

133PSBZ

Požární spolehlivost betonových a zděných konstrukcí

Přednáška A2

ČVUT v Praze, Fakulta stavební
katedra betonových a zděných konstrukcí

Obsah přednášky

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

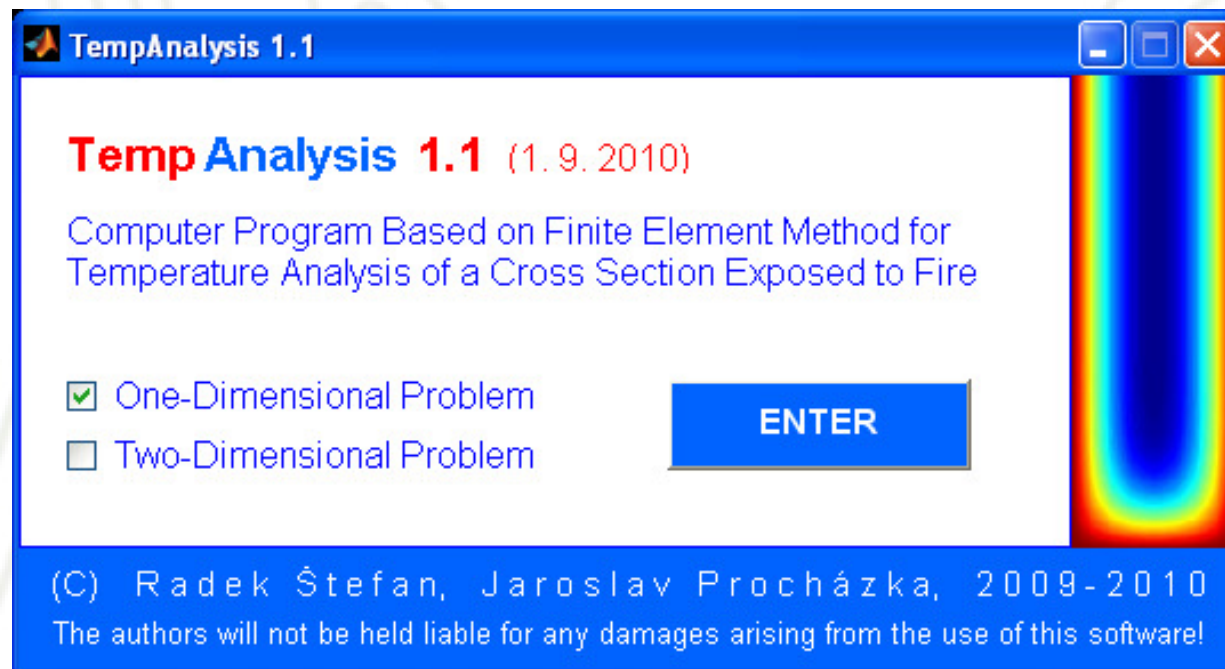
- Programy jsou vytvořeny v prostředí MATLAB.
- Pro spuštění je nutné mít nainstalovanou příslušnou verzi programu MATLAB, příp. odpovídající knihovnu MATLAB Compiler Runtime (MCR, volně dostupná).
- Programy (+ knihovna MCR) a jejich uživatelské příručky lze stáhnout na:

<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

TempAnalysis 1.1 - 2D (Preprocessor)

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

Three-Sided Exposure

Time in Fire Exposure t [min]

CALCULATION

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

Error Notification

OK

Požár

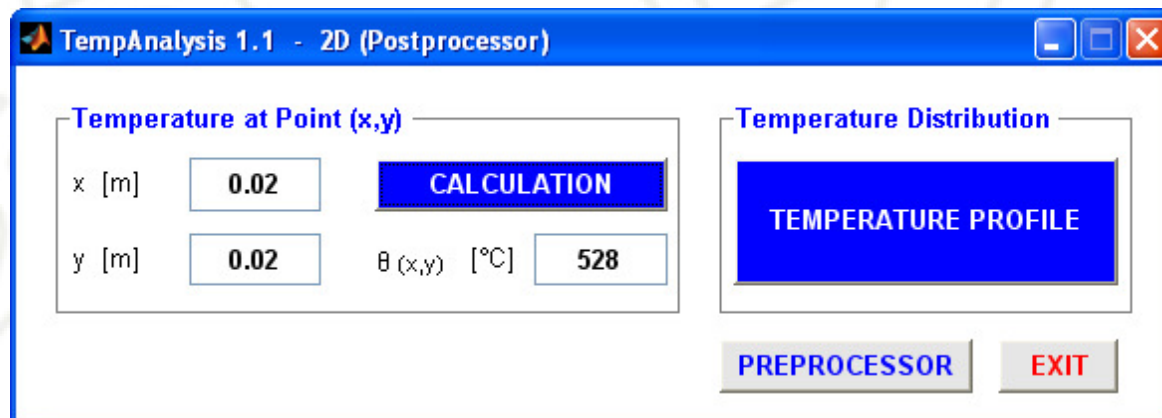
Expozice

TempAnalysis

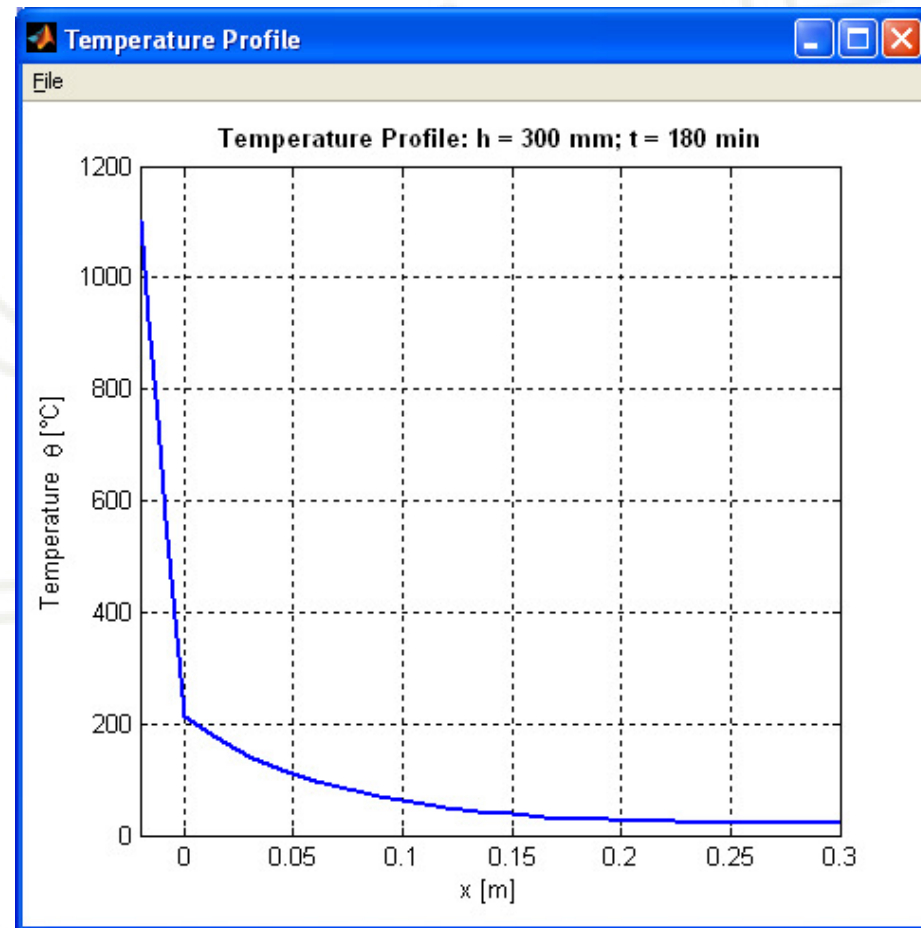
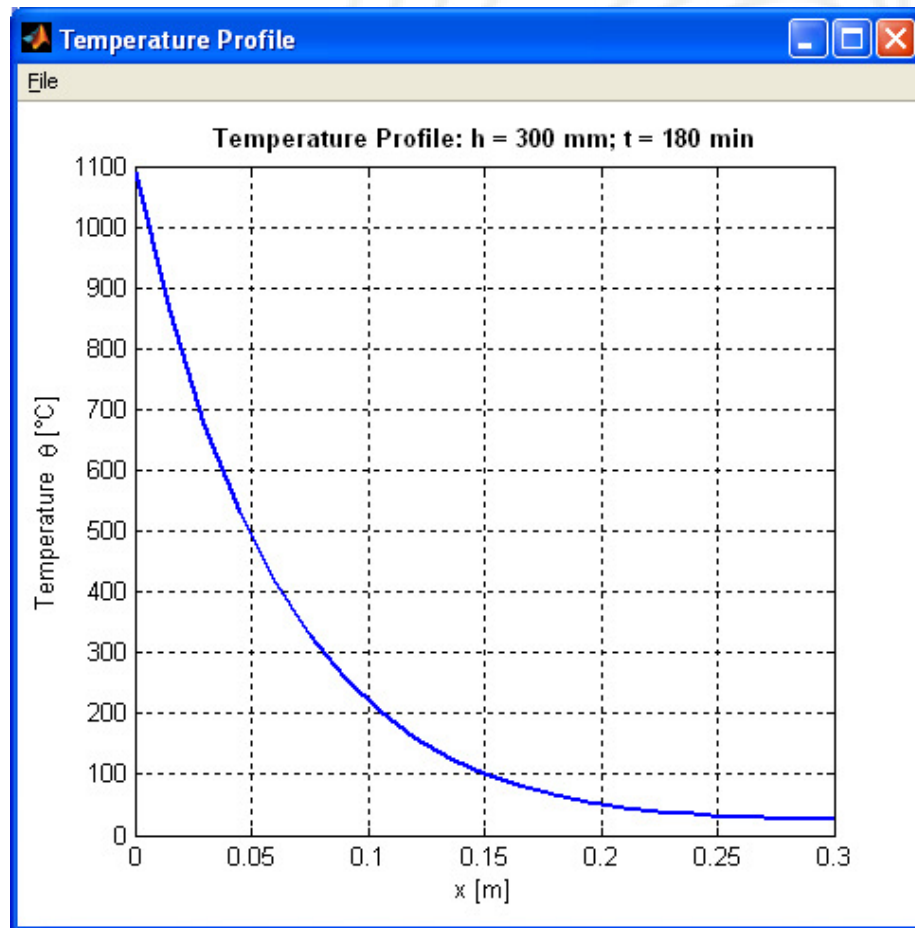
Výstupy

