Računalniški programi za požarno analizo konstrukcij

Zahteva pri požarno odpornem projektiranju

R
odpornost konstrukcije med požarom

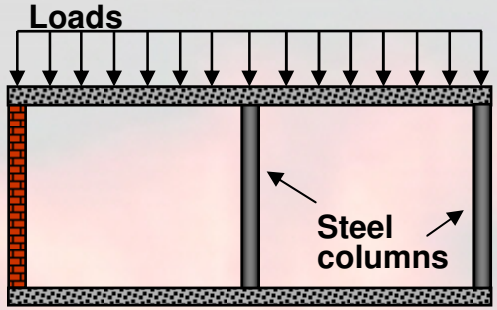
>

R_{req}
požarna odpornost konstrukcije, ki zagotavlja varnost

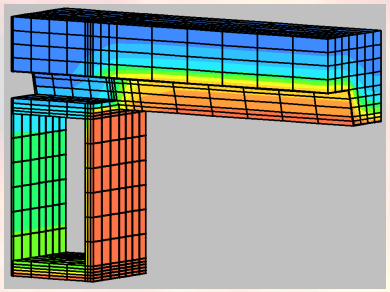
R → Veriga dogodkov med požarom

1: Vžig

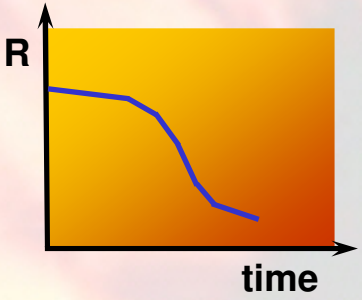
2: Vplivi požara



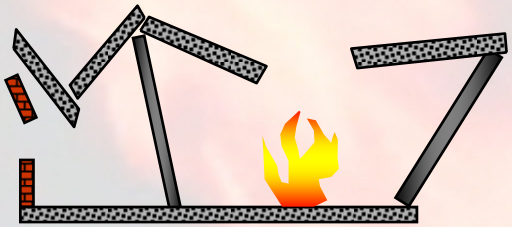
3: Mehanski vplivi



4: Toplotni odziv



5: Mehanski odziv



6: Možna porušitev

→ **Metodologija izračuna - Evrokodi**

R_{req} → **Kriterij varnosti**

$R_{required}$: Kriterij je zadovoljen, kadar se funkcija nosilnosti konstrukcije ohranja med zahtevanim časom izpostavljenosti požaru.

Pristop s predpisi: nacionalni standardi za požar

Pristop z določitvijo zahtevane odpornosti: Požarno odporno projektiranje

Programska oprema za požarno odporno projektiranje
KLASIFIKACIJA

Običajna klasifikacija zajema 5 kategorij:

- Termični požarni modeli
- Model za odpornost proti požaru

→ **R**

- Evakuacijski modeli
- Modeli odziva detektorjev
- Drugi modeli

→ **R_{req}**
(načrtovana nosilnost)

Termični požarni modeli

Termični modeli

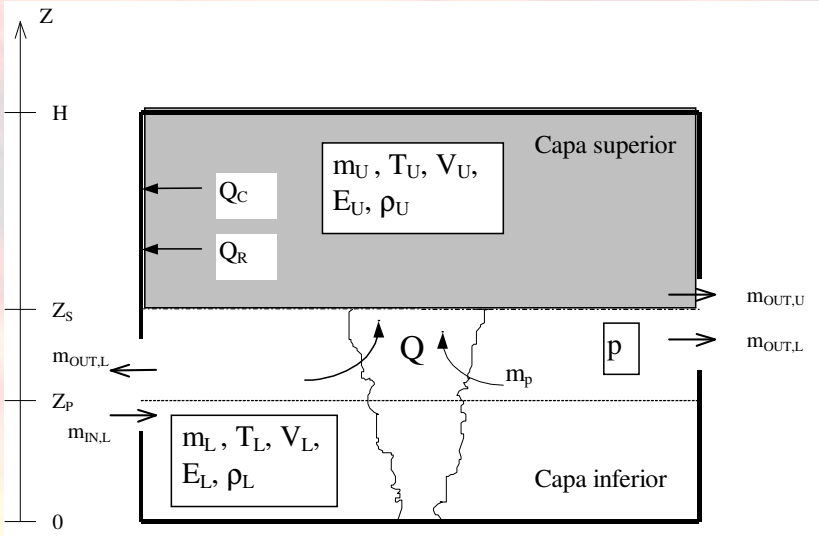
<table>
<tr><td colspan="3">Termični modeli</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Nominalna krivulja temperatura – čas (predpisni pristop)</td><td colspan="2">Standardna krivulja temperatura - čas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Zunanja požarna krivulja</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hidrokarbonska krivulja</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Naravni požar (odzivni pristop)</td><td rowspan="2">Požarni modeli</td><td>Požarni sektorji</td></tr>
<tr><td>Lokalizirani požar</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Napredni požarni modeli</td><td>Conski modeli</td></tr>
<tr><td>Prostorski modeli</td></tr>
</table>

Conski modeli

Conski modeli

Dva tipa conskih modelov:

- Dvoconski modeli: požarni sektor je razdeljen na dva dela (hladno, vroče) s homogenimi lastnostmi
- Enoconski modeli: požarni sektor se obravnava kot peč.



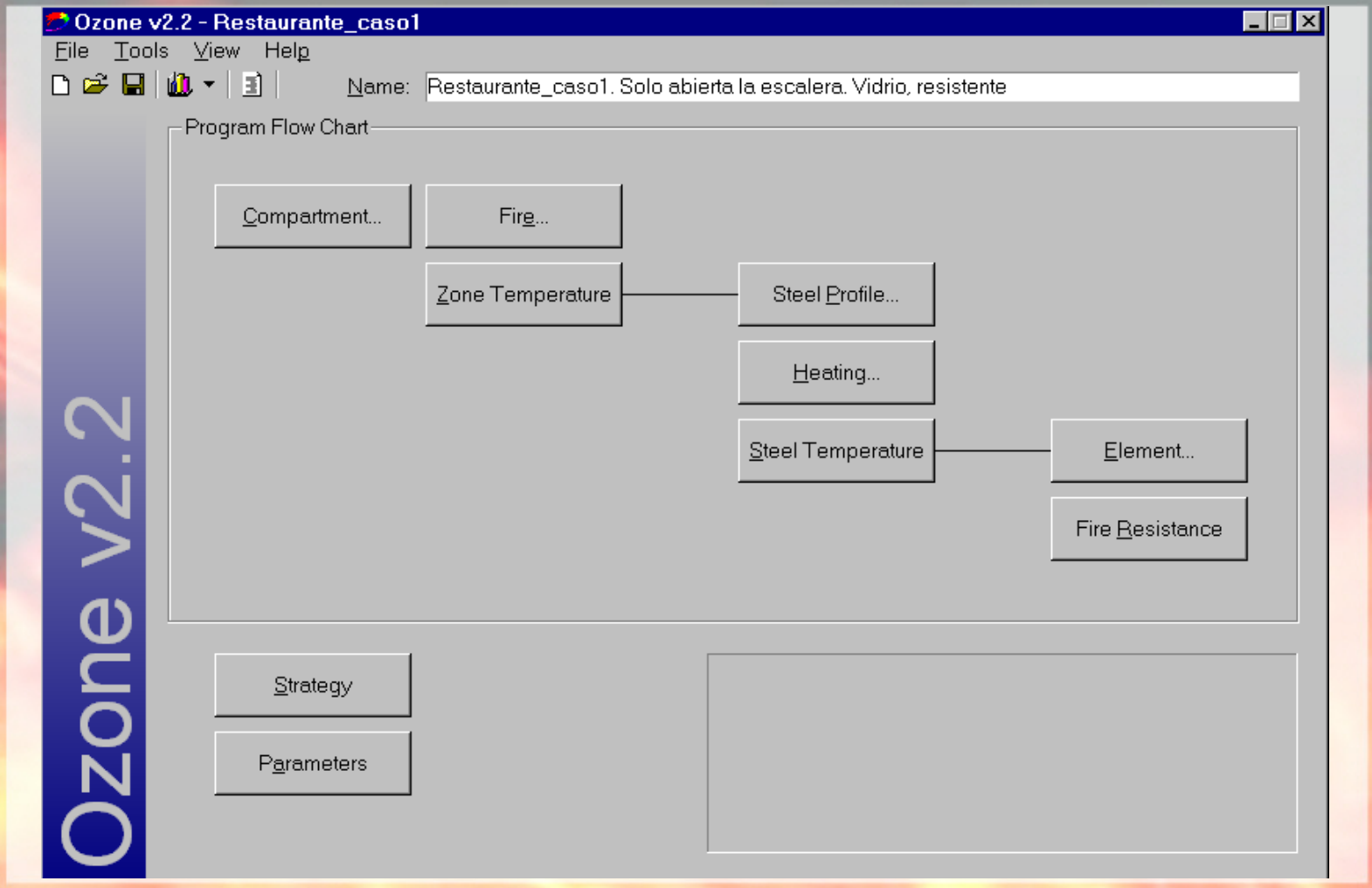
Conski modeli lahko zajemajo enega ali več požarnih sektorjev, ki se priključujejo eden k drugemu.

