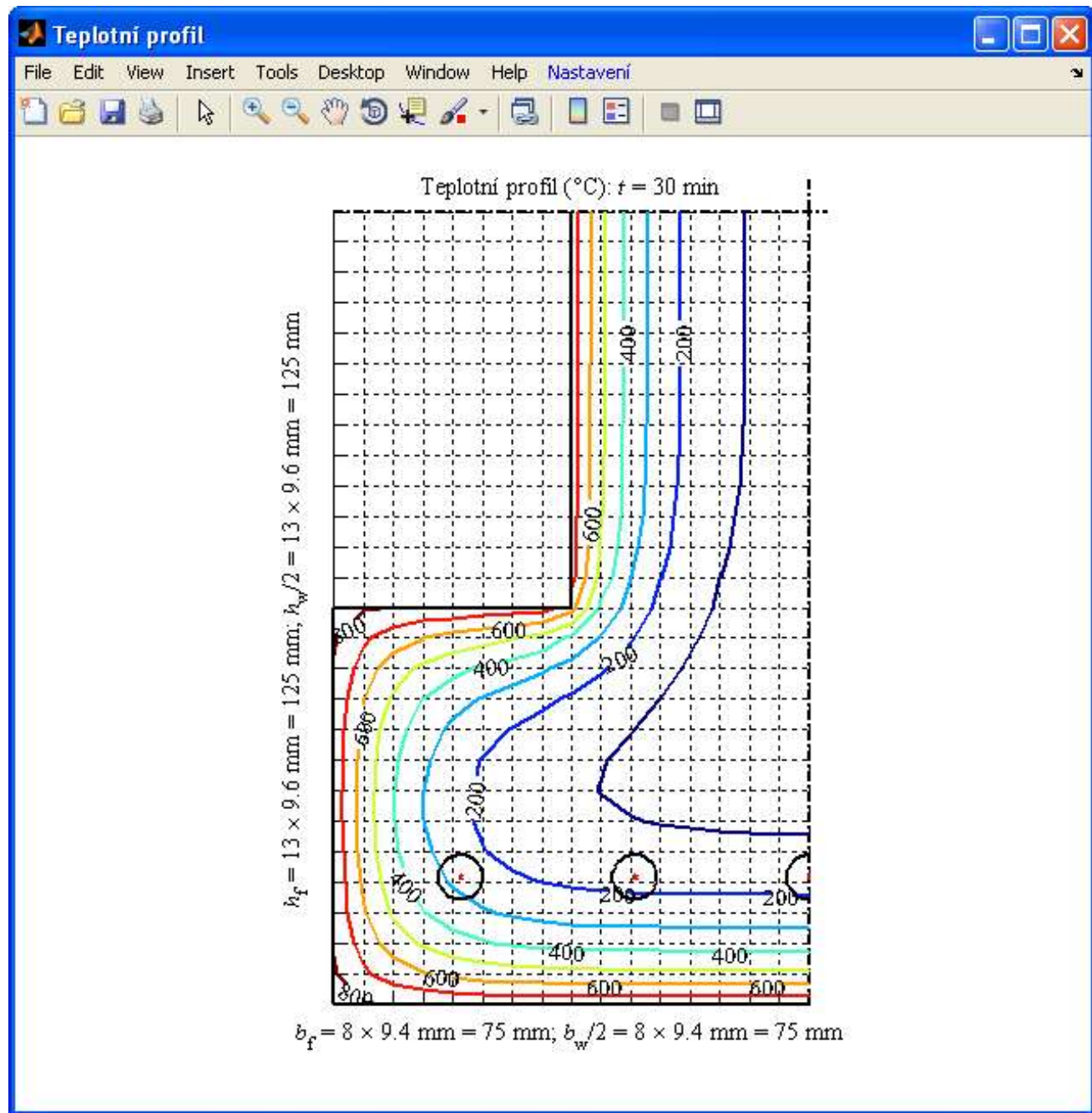
$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm} > M_{0Ed,fi} = 20 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$