- 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

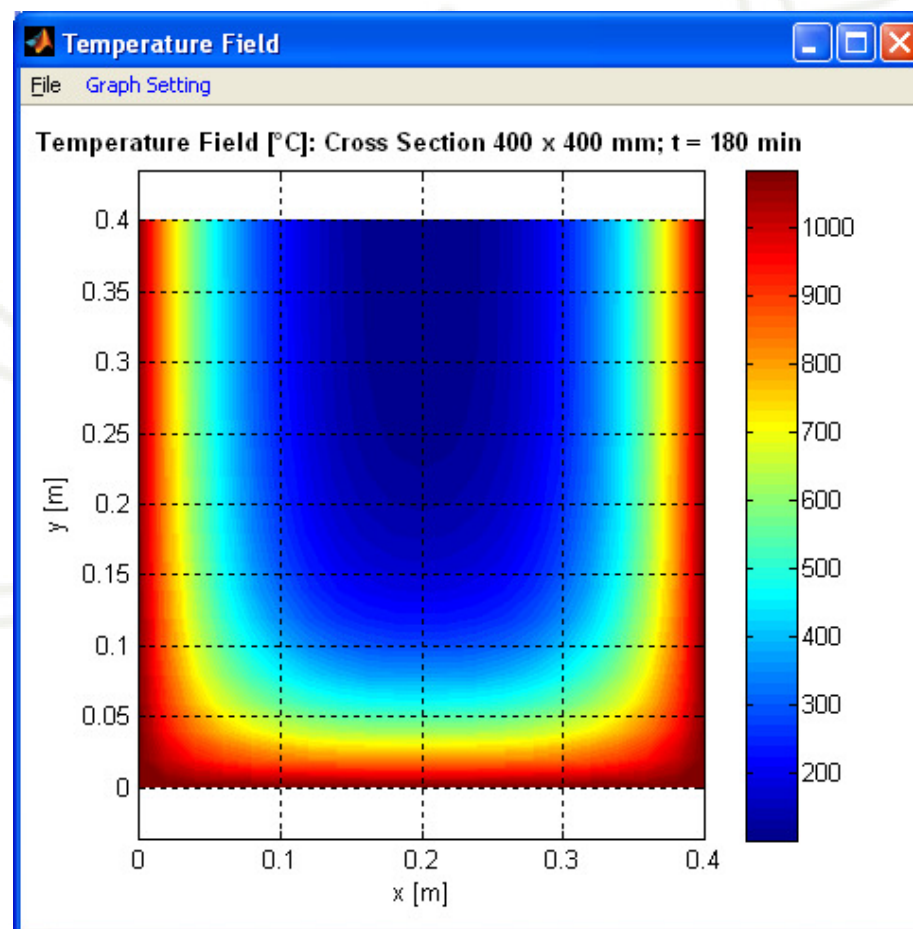
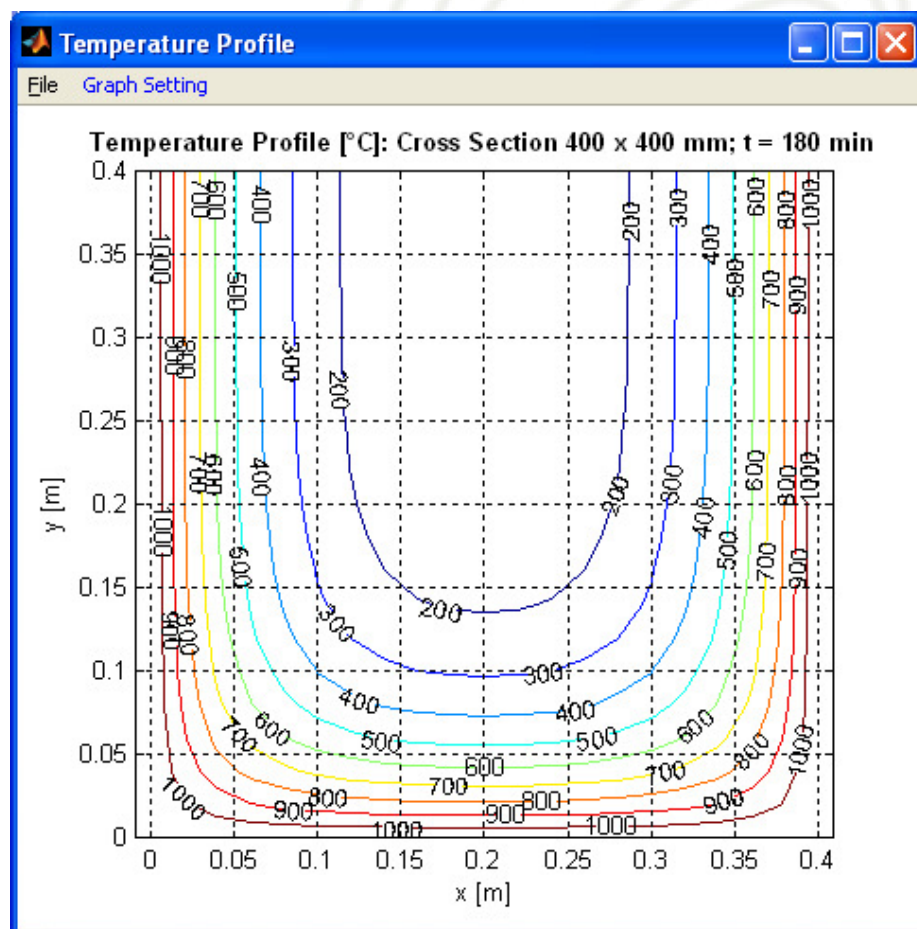


TempAnalysis



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)

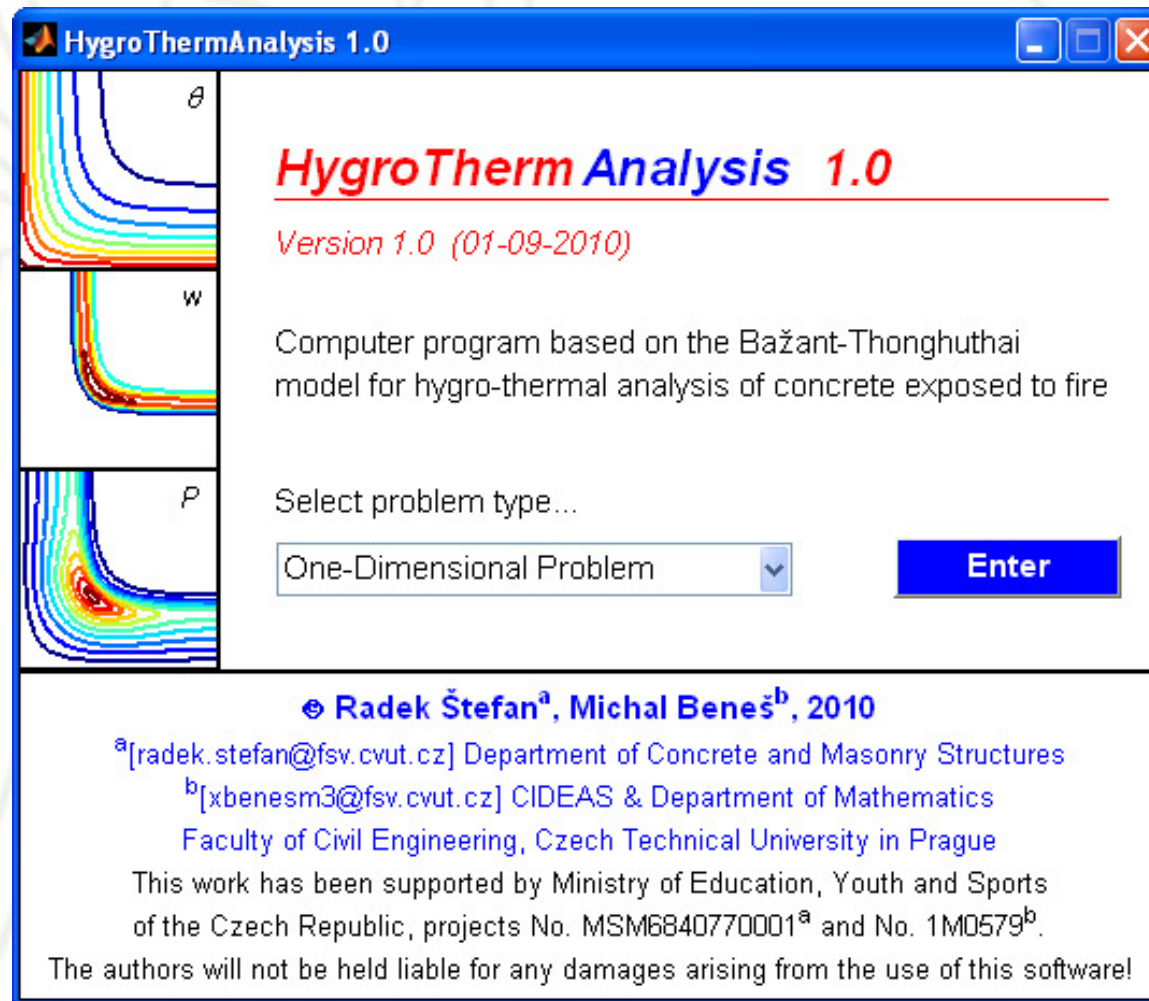
HygroThermAnalysis

- 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 pórového 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

Plot

Results in Point [x,y]

x [m] ?

y [m] ?

at time t [s] ?

Calculate

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

$w(x,y)$ [kg/m³]

$P(x,y)$ [MPa]

Spalling Prediction

ϕ_{25} [-] ?