Gostota mreže za opis z enačbami:
- Ravnovesje mas
- Ravnovesje energij

Conski modeli- Ozone

Splošen opis programske opreme:			
Ime	OZone		
Verzija	2.2.2	Leto	2002
Država	Luxembourg	Jezik	Angleščina
Sistem	Windows	Velikost	5 MB
Avtorji	J. F. Cadorin, J. M. Franssen (Uni. Liège) L.G. Cajot, M. Haller, J.B. Schleich		
Organizacija	Arcelor LCS Research Centre		
Področje uporabe	Termični modeli – conski modeli		
Dostopnost	Brezplačno – www.ulg.ac.be Brezplačno – www.sections.arcelor.com		
Kontakt	Arcelor ASC: asc.tecom@arcelor.com		
Formulacija	Temelji na enačbah ravnovesja mas in energij		
Kratek opis	Model za oceno požarnih vplivov na konstrukcijo med določenim požarom. Vsebuje prehod toplote za enostavne elemente in čas do porušitve (ENV 1993-1-2).		

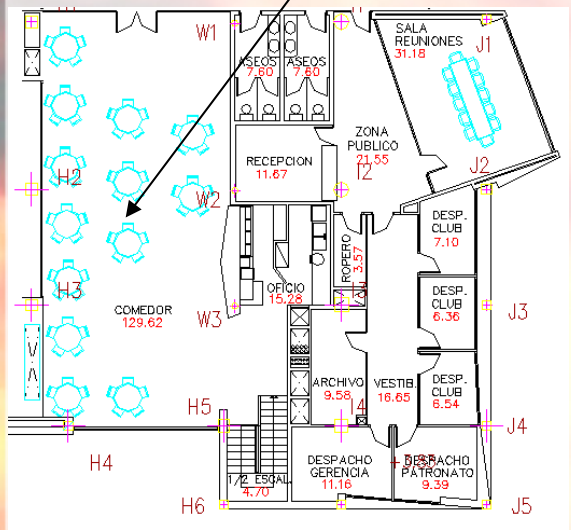
Ozone – glavni meni



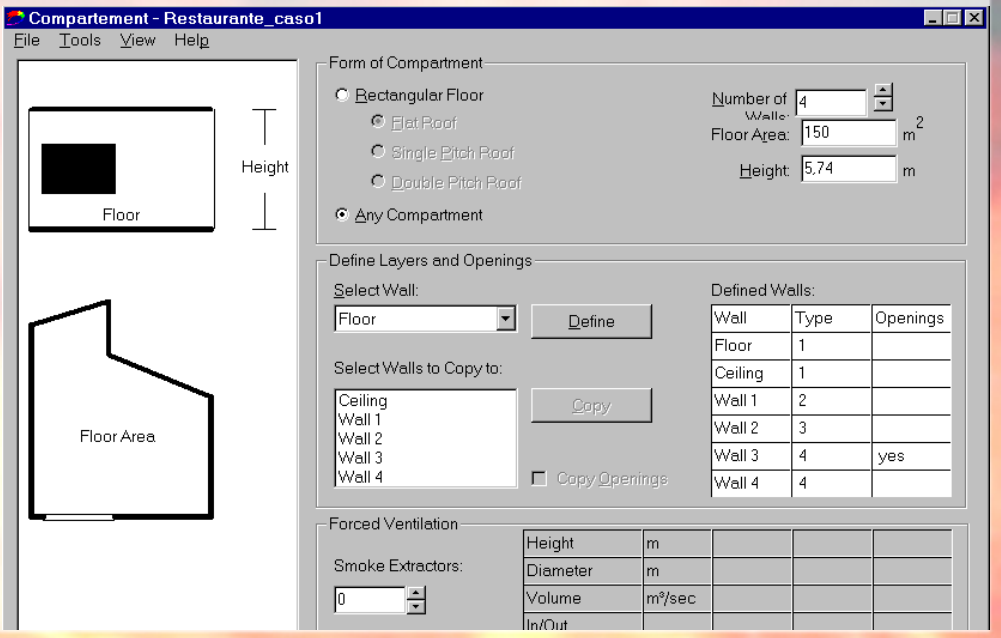
Ozone - Primer

Požarni scenarij: požar v 3. nadstropju restavracije
Projektni požar: polno razvit požar - tα faza naraščanja
Namen: požarna odpornost jeklenih nosilcev
(Zahteve po R90)