Teplovní profil **Protokol (strana 1)**

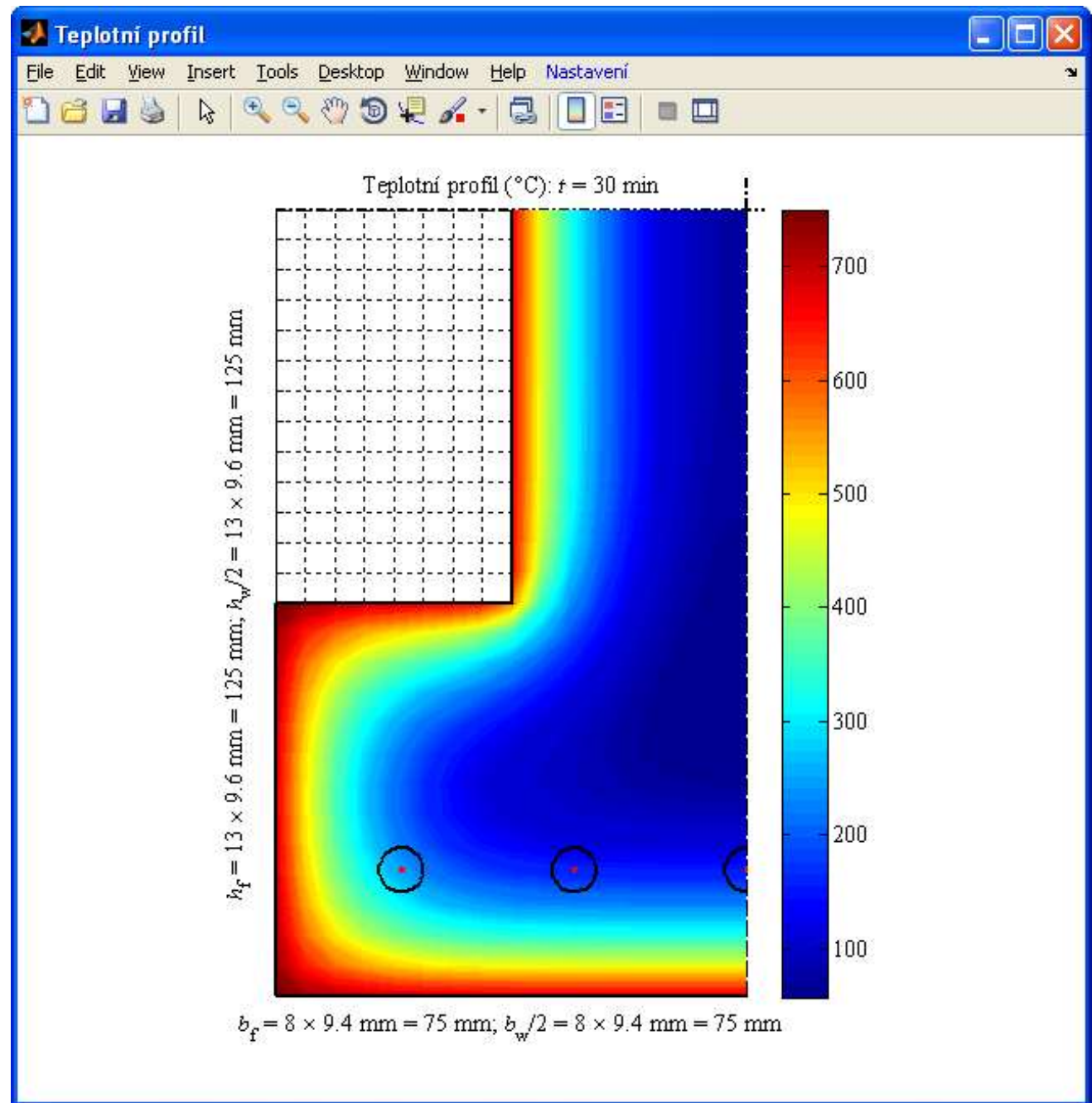
M- y'' diagram **Protokol (strana 2)**

ZPĚT DO PREPROCESORU **NOVÝ** **UKONČIT**

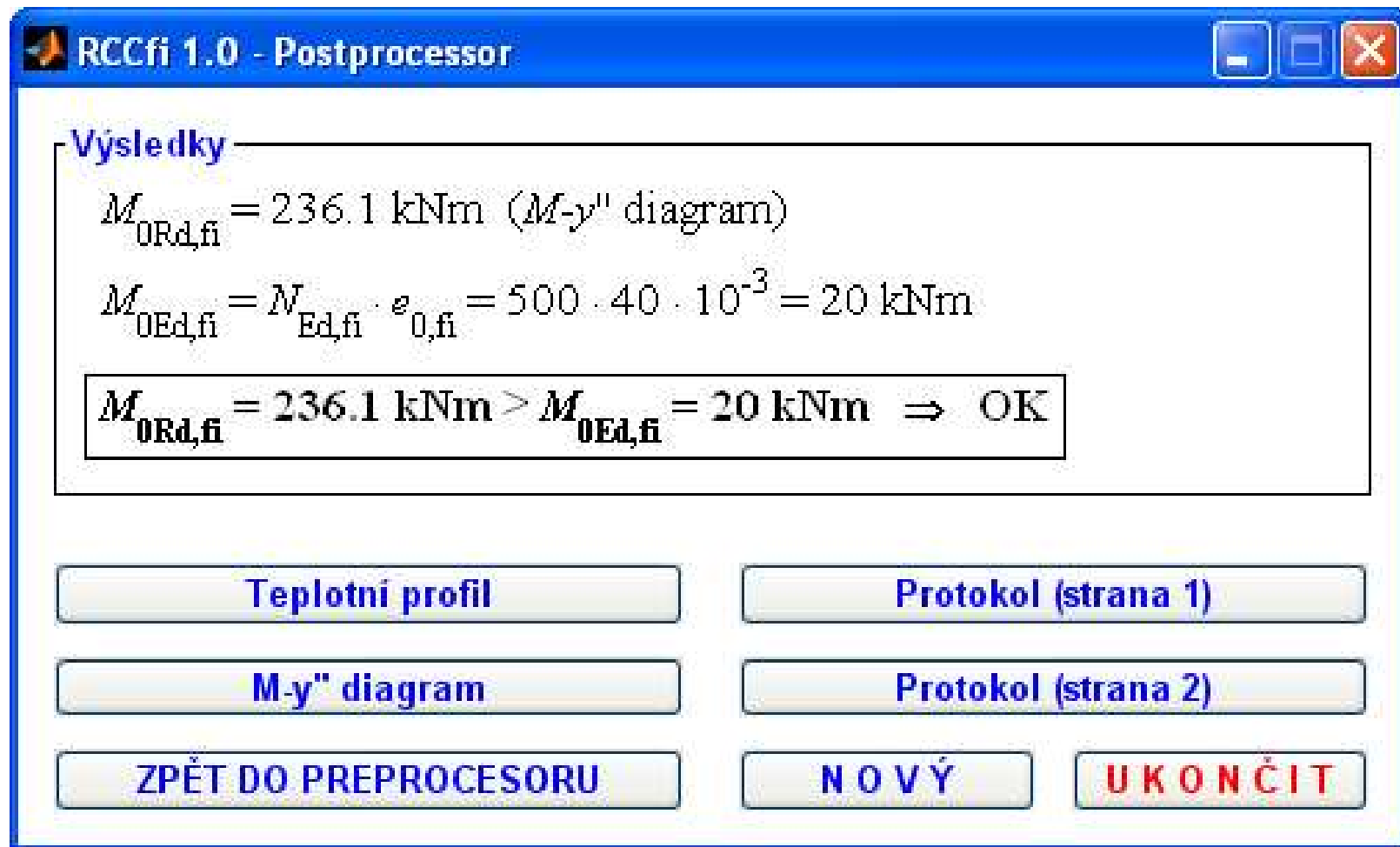
Teplotní profil - izotermy



Teplotní profil - izoplochy



Okno pro zobrazení výsledků



RCCfi 1.0 - Postprocessor

Výsledky

$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm}$ (M - y'' diagram)