$f_{ct,25}$ [MPa] ?

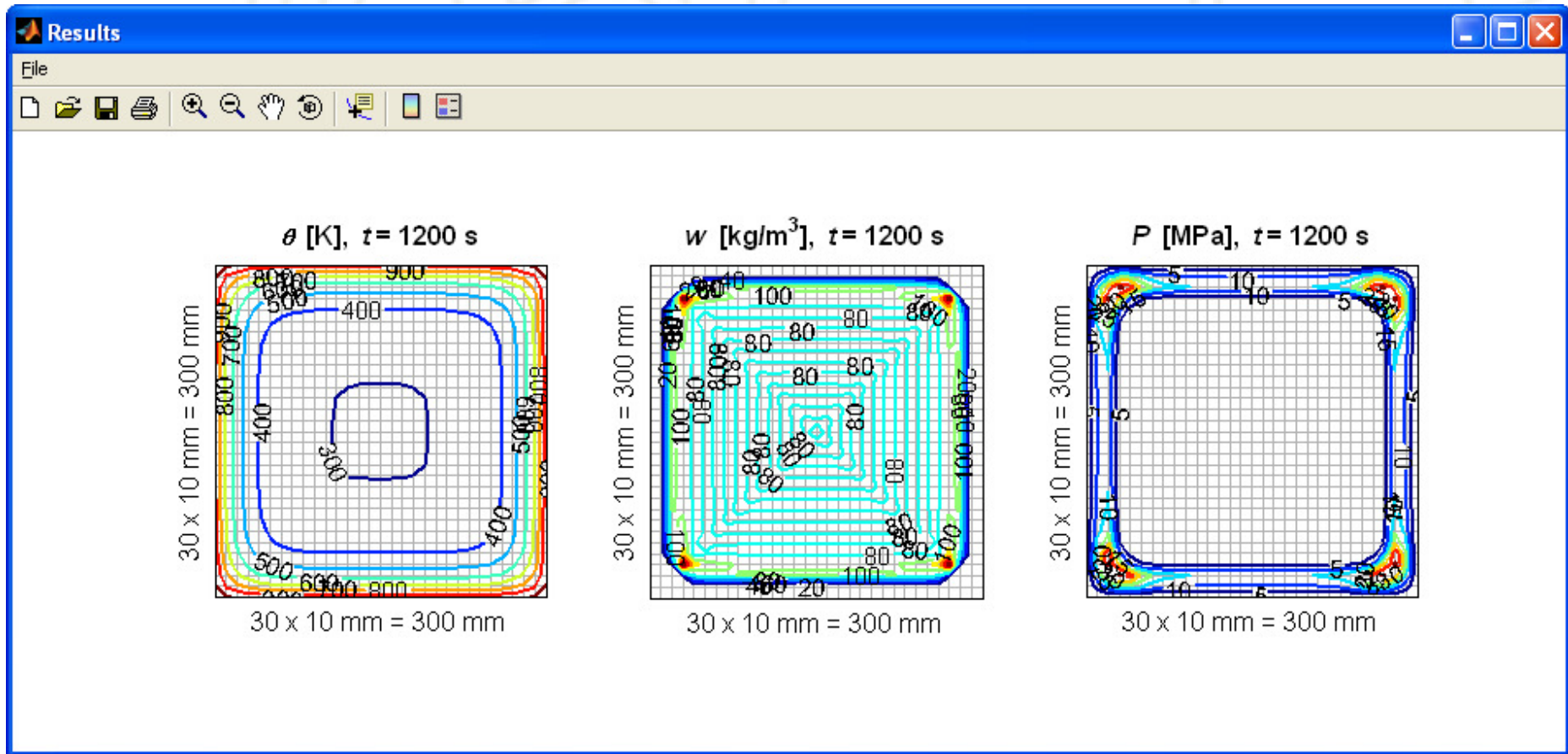
at time t [s] ?

Plot

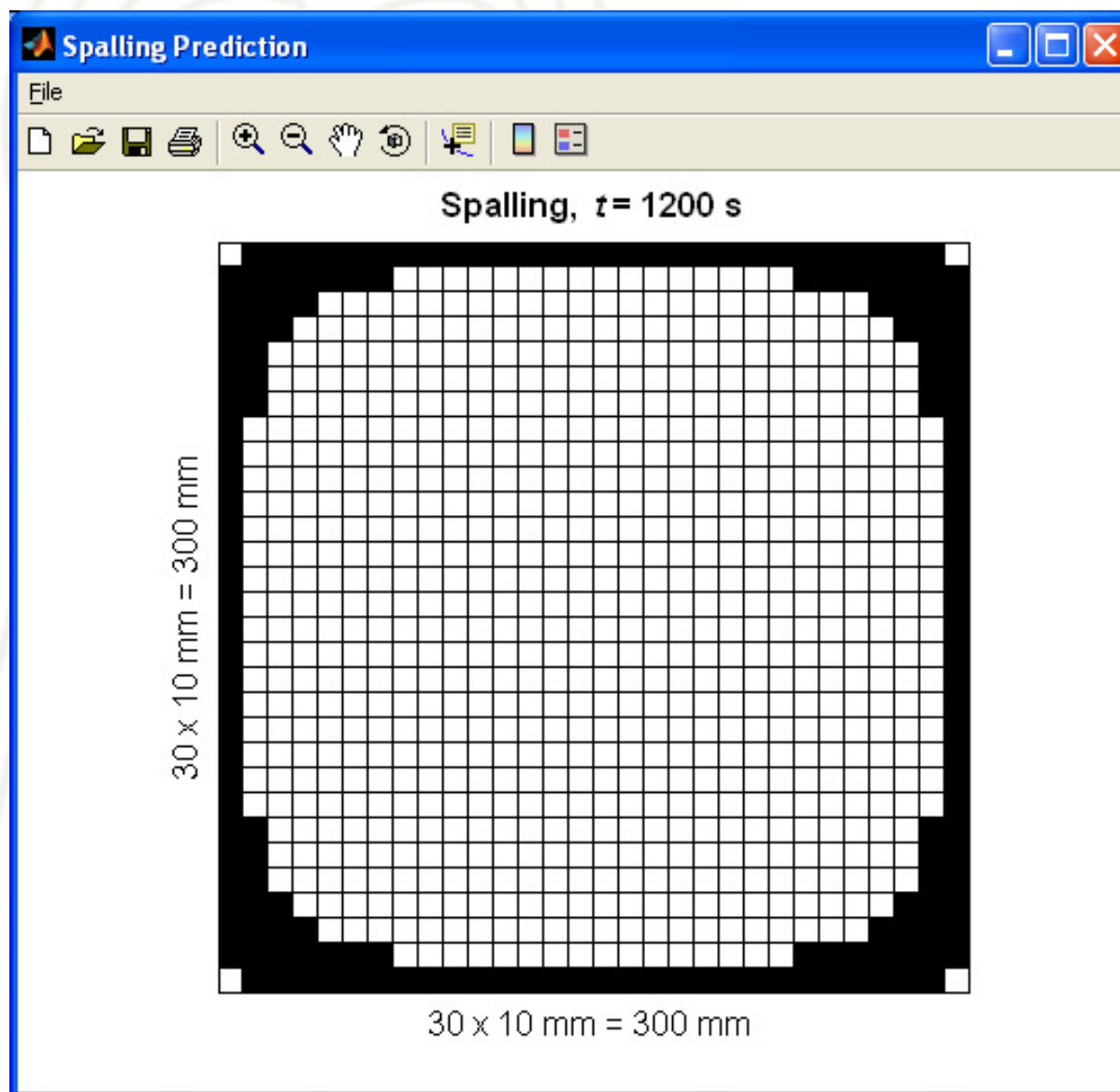
<< **BACK**

NEW **EXIT**

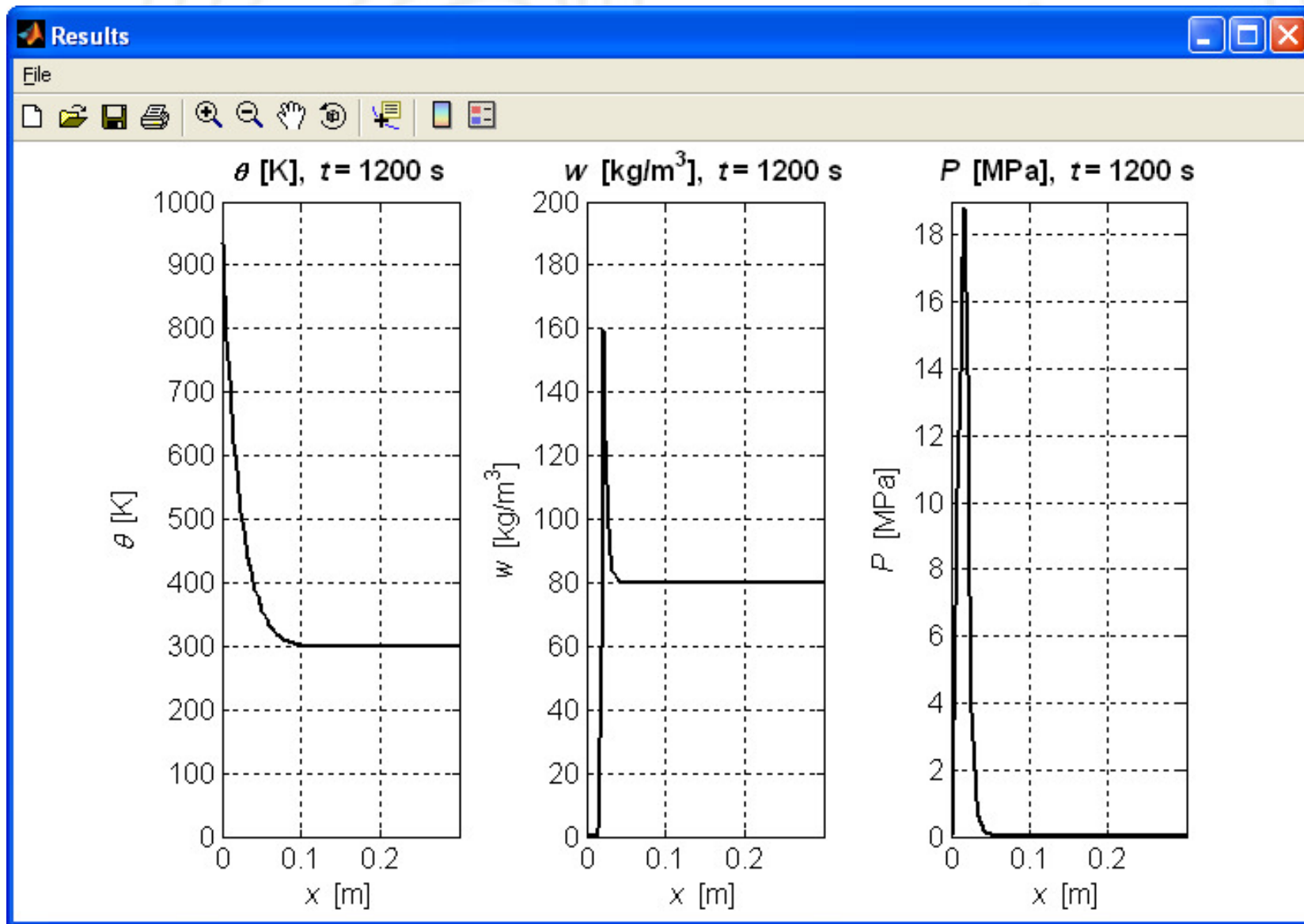
Grafické znázornění rozložení hledaných veličin v analyzovaném průřezu - 2D