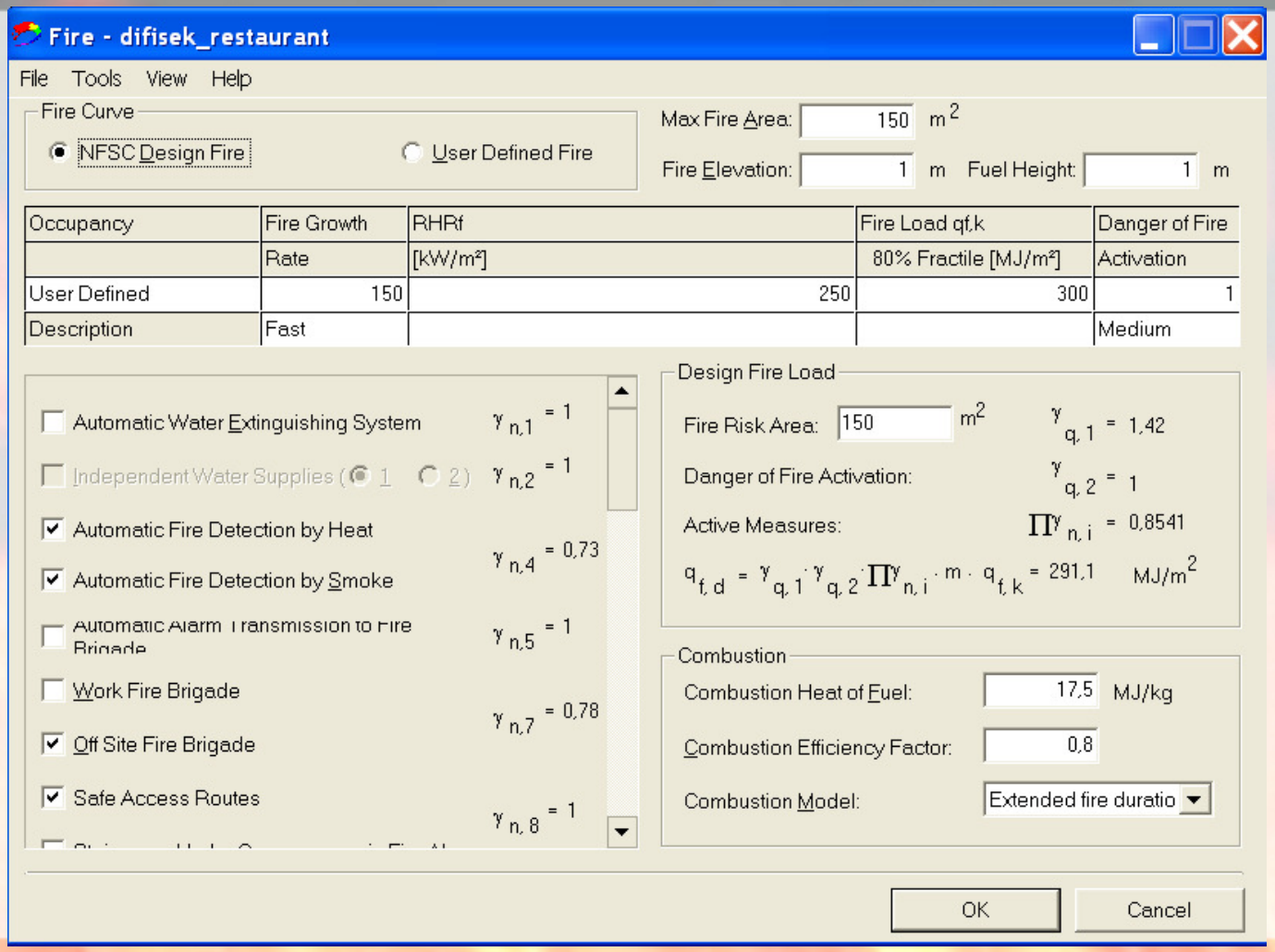
Območje požara



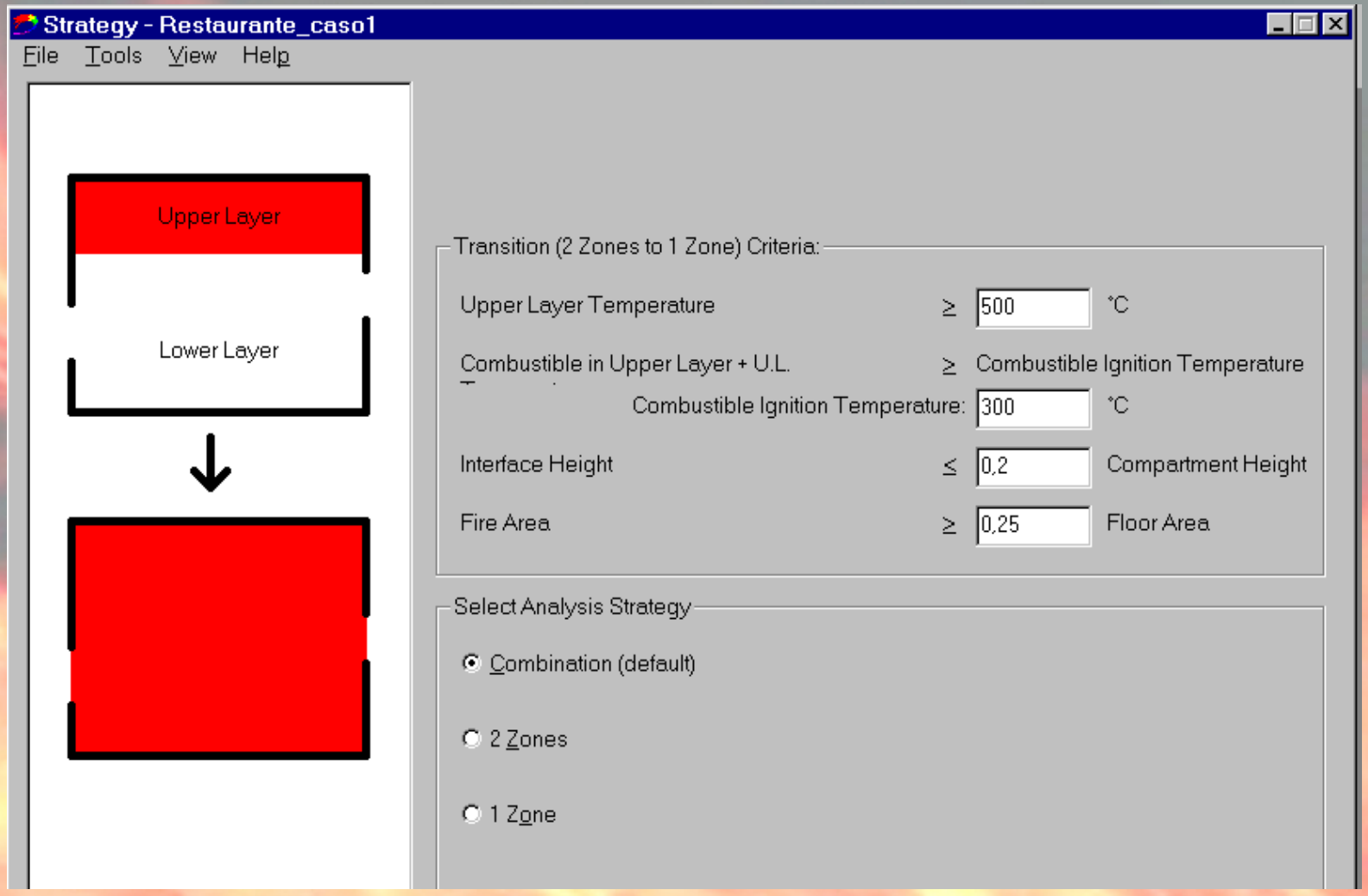
Definicija požarnih sektorjev:



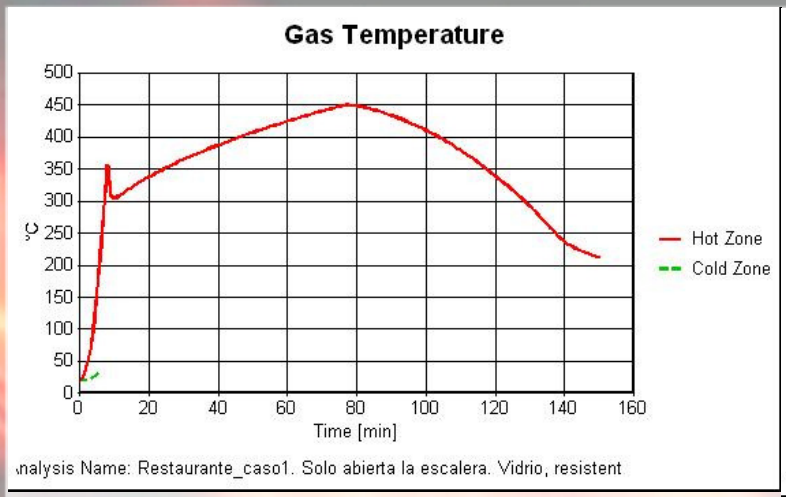
Ozone – Vhodni podatki

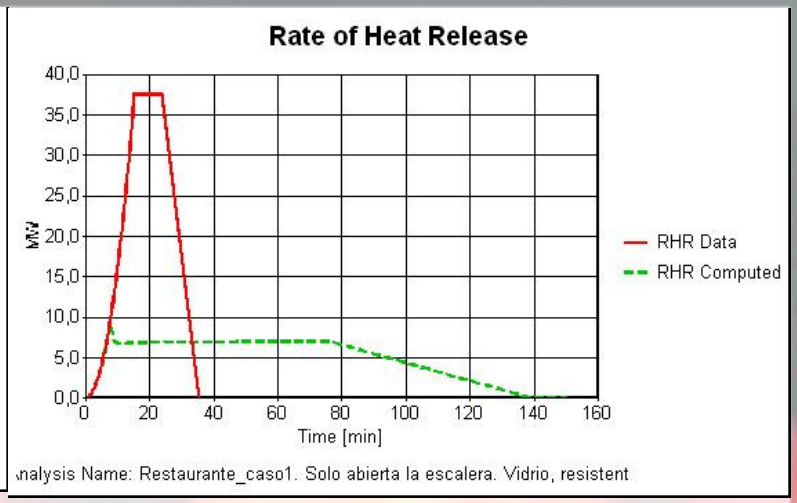


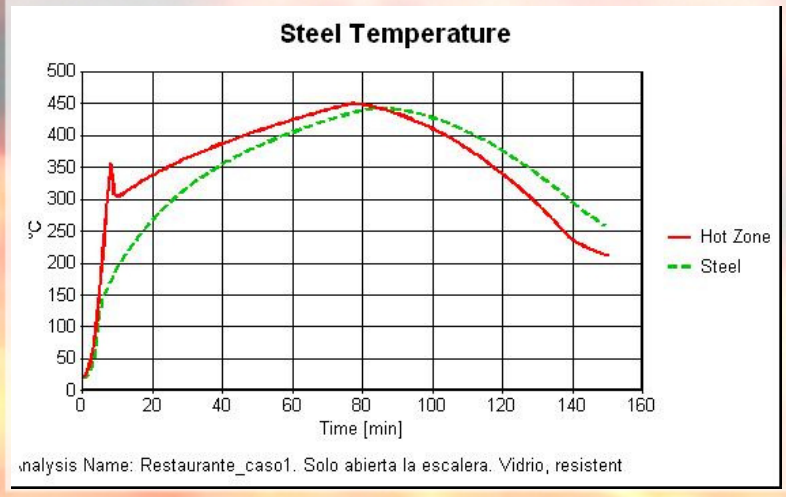
Ozone – Vhodni podatki:
Kriterij za izbiro med 2 conama in 1 cono



Ozone – Izhodni podatki







Preklop med 2 in 1 cono: 120”
(prevladujoč vpliv na širitev ognja - ventilacija)

Modeli temperaturnega polja

CFD – računske metode dinamike tekočin

Modeli temperaturnega polja (CFD)

Požarni model

+

CFD Koda

→ Področni modeli

Splošen opis fenomena požara.

Opis fizikalnih spremenljivk.

Tipi CFD kod

Specifične CFD

Pfizikalni modeli za opise požara:

SOFIE, FDS...

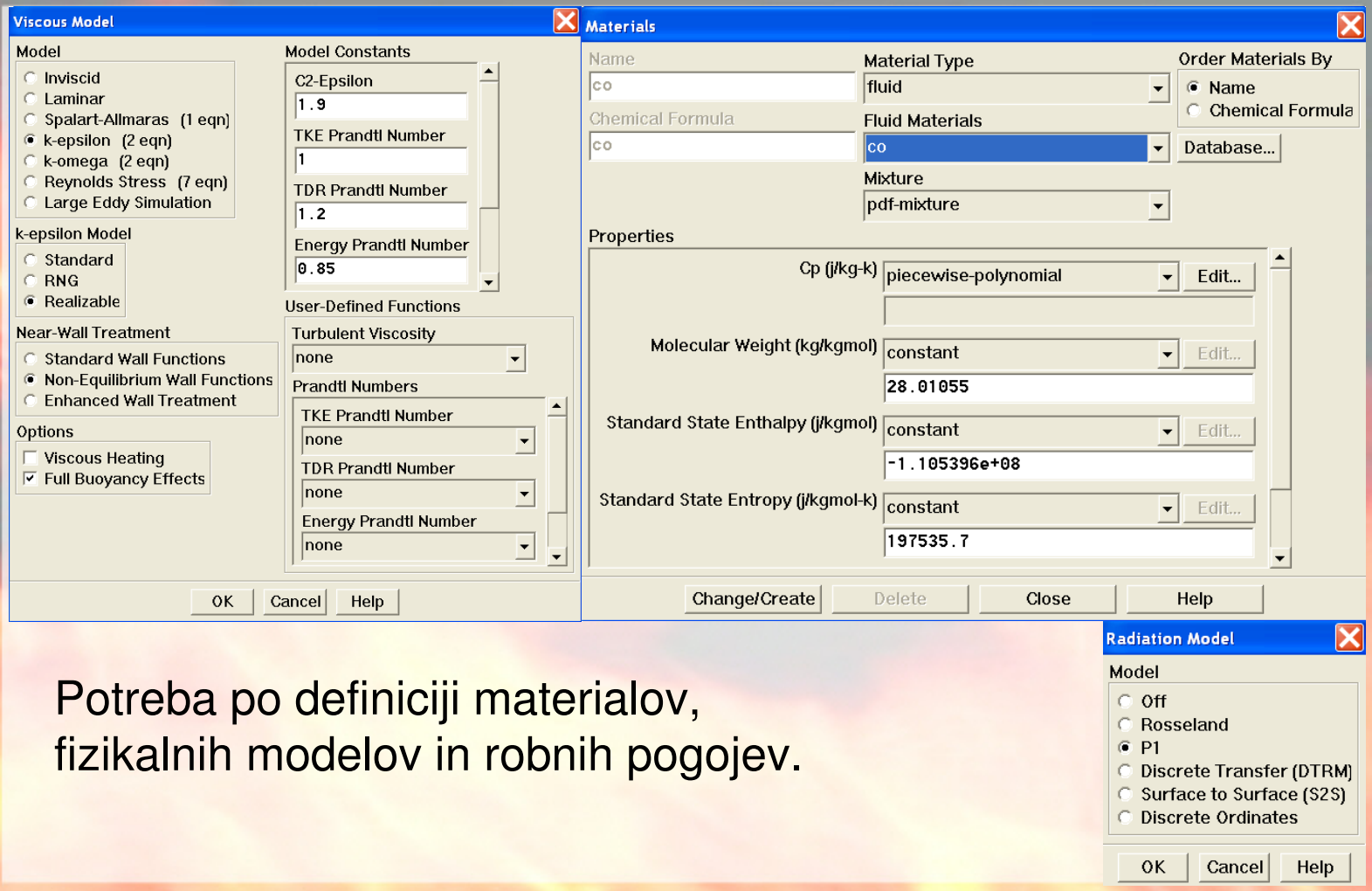
Splošni CFD

Bolj fizikalni modeli in materialne karakteristike, uporabniška prilagoditev na določen model: Fluent, CFX,PHOENIX..