$M_{0Ed,fi} = N_{Ed,fi} \cdot e_{0,fi} = 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ kNm}$

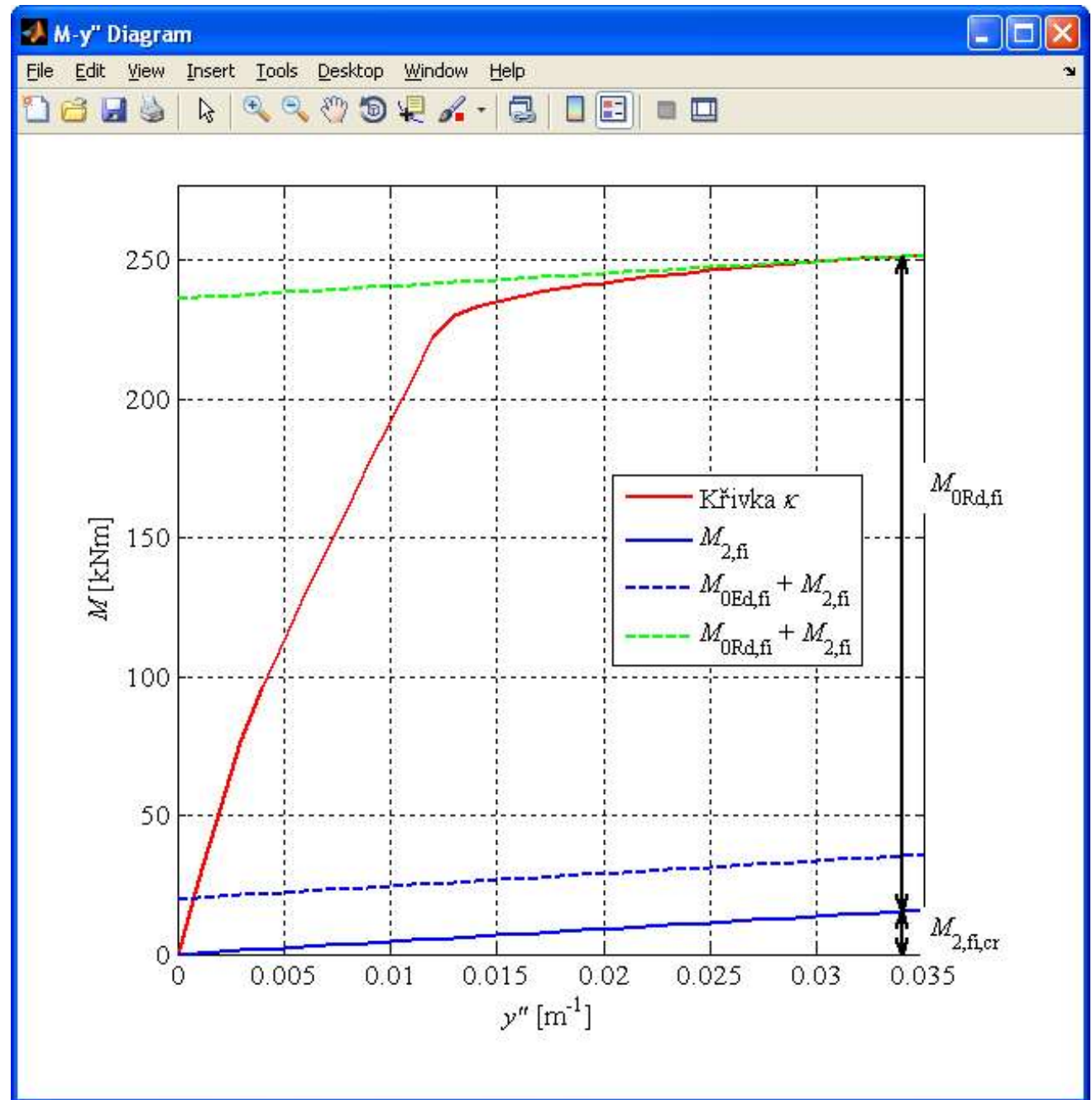
$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm} > M_{0Ed,fi} = 20 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$