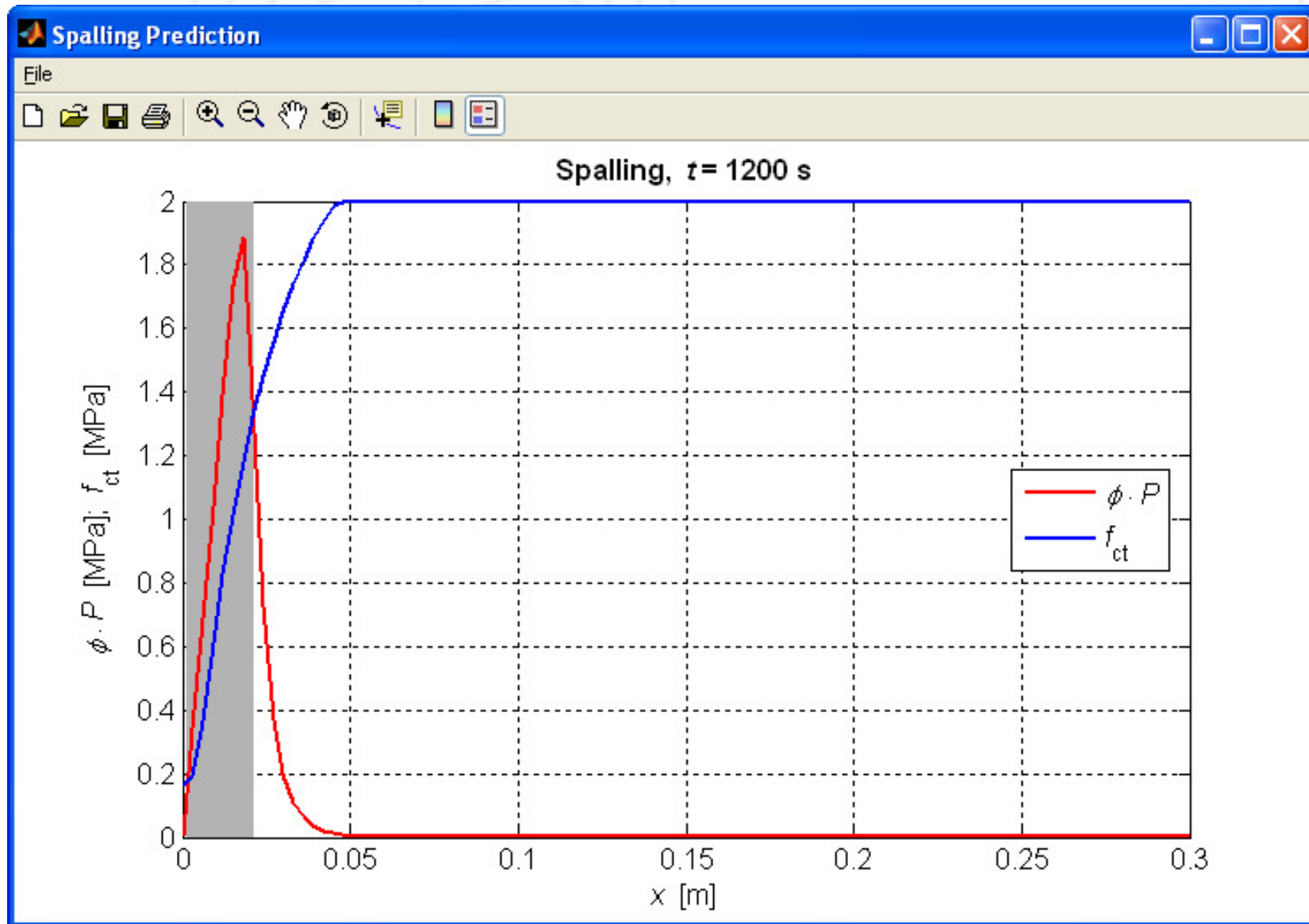
Vyznačení oblasti průřezu, ve které je riziko odštěpení betonu - 2D



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

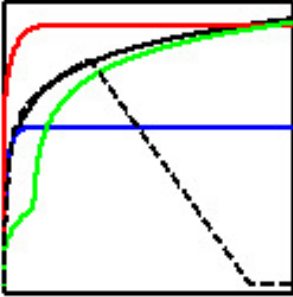
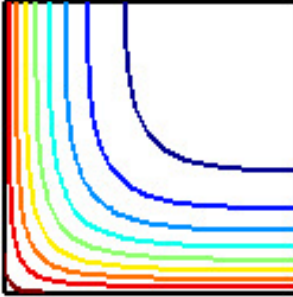
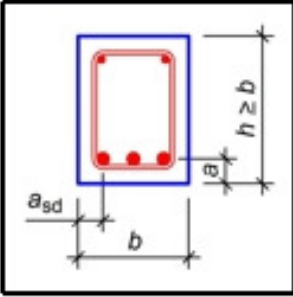
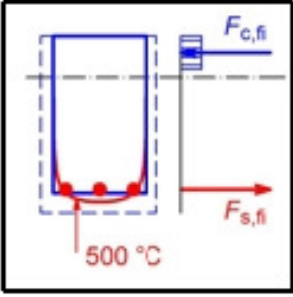
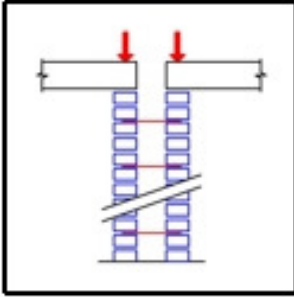
- interaktivní uživatelské rozhraní
- podrobná nápověda
- možnost vygenerovat protokol shrnující nejdůležitější informace o provedeném výpočtu (posouzení)
- v současnosti je dostupná první verze softwaru FiDeS - všechny programy budou postupně rozšiřovány a doplňovány

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 tepotu plynů v požárním úseku pro libovolný čas působení požáru
 - vykreslit příslušnou teplotní křivku pro zadaný časový interval

Okno pro výběr požární křivky

FiDeS 1.0 Teplotní analýza požárního úseku

FiDeS 1.0 Teplotní analýza požárního úseku
Fire Design Software

Nominální teplotní křivka ?

Parametrická teplotní křivka ?

Křivka pomalého zahřívání

Normová teplotní křivka (ISO 834)

Křivka vnějšího požáru

Uhlovodíková teplotní křivka

Křivka pomalého zahřívání

Teplotní křivka dle přílohy A ČSN EN 1991-1-2

<< Zpět

Konec

Pokračovat >>

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="?"/>

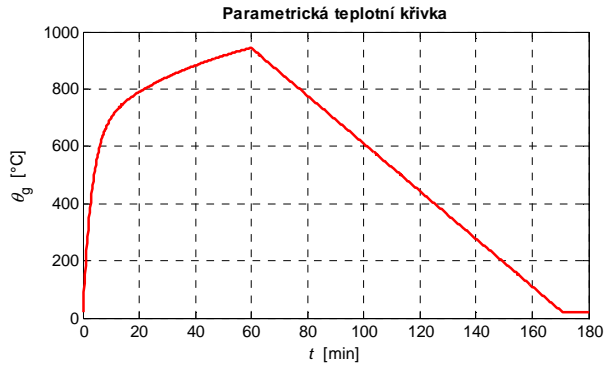
Vykreslení teplotní křivky

Časový interval [min]:

0 až || | |

Výpočet teploty v čase t

t [min] || | |
| θ_g [°C] | |

Teplotní analýza požárního úseku	FiDeS 1.0 Fire Design Software Verze 1.0 (1. 9. 2010)																						
<p>Parametrická teplotní křivka</p> <p>- Definovaná v příloze A normy ČSN EN 1991-1-2.</p> <p>- Platí pro požární úseky s podlahovou plochou max. 500 m², bez otvorů ve střeše a s max. výškou požárního úseku 4 m.</p> <p>Vstupní parametry: $q_{t,d} = 200 \text{ MJ m}^{-2}$ $O = 0.04 \text{ m}^{1/2}$ $b = 1160 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1/2} \text{ K}^{-1}$ Rychlost rozvoje požáru - střední</p> <div data-bbox="869 596 1473 963" style="text-align: center;"><p>Parametrická teplotní křivka</p><table border="1"><caption>Data points from the parametric temperature curve</caption><thead><tr><th>Time t [min]</th><th>Temperature θ_g [°C]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>20</td><td>~750</td></tr><tr><td>40</td><td>~850</td></tr><tr><td>60</td><td>944.1395</td></tr><tr><td>80</td><td>~750</td></tr><tr><td>100</td><td>~550</td></tr><tr><td>120</td><td>~350</td></tr><tr><td>140</td><td>~150</td></tr><tr><td>160</td><td>~50</td></tr><tr><td>170.8967</td><td>0</td></tr></tbody></table></div> <p>Výsledné parametry: $\theta_{g,max} = 944.1395 \text{ °C}$ $t_{max} = 60 \text{ min}$ $t_{20} = 170.8967 \text{ min}$ Požár řízený ventilací (malá plocha otvorů vzhledem k velikosti požárního zatížení). Zadanému času $t = 30 \text{ min}$ odpovídá teplota $\theta_g = 840.9762 \text{ °C}$.</p>		Time t [min]	Temperature θ_g [°C]	0	0	20	~750	40	~850	60	944.1395	80	~750	100	~550	120	~350	140	~150	160	~50	170.8967	0
Time t [min]	Temperature θ_g [°C]																						
0	0																						
20	~750																						
40	~850																						
60	944.1395																						
80	~750																						
100	~550																						
120	~350																						
140	~150																						
160	~50																						
170.8967	0																						
<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 projektu 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 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 title bar includes the application name and standard Windows window controls. The main content area features the application title in red and black text, followed by the subtitle 'Fire Design Software'. A red heading states that the table-based evaluation is based on specific assumptions, which are listed in a red bulleted list. Below this, there are two dropdown menus: 'Vyberte typ prvku...' (set to 'Sloup') and 'Metoda' (with a dropdown menu open 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

Pravoúhlý 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

Pravouhlý 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]	30,30,50
$A_{s,1}, A_{s,2}, \dots, A_{s,n}$ [mm ²]	400,400,500
$f_{yk,1}, f_{yk,2}, \dots, f_{yk,n}$ [MPa]	500,500,450

Výstupy [mm]

a_m	$b_{min} / a_{m,min}$	$b_{min}(a_m)$	$b_{min} / a_{i,min,R30}$	$a_{i,min,R30}(b)$
37.2	200 / 32	200	200 / 32	27
		$a_{m,min}(b)$		$a_{i,min} = a_m / 2$
		27		18.6

<< Zpět **Konec** **Sloup splňuje R 30.** Protokol

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 \leq 3000 mm - splněno $e_{0,fi} = 15$ mm \leq $e_{max} = 0.15 \cdot b = 0.15 \cdot 400 = 60$ mm - splněno $A_s = 1300$ mm² \leq $0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 240000 = 9600$ mm² - splněno Metodu A lze použít. <p>Posouzení Pozn.: [*] - min. 8 prutů, [ngv] - není definována žádná hodnota</p> <p>Průměrná vzdálenost výztužných prutů od líce průřezu $a_m = \Sigma(a_i \cdot A_{s,i} \cdot f_{yk,i}) / \Sigma(A_{s,i} \cdot f_{yk,i}) = 37.2$ 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>© 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 projektu 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>Pravoúhlý 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) $2000 \text{ mm} \leq l_{0,fi} = 2500 \text{ mm} \leq 6000 \text{ mm}$ - splněno</p> <p>2) $e_{0,fi} = 15 \text{ mm} \leq e_{max} = 0.15 b = 0.15 \cdot 400 = 60 \text{ mm}$ - splněno Metodu lze použít.</p> <p>Výpočet</p> <p>$A_c = b \cdot h = 400 \cdot 600 = 240000 \text{ mm}^2$.</p> <p>$h = 600 \text{ mm} \leq 1.5 b = 1.5 \cdot 400 = 600 \text{ mm} \Rightarrow$ dále uvažujeme $h = 600$ mm.</p> <p>$b' = 2 \cdot A_c / (b + h) = 2 \cdot 240000 / (400 + 600) = 480 \text{ mm} > 450 \Rightarrow b' = 450$ mm.</p> <p>$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 434.8 \text{ MPa}$.</p> <p>$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 25 / 1.5 = 16.7 \text{ MPa}$.</p> <p>$\omega = (A_s f_{yd}) / (A_c f_{cd}) = (1300 \cdot 434.8) / (240000 \cdot 16.7) = 0.141$.</p> <p>$R_{\eta,fi} = 83 (1.00 - \mu_{fi} (1.00 + \omega) / (0.85 + \omega)) = 16.1 \text{ min}$</p> <p>$R_a = 1.60 (a[\text{mm}] - 30) = 0 \text{ min}$</p> <p>$R_l = 9.60 (5 - l_{0,fi}[\text{m}]) = 24 \text{ min}$</p> <p>$R_b = 0.09 b [\text{mm}] = 40.5 \text{ min}$</p> <p>$R_n = 0 \text{ min}$ (4 pruty)</p> <p>$R = 120 ((R_{\eta,fi} + R_a + R_l + R_b + R_n) / 120)^{1.8} = 59 \text{ min}$</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 projektu 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.

Zděné prvky - Tabulky	<u>FiDeS 1.0</u> <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>© 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>	

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

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

Enter

© 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

Zatížení			
$N_{Ed,fi}$ [kN]	<input type="text" value="500"/>	<input type="button" value="?"/>	
$e_{0,fi}$ [mm]	<input type="text" value="40"/>	<input type="button" value="?"/>	
c [-]	<input type="text" value="10"/>	<input type="button" value="?"/>	

Vystavení požáru (ISO křivka)			
t [min]	<input type="text" value="30"/>	<input type="button" value="?"/>	

Materiály			
Třída betonu	<input type="text" value="C25/30"/>	<input type="button" value="?"/>	
ρ_{20} [kg m^{-3}]	<input type="text" value="2300"/>	<input type="button" value="?"/>	
w [%]	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="button" value="?"/>	
λ	<input type="text" value="Dolní mez"/>	<input type="button" value="?"/>	
f_{yk} [MPa]	<input type="text" value="500"/>	<input type="button" value="?"/>	

<input type="button" value="VÝPOČET"/>		
<input type="button" value="VYKRESLIT PRŮŘEZ"/>	<input type="button" value="NOVÝ"/>	<input type="button" value="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 T-shaped cross-section of a reinforced concrete 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 effective depth is d . The diagram also shows the position of reinforcement bars with distances a_1, a_2, a_3 from the bottom edge. A central load $N_{Ed,fi}$ is applied at an eccentricity $e_{0,fi}$ from the centerline. The center of gravity is marked with c and s .

Zatížení

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

Vystavení požáru (ISO křivka)

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

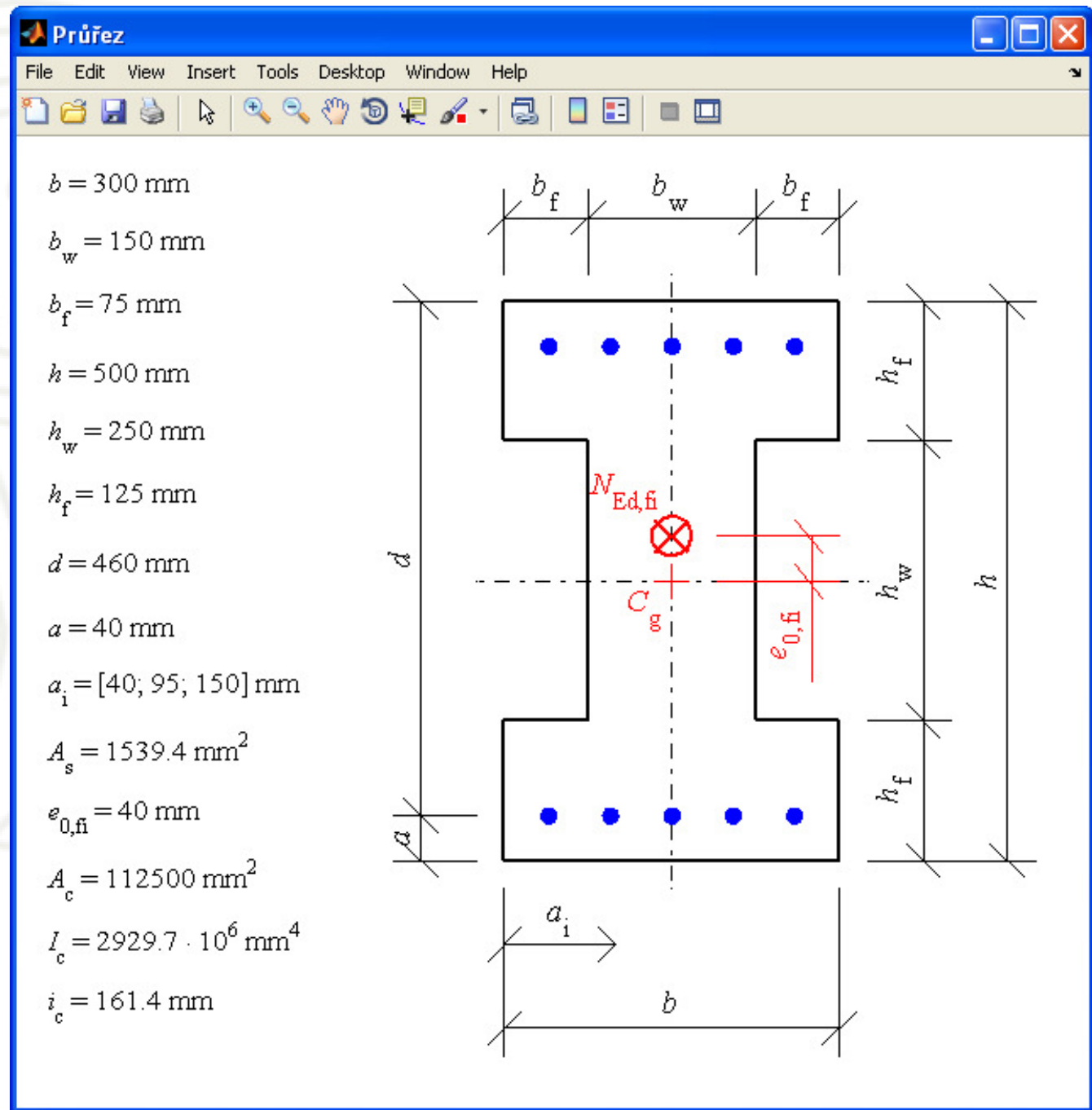
Materiály

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

Zatížení

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

Vystavení požáru (ISO křivka)