Področni modeli - Fluent

Splošen opis programske opreme:			
Ime	Fluent		
Verzija	6.3	Leto	2002
Država	Luxembourg	Jezik	Angleščina
Sistem	Windows/UNIX	Velikost	5 MB
Organizacija	Fluent Inc.		
Področje uporabe	Termični, modeli temperaturnega polja.		
Dostopnost	Commercial software		
Kontakt	www.fluent.com		
Formulacija	Temelji na ravnovesju mas in energije.		
Kratek opis	Splošen CFD		

Fluent – Vhodni podatki



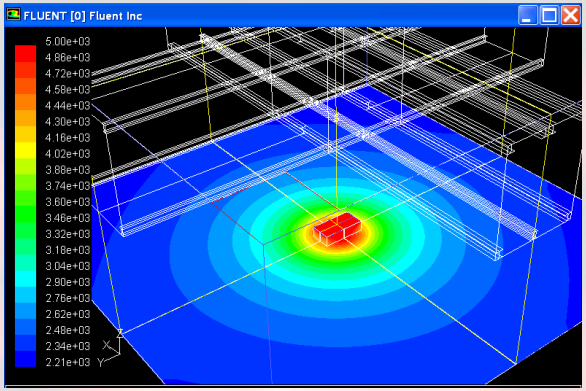
Potreba po definiciji materialov,
fizikalnih modelov in robnih pogojev.

Fluent- Izhodni podatki

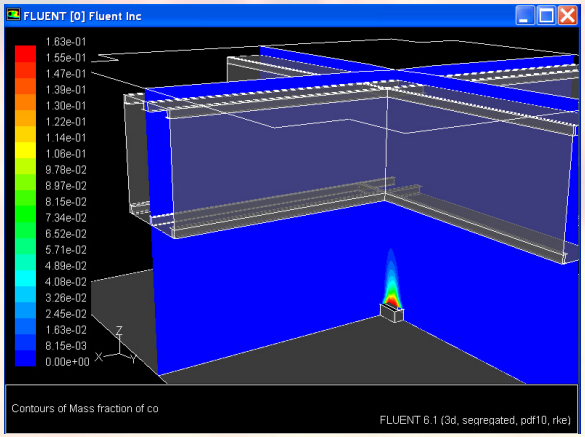
Uporabniku prijazno postprocesiranje.

Potrebno podrobno znanje o požarnem inženirstvu in CFD modelih.

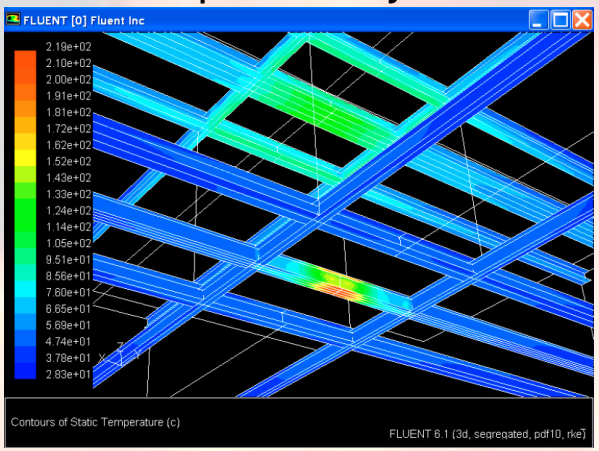
Vrednosti sevanja



Kontrola dima: koncentracija CO



Temperatura jekla



Modeli požarne odpornosti

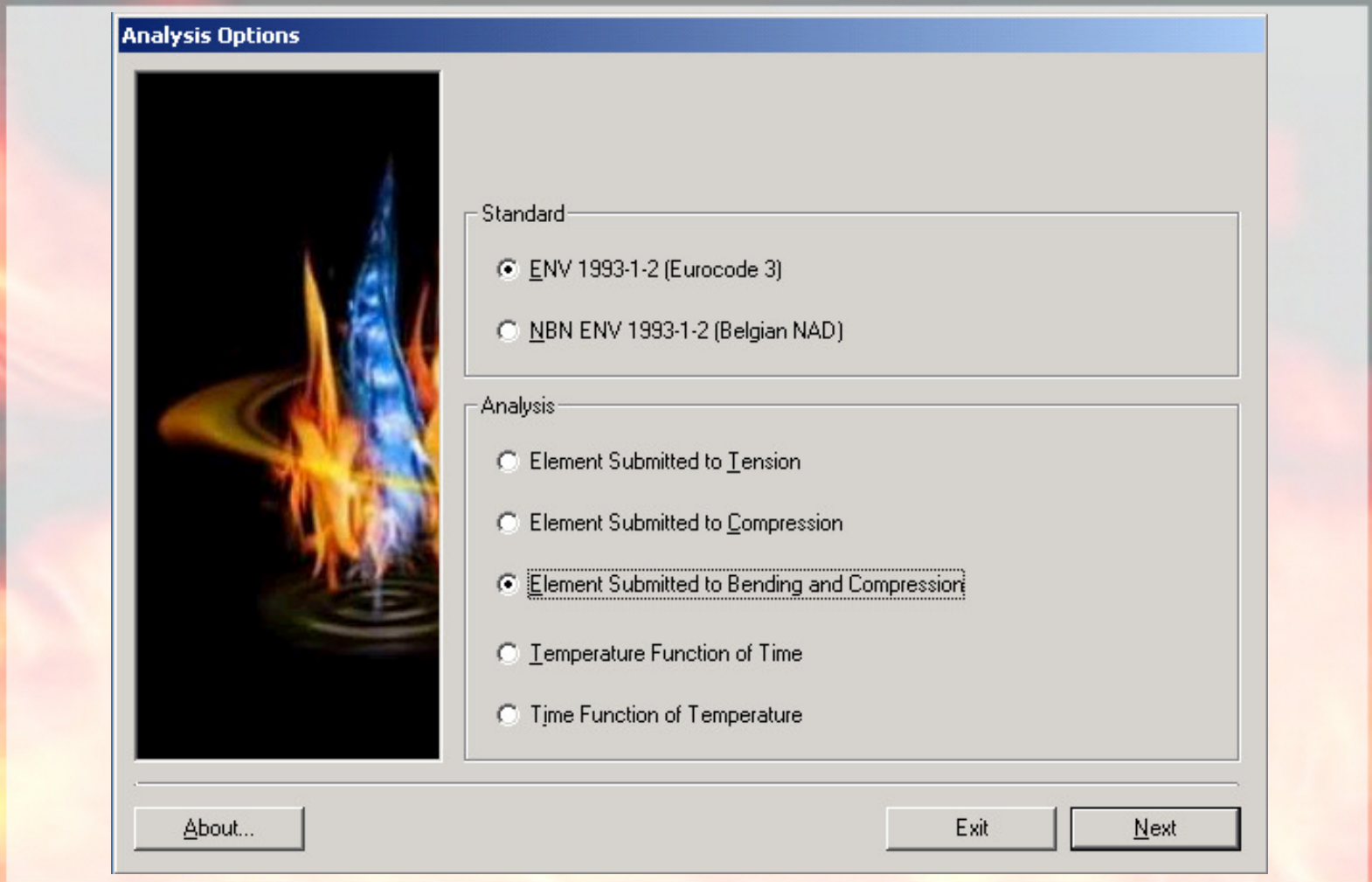
Modeli požarne odpornosti (FRM)

Postopek računa			Tabele s podatki	Enostavne računske metode	Napredne metode
Predpisni pristop	Analiza elementov	Račun mehanskega vpliva in robnih pogojev	Da	Da	Da
	Analiza dela konstrukcije		Ne	Da (če je na volj)	Da
	Globalna analiza	Izbira mehanskega Vpliva	Ne	Ne	Da
Odzivni pristop	Analiza elementov	Račun mehanskega vpliva in robnih pogojev	Ne	Da (če je na voljo)	Da
	Analiza dela konstrukcije		Ne	Ne	Da
	Globalna analiza	Izbira mehanskega vpliva	Ne	Ne	Da