Teplotní profil **Protokol (strana 1)**

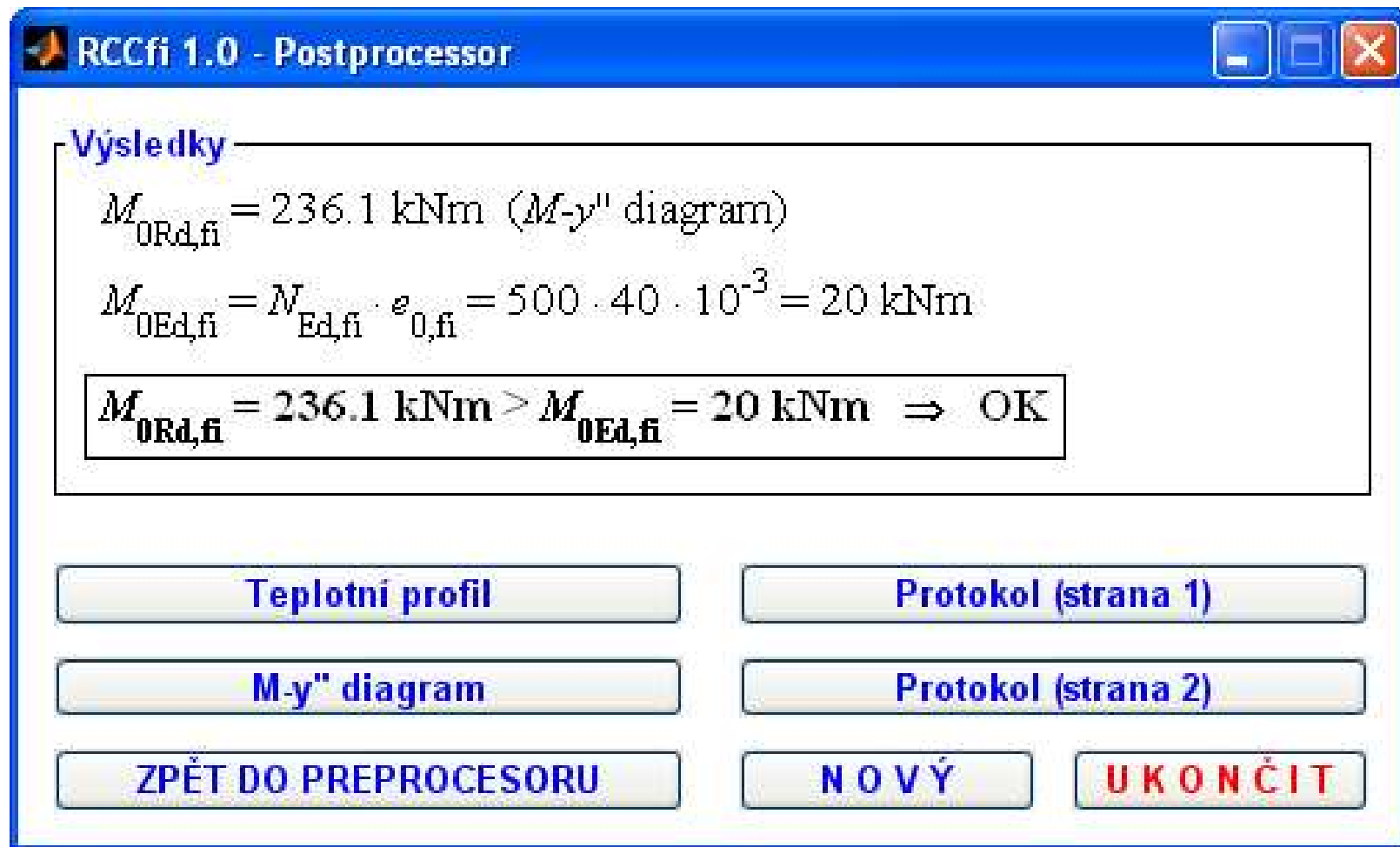
M- y'' diagram **Protokol (strana 2)**

ZPĚT DO PREPROCESORU **NOVÝ** **UKONČIT**

M-y" diagram



Okno pro zobrazení výsledků



RCCfi 1.0 - Postprocessor

Výsledky

$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm}$ (M - y'' diagram)