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

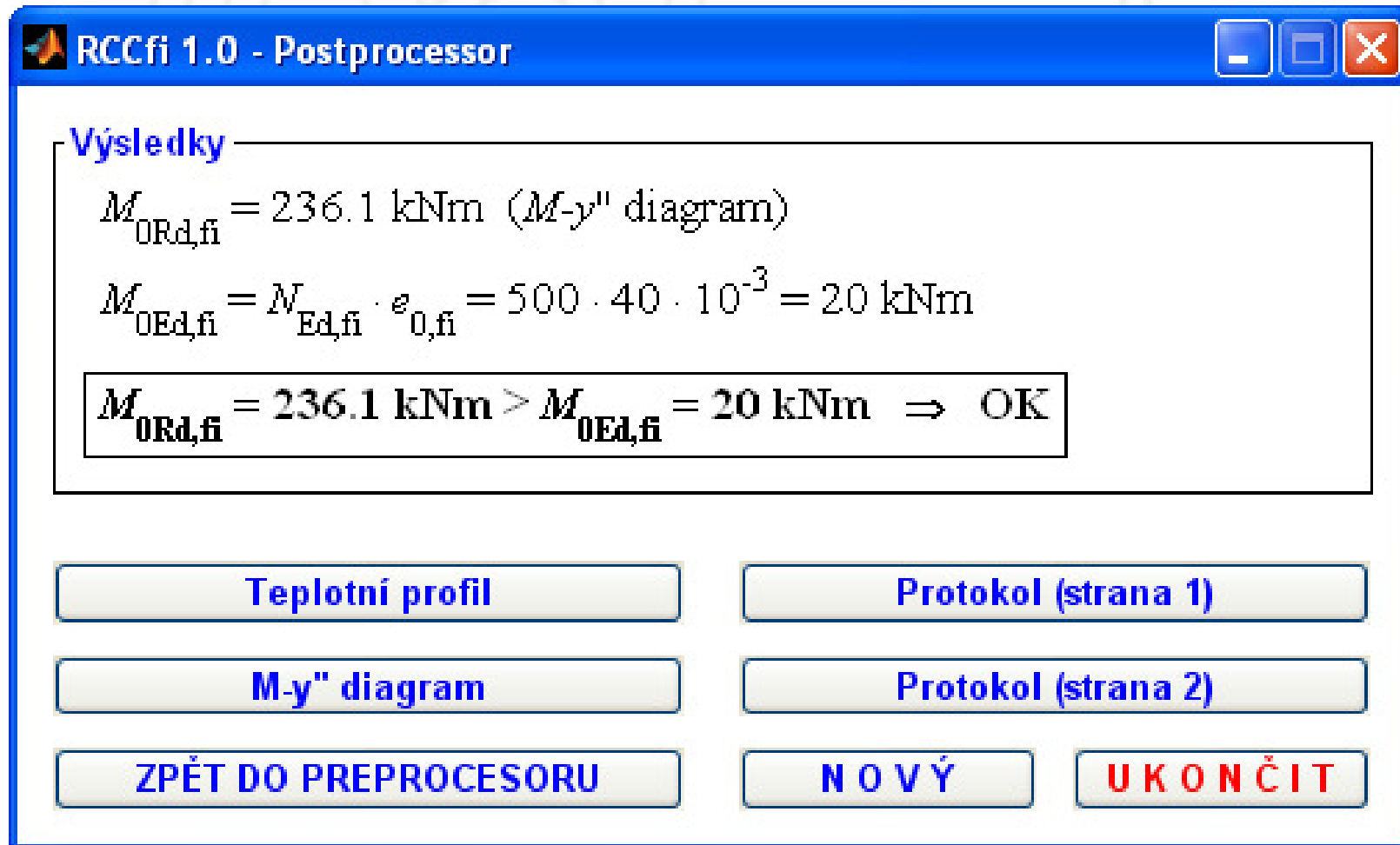
Materiály

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)

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

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

Teplotní profil

Protokol (strana 1)

M- y'' diagram

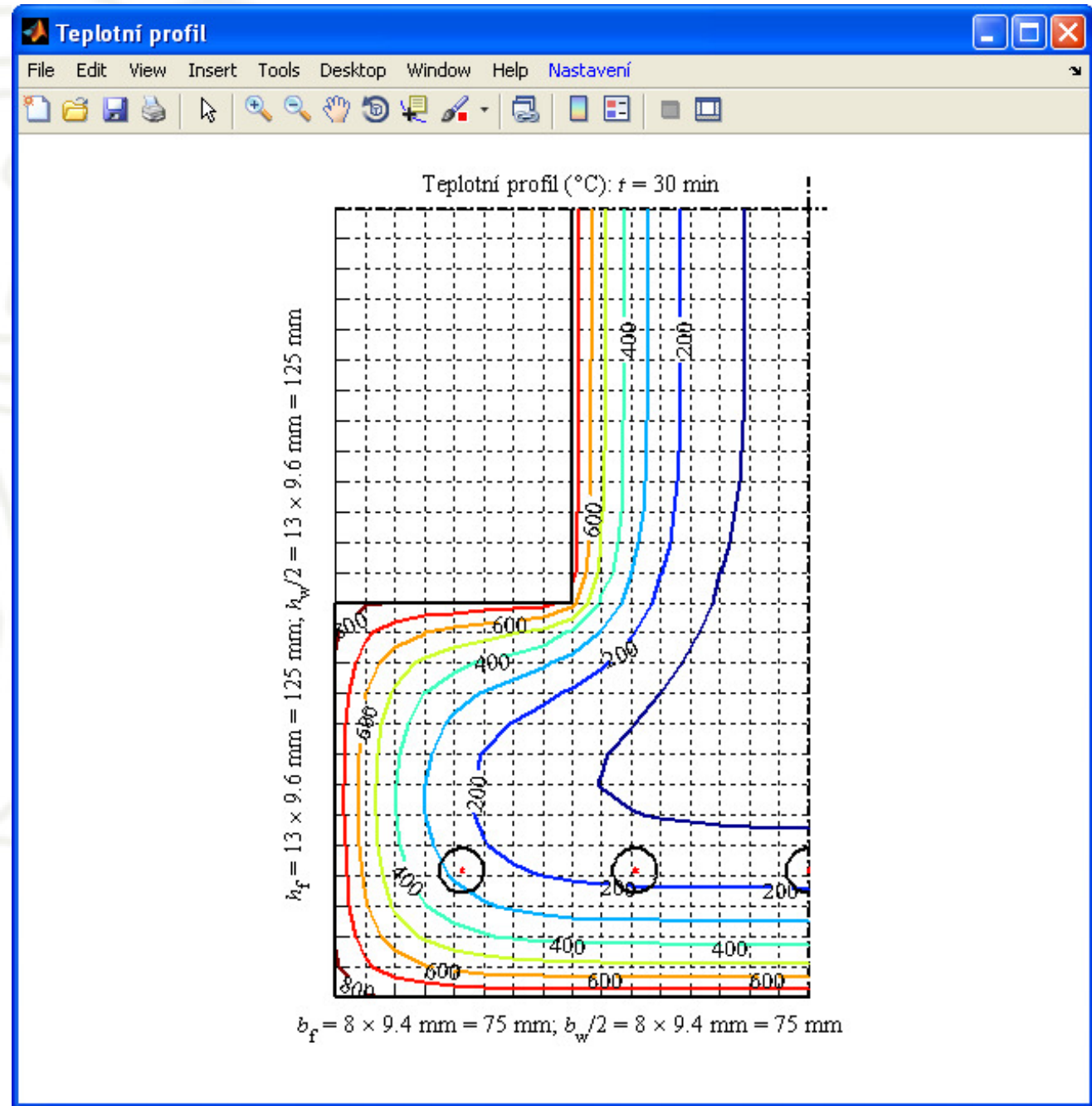
Protokol (strana 2)