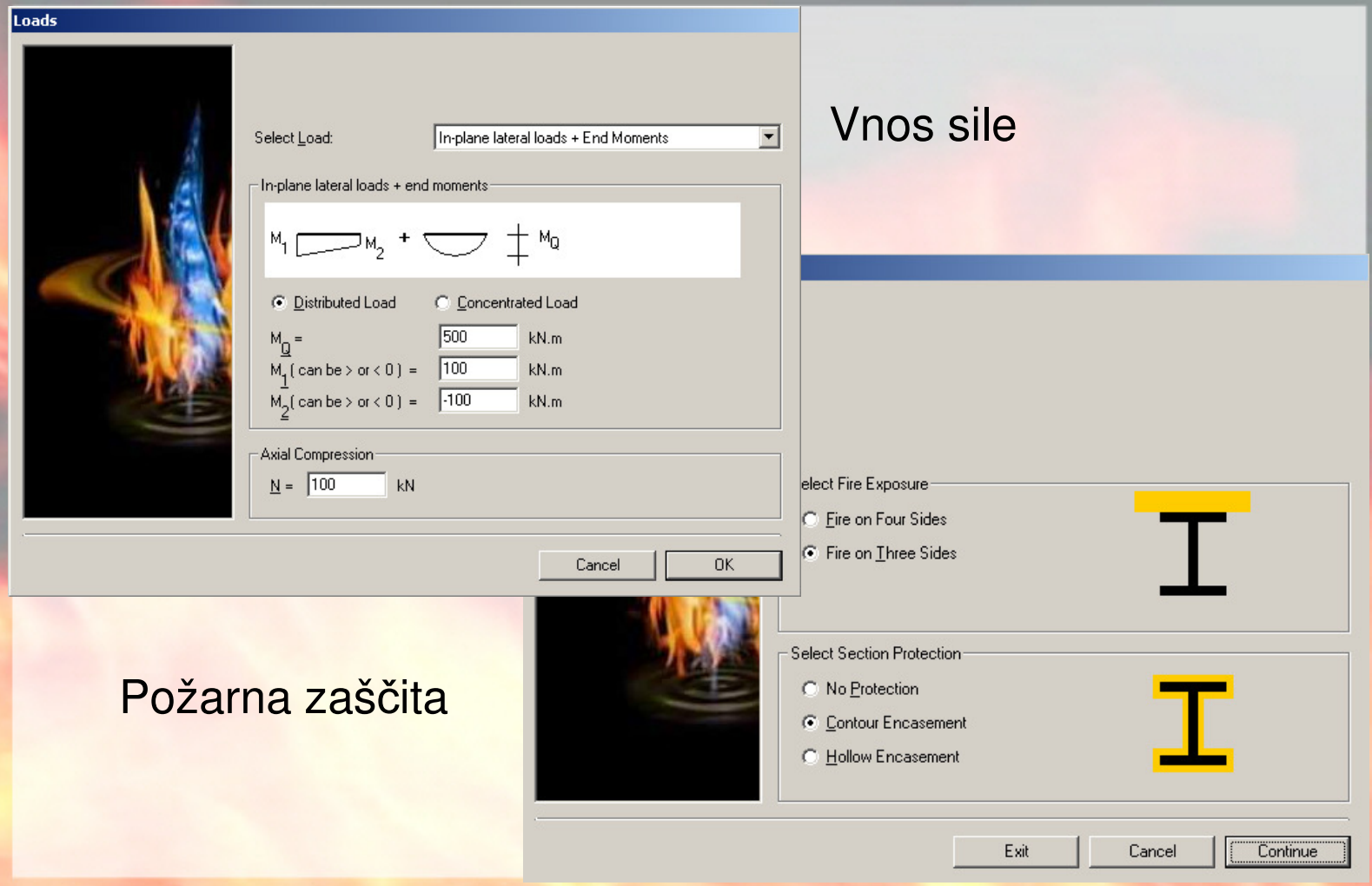
Poenostavljeni FRM - Elefir

Splošen opis programske opreme:			
Ime	Elefir		
Verzija	2.1	Leto	1998
Država	Belgija	Jezik	Angleščina
Sistem	Windows	Velikost	8 MB
Avtorji	D. Pintea, L. Mievis, G. Gustin, J. M. Franssen		
Organizacija	University of Liege		
Področje uporabe	Model požarne odpornosti (poenostavljen)		
Dostopnost	Brezplačno – www.ulg.ac.be		
Kontakt	University of Liege - www.ulg.ac.be		
Formulacija	Temelji na ENV 1993-1-2 (EC3)		
Kratek opis	Izračun požarne odpornosti enostavni odprtih prerezov .		

Elefir – Glavni meni



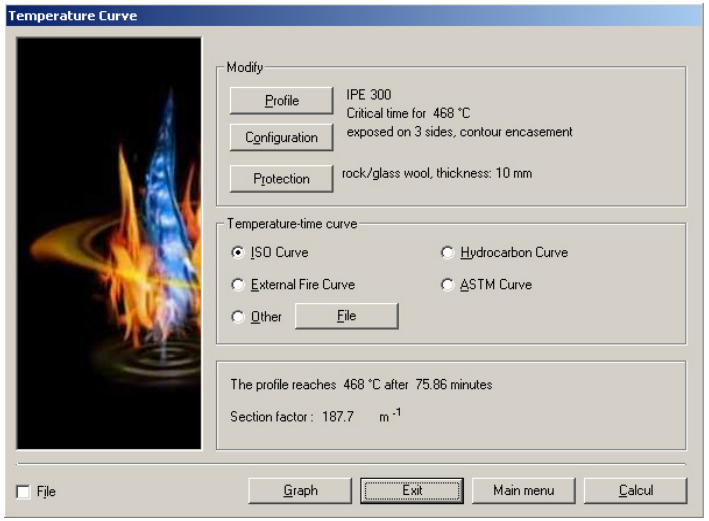
Elefir – vhodni podatki



Elefir - izhodni podatki

```
                Results Elefir

Data
----

Date : 05/08/2004
Time : 13:30:06

Calculation following ENV 1993-1-2
Time function of temperature

Type of Cross-Section : IPE
Profile : IPE 300
Area of the cross-section :  53,81  cm²
Critical Temperature : 486 °C

Exposed to Fire on 3 faces
Temperature-Time Curve : ISO Curve

Type of Protection      : Contour Encasement
==> Section factor A/V =  187.7063 m-1
Type of material        : rock/glass wool
Thickness               : 10 mm
Specific Heat           : 850 J/kg.°K
Thermal Conductivity    : 0,04 W/m.°K
Unit Mass               : 150 kg/m³
```