$M_{0Ed,fi} = N_{Ed,fi} \cdot e_{0,fi} = 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ kNm}$

$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm} > M_{0Ed,fi} = 20 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$

Teplovní profil **Protokol (strana 1)**

M- y'' diagram **Protokol (strana 2)**

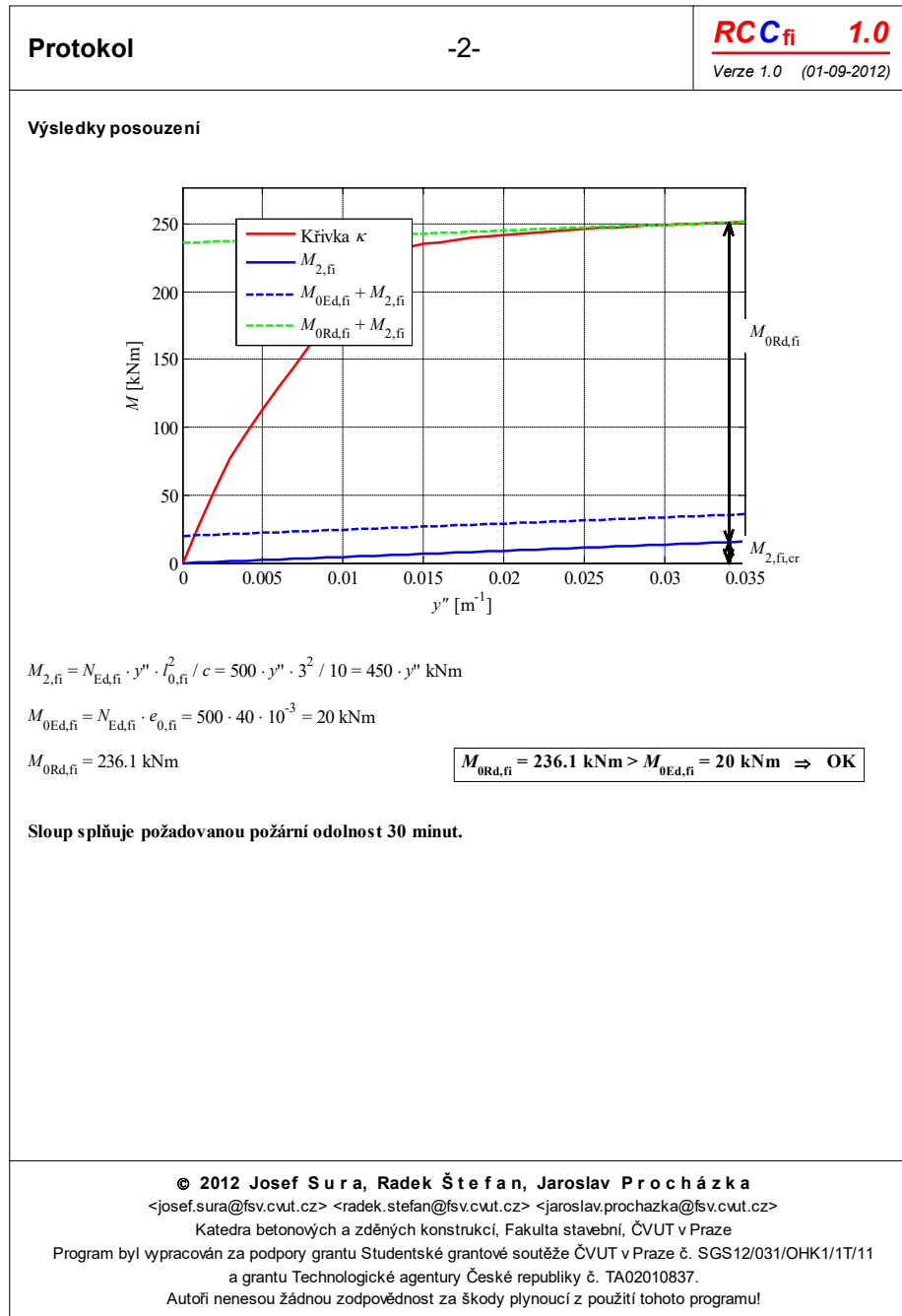
ZPĚT DO PREPROCESORU **NOVÝ** **UKONČIT**