ZPĚT DO PREPROCESSORU

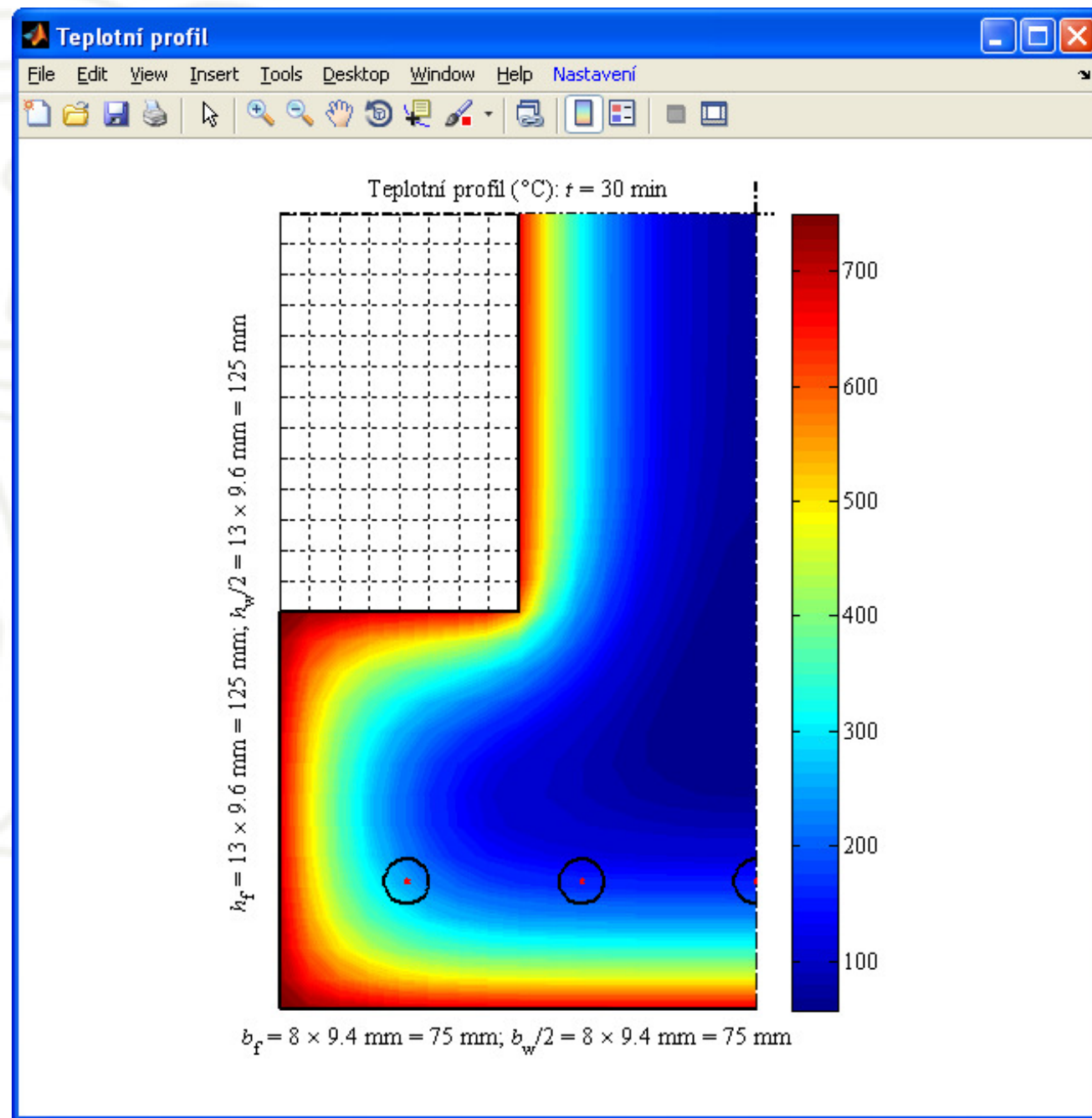
NOVÝ

UKONČIT

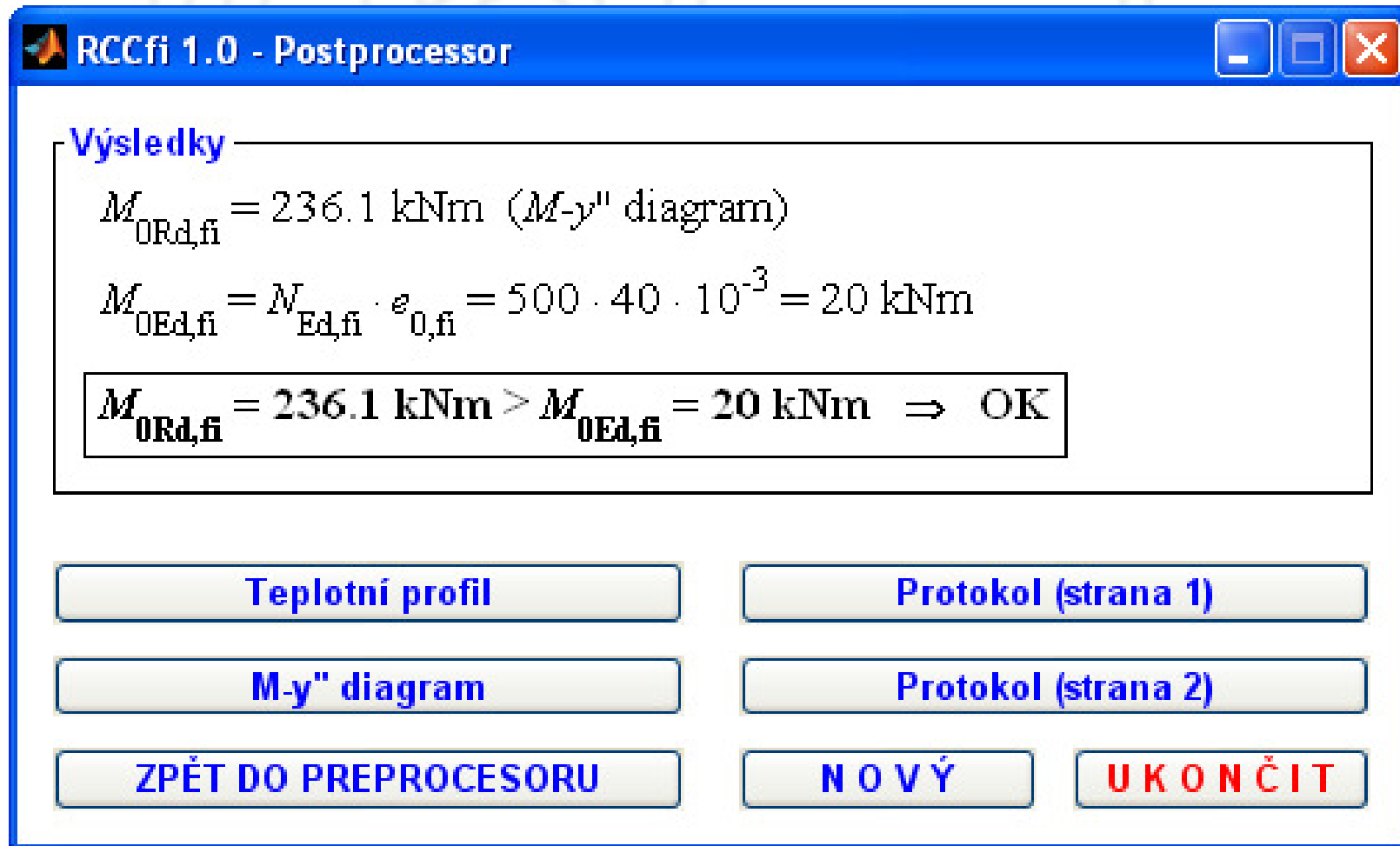
Teplotní profil - izotermy



Teplotní profil - izoplochy



Okno pro zobrazení výsledků



RCCfi 1.0 - Postprocessor

Výsledky

$$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm (} M\text{-}y'' \text{ diagram)}$$
$$M_{0Ed,fi} = N_{Ed,fi} \cdot e_{0,fi} = 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ kNm}$$

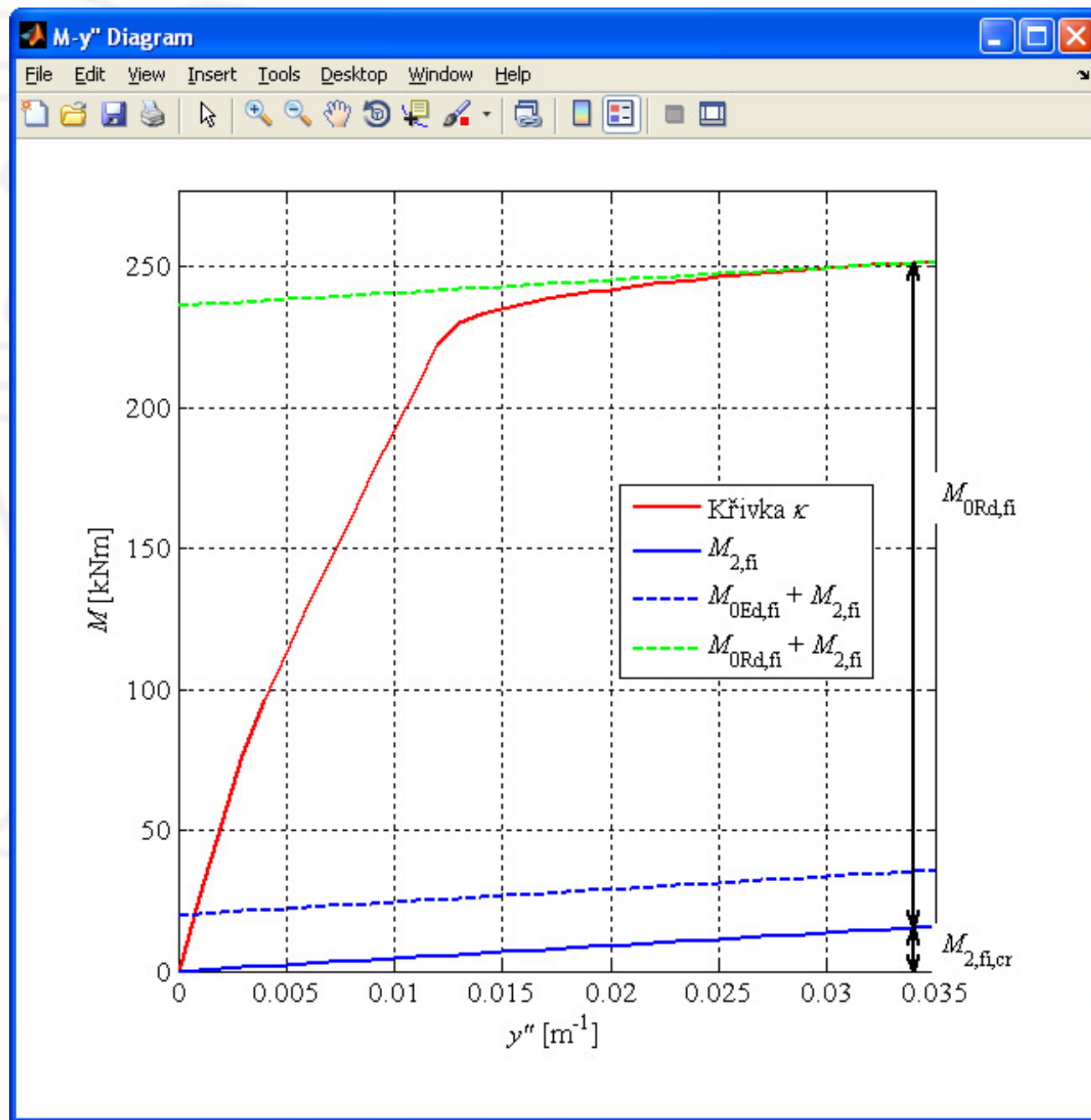
$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm} > M_{0Ed,fi} = 20 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$