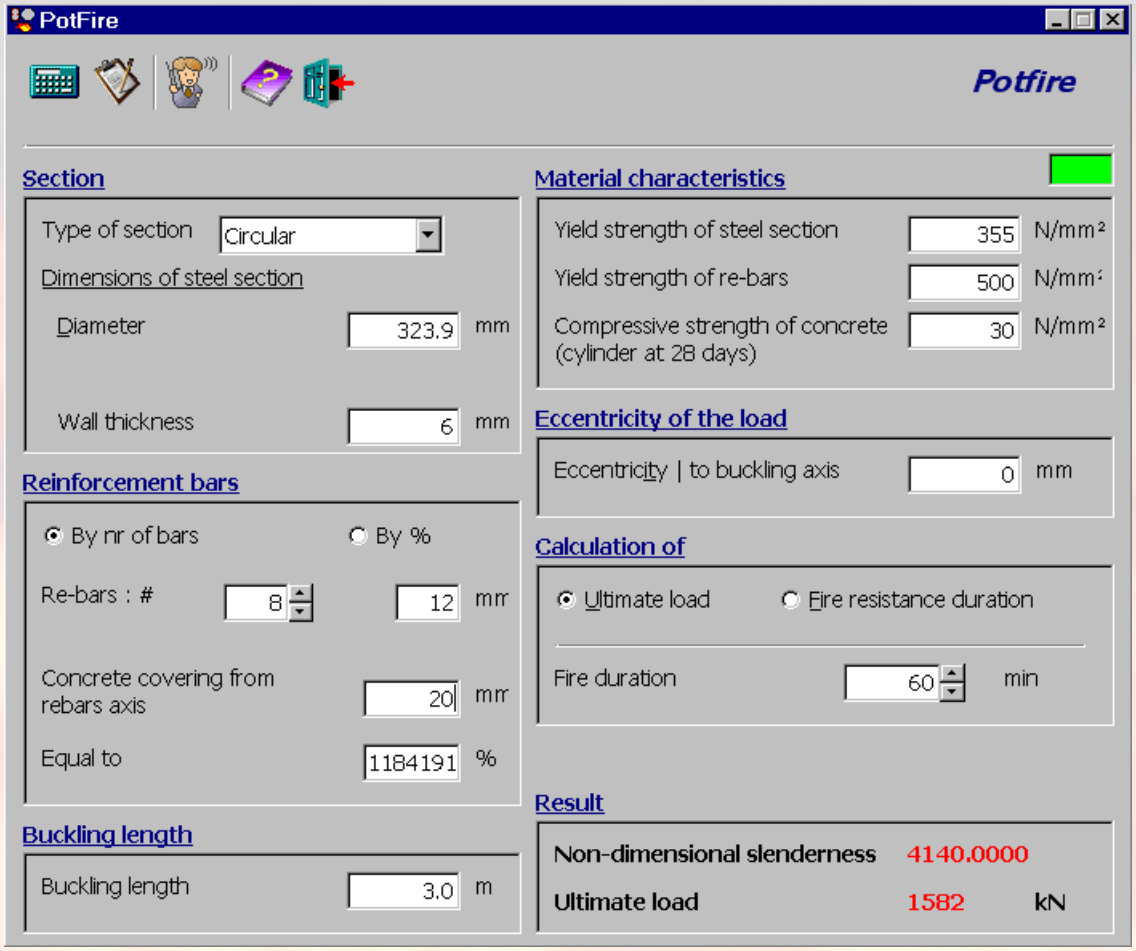
```
Results
-------

Time/Temperature evolution in the steel section calculated
by ELEFIR using relation 4.22 of ENV 1993-1-2
Time [min.] ; Temperature [°C]

0 ; 20
5 ; 43
10 ; 77
15 ; 112
20 ; 147
25 ; 181
30 ; 215
35 ; 247
40 ; 278
45 ; 308
50 ; 337
55 ; 365
60 ; 391
65 ; 416
70 ; 441
75 ; 464
79,9 ; 486
```




```
The temperature of  486 °C is obtained after  75.86 min.
```

Poenostavljen FRM - Potfire

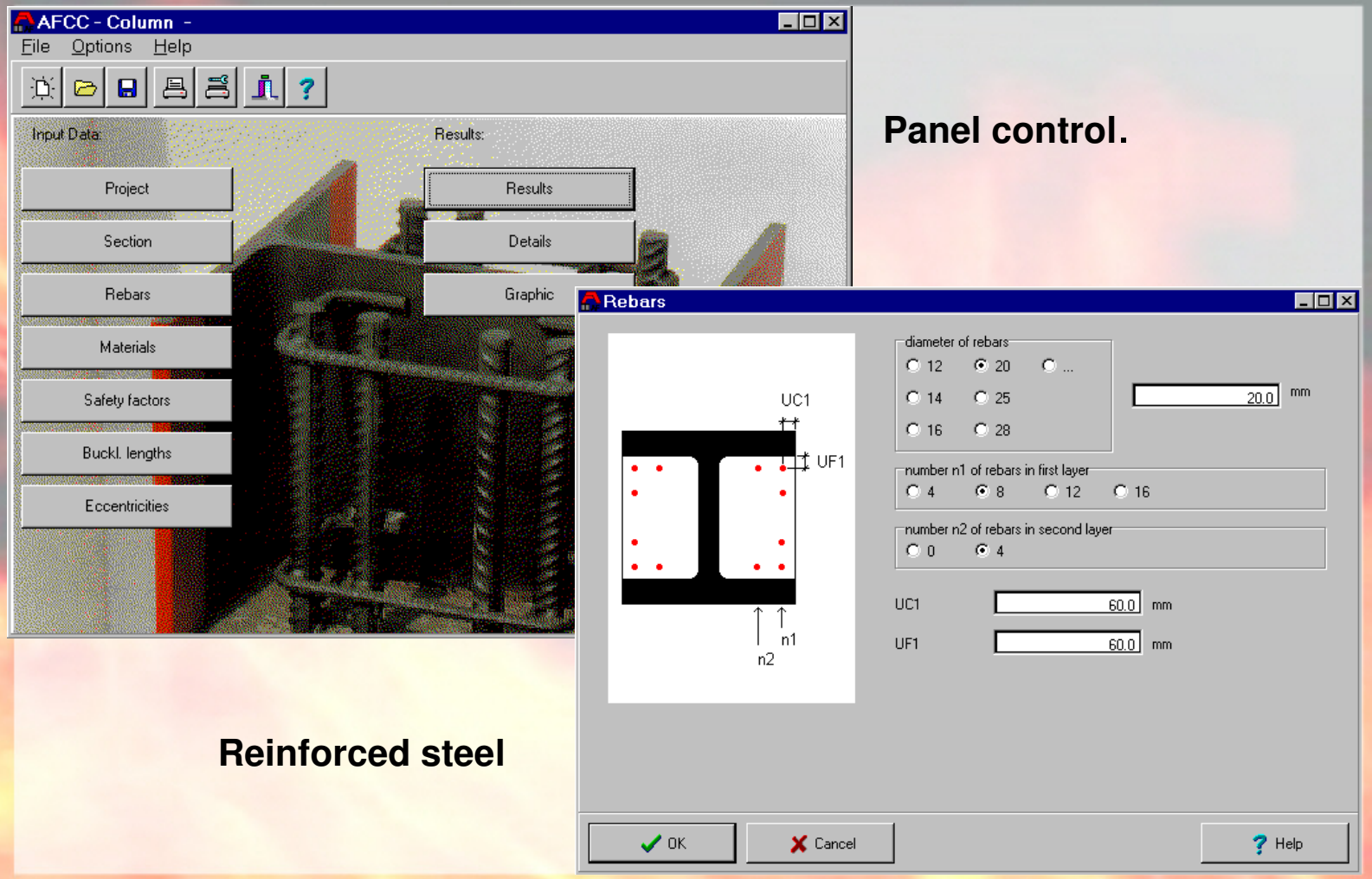
Splošen opis programske opreme:			
Ime	Potfire		
Verzija	1.11	Leto	2001
Država	Francija	Jezik	angleščina
Sistem	Windows	Velikost	15 MB
Avtorji	G. Fouquet, G. Tabet, B. Zhao, J. Kruppa		
Organizacija	CTICM, CIDECT, TNO		
Področje uporabe	Model požarne odpornosti (poenostavljen)		
Dostopnost	Prost dostop – www.cidect.org		
Kontakt	CIDECT - www.cidect.org		
Formulacija	Temelji na ENV 1994-1-2 Annex G		
Kratek opis	Požarna odpornost votlih zapolnjenih prečnih prerezov stebrov.		


PotFire
Potfire
Section
Type of section
Circular
Dimensions of steel section
Diameter
323.9
mm
Wall thickness
6
mm
Reinforcement bars
By nr of bars
By %
Re-bars : #
8
12
mm
Concrete covering from rebars axis
20
mm
Equal to
1184191
%
Buckling length
Buckling length
3.0
m
Material characteristics
Yield strength of steel section
355
N/mm²
Yield strength of re-bars
500
N/mm²
Compressive strength of concrete (cylinder at 28 days)
30
N/mm²
Eccentricity of the load
Eccentricity | to buckling axis
0
mm
Calculation of
Ultimate load
Fire resistance duration
Fire duration
60
min
Result
Non-dimensional slenderness
4140.0000
Ultimate load
1582
kN
1º
2º
3º
4º

Poenostavljen FRM - AFCC

Splošen opis programske opreme:			
Ime	AFCC		
Verzija	3.06	Leto	2004
Država	Luxembourg	Jezik	angleščina
Sistem	Windows	Velikost	2.5 MB
Avtorji	H. Colbach		
Organizacija	Arcelor LCS Research Centre		
Področje uporabe	Model požarne odpornosti (poenostavljen)		
Dostopnost	Prosto – www.sections.arcelor.com		
Kontakt	Arcelor ASC: asc.tecom@arcelor.com		
Formulacija	Temelji na ENV 1994-1-2		
Kratek opis	Požarna odpornost sovprežnih stebrov		

Vhodni podatki



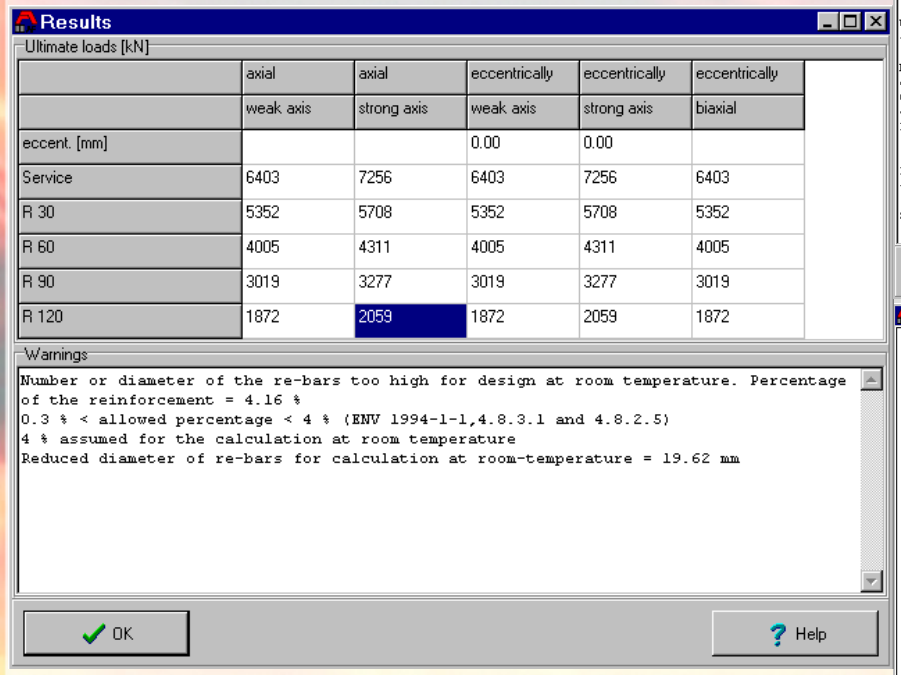
Panel control.

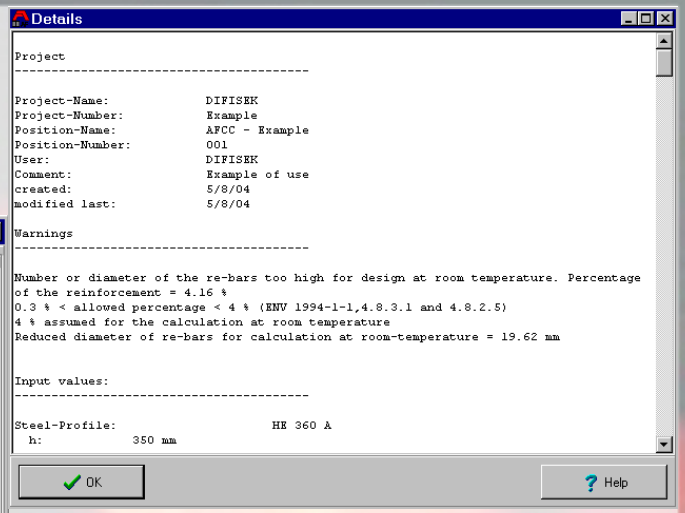
Reinforced steel

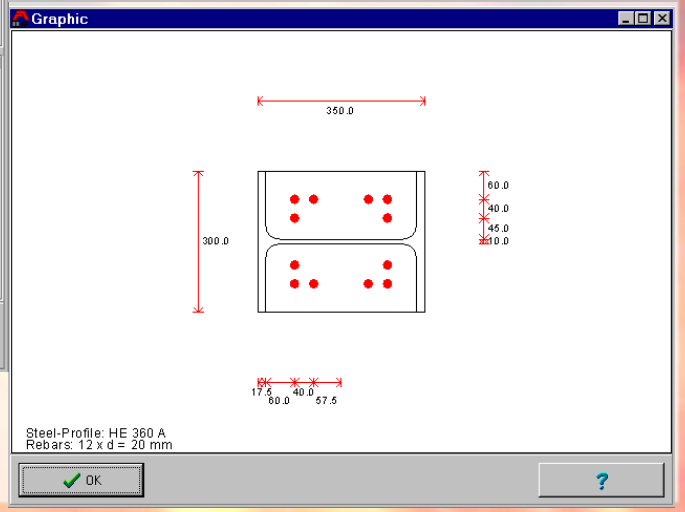
Izhodni podatki

Results

Write report





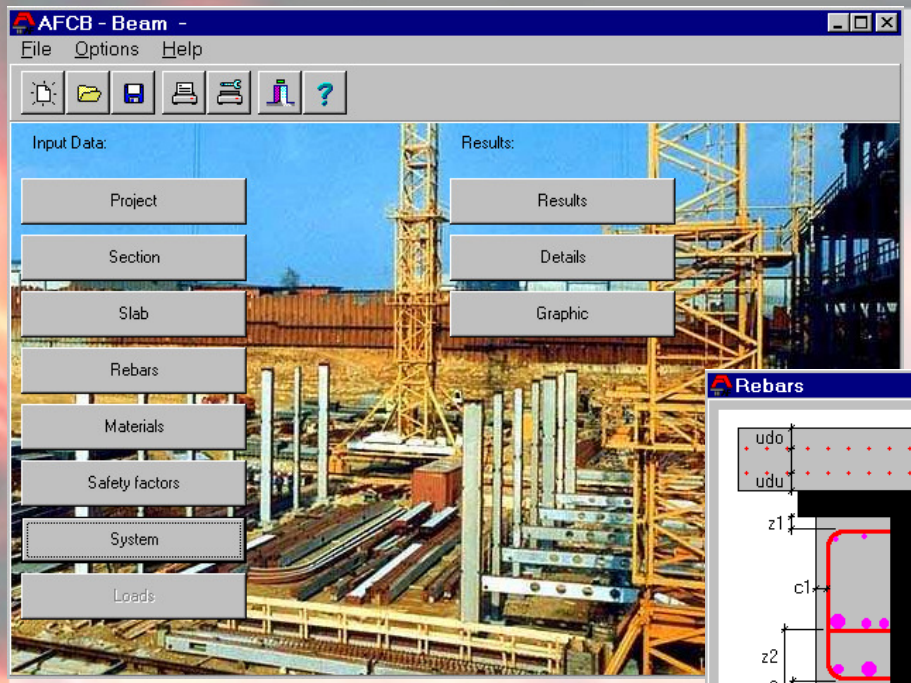


Drawing detail