Příklad protokolu

- strana 1

Protokol	-1- RCC_{fi} 1.0 Verze 1.0 (01-09-2012)
<p>Vstupy</p> <p>Rozměry $b = 300 \text{ mm}$, $b_w = 150 \text{ mm}$, $b_f = 75 \text{ mm}$ $h = 500 \text{ mm}$, $h_w = 250 \text{ mm}$, $h_f = 125 \text{ mm}$ $A_c = 112500 \text{ mm}^2$, $I_c = 2929.7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ $i_c = 161.4 \text{ mm}$, $I_0 = 3000 \text{ mm}$, $\lambda = 18.6$ $\phi = 14 \text{ mm}$, počet prutů: 10 $A_s = 1539.4 \text{ mm}^2$, $a = 40 \text{ mm}$, $d = 460 \text{ mm}$ $a_i = [40; 95; 150] \text{ mm}$</p> <p>Zatížení $N_{Ed,fi} = 500 \text{ kN}$, $e_{0,fi} = 40 \text{ mm}$, $c = 10$</p> <p>Vystavení požáru (ISO křivka) $t = 30 \text{ min}$</p> <p>Materiály Beton: C25/30, $\rho_{20} = 2300 \text{ kg m}^{-3}$, $u = 1.5 \%$ Tepelná vodivost: dolní mez dle ČSN EN 1992-1-2 Výztuž: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$</p> <p>Výsledky teplotní analýzy</p> <p>Teploty ve výztužných prutech $\theta_i = [271; 166.5; 158.9] \text{ } ^\circ\text{C}$</p> <div data-bbox="1171 250 1501 690" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1207 755 1480 1214" data-label="Figure"> </div>	
<p>© 2012 Josef Sura, Radek Štefan, Jaroslav Procházka <josef.sura@fsv.cvut.cz> <radek.stefan@fsv.cvut.cz> <jaroslav.prochazka@fsv.cvut.cz> Katedra betonových a zděných konstrukcí, Fakulta stavební, ČVUT v Praze Program byl vypracován za podpory grantu Studentské grantové soutěže ČVUT v Praze č. SGS12/031/OHK1/1T/11 a grantu Technologické agentury České republiky č. TA02010837. Autoři nenesou žádnou zodpovědnost za škody plynoucí z použití tohoto programu!</p>	

Příklad protokolu - strana 2



Děkuji za pozornost!

Seznam použitých zdrojů

- [1] Wald, F. a kol. Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03157-8.
- [2] Směrnice Rady 89/106/EHS, o sblížení právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků, ze dne 21. prosince 1989.
- [3] ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [4] Procházka, J. a kol. Navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru. Praha: ČVUT, 2010. ISBN 978-80-01-04613-5.
- [5] Vyhláška Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ze dne 29. června 2001.
- [6] Comprehensive fire protection and safety with concrete. Brussels: European Concrete Platform ASBL, April 2007. Český překlad dostupný na:
<http://www.betontks.cz/downloads/Komplexni-pozarni-ochrana.pdf>
- [7] The three mechanisms of heat transfer (graphic) [online]. [cit. 10. 6. 2010].
URL: <http://geography.hunter.cuny.edu>
- [8] ČSN EN 1992-1-2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru. Praha: ČNI, 2006.

© Radek Štefan, Jaroslav Procházka 2011-2024

Poslední úprava: 26. 9. 2024

Připomínky a návrhy na vylepšení prezentace zasílejte prosím na adresu radek.stefan@fsv.cvut.cz

Upozornění:

Materiál slouží pouze pro studijní a výukové účely v rámci předmětů vyučovaných na Fakultě stavební ČVUT v Praze!