Teplotní profil **Protokol (strana 1)**

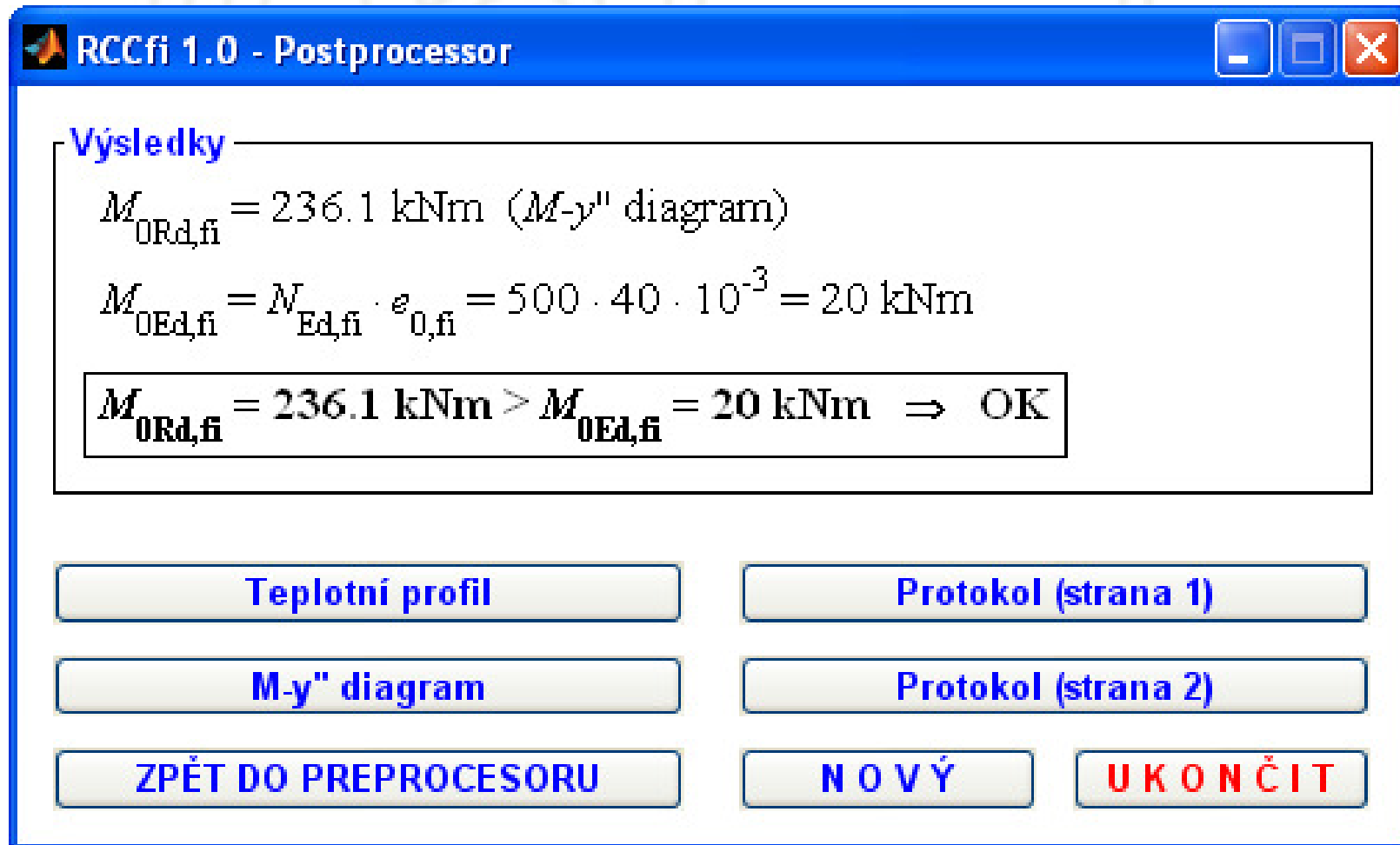
M-y'' diagram **Protokol (strana 2)**

ZPĚT DO PREPROCESSORU **NOVÝ** **UKONČIT**

M-y" diagram



Okno pro zobrazení výsledků



RCCfi 1.0 - Postprocessor

Výsledky

$$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm (} M-y'' \text{ diagram)}$$
$$M_{0Ed,fi} = N_{Ed,fi} \cdot e_{0,fi} = 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ kNm}$$

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

Teplotní profil Protokol (strana 1)

M-y'' diagram Protokol (strana 2)

ZPĚT DO PREPROCESSORU NOVÝ UKONČIT

Příklad protokolu - strana 1

Protokol

-1-

RCC_{fi} 1.0
Verze 1.0 (01-09-2012)

Vstupy

Rozměry

$b = 300 \text{ mm}$, $b_w = 150 \text{ mm}$, $b_f = 75 \text{ mm}$

$h = 500 \text{ mm}$, $h_w = 250 \text{ mm}$, $h_f = 125 \text{ mm}$

$A_c = 112500 \text{ mm}^2$, $I_c = 2929.7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$i_c = 161.4 \text{ mm}$, $l_0 = 3000 \text{ mm}$, $\lambda = 18.6$

$\phi = 14 \text{ mm}$, počet prutů: 10

$A_s = 1539.4 \text{ mm}^2$, $a = 40 \text{ mm}$, $d = 460 \text{ mm}$

$a_i = [40; 95; 150] \text{ mm}$

Zatížení

$N_{Ed,fi} = 500 \text{ kN}$, $e_{0,fi} = 40 \text{ mm}$, $c = 10$

Vystavení požáru (ISO křivka)

$t = 30 \text{ min}$

Materiály

Beton: C25/30, $\rho_{20} = 2300 \text{ kg m}^{-3}$, $u = 1.5 \%$

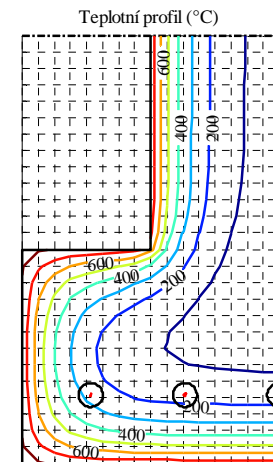
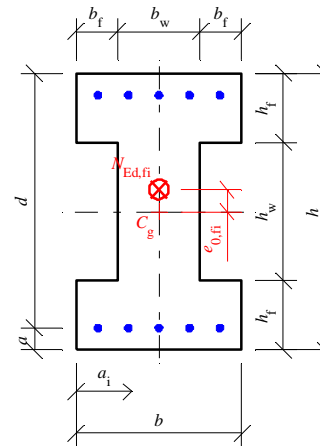
Tepelná vodivost: dolní mez dle ČSN EN 1992-1-2

Výztuž: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Výsledky teplotní analýzy

Teploty ve výztužných prutech

$\theta_i = [271; 166.5; 158.9] \text{ } ^\circ\text{C}$



© 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!

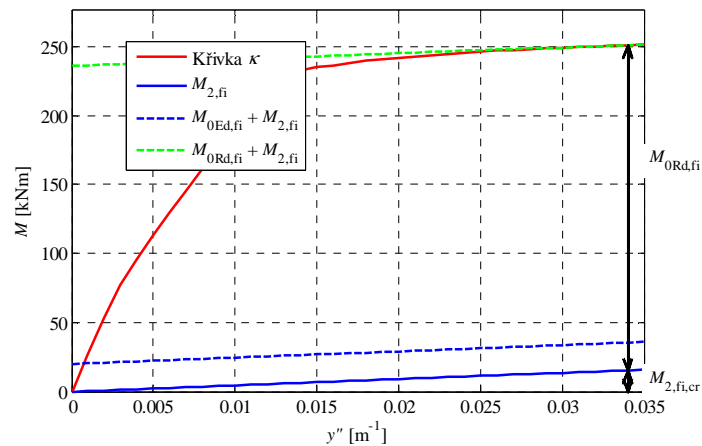
Příklad protokolu - strana 2

Protokol

-2-

RCC_{fi} 1.0
Verze 1.0 (01-09-2012)

Výsledky posouzení



$$M_{2,fi} = N_{Ed,fi} \cdot y'' \cdot l_{0,fi}^2 / c = 500 \cdot y'' \cdot 3^2 / 10 = 450 \cdot y'' \text{ kNm}$$

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

$$M_{0Rd,fi} = 236.1 \text{ kNm}$$

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

Sloup splňuje požadovanou požární odolnost 30 minut.

© 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!

A faint, light-colored line drawing of a person in a suit, possibly a scientist or researcher, holding a large circular object. The drawing is composed of simple, clean lines and is positioned in the background of the slide.

Děkuji za pozornost!

Seznam použitých zdrojů

- [1] Štefan, R. - Procházka, J. *TempAnalysis - Computer Program for Temperature Analysis of Cross Sections Exposed to Fire* [software online, manuál]. Praha: ČVUT, 2009-2010. URL: <http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/>
- [2] Štefan, R. - Beneš, M. *HygroThermAnalysis* [software online]. Praha: ČVUT, 2010. URL: <http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/>
- [3] Štefan, R. *FiDeS - Soubor výpočetních programů pro navrhování betonových a zděných konstrukcí na účinky požáru podle Eurokódů* [software online, manuál]. Praha: ČVUT, 2010. URL: <http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/>
- [4] Sura, J. - Štefan, R. - Procházka, J. *RCCfi - Výpočetní program pro posouzení požární odolnosti železobetonových sloupů* [software online]. Praha: ČVUT, 2012. URL: <http://concrete.fsv.cvut.cz/~stefan/>
- [5] Wald, F. et al. *Software ke stanovení požární odolnosti nosných konstrukcí*. 1. vyd. Praha: ČVUT v Praze, 2011. 134 s. ISBN 978-80-01-04746-0. + prezentace ke školení

© Radek Štefan 2011-2016

Poslední úprava: 11. 10. 2016

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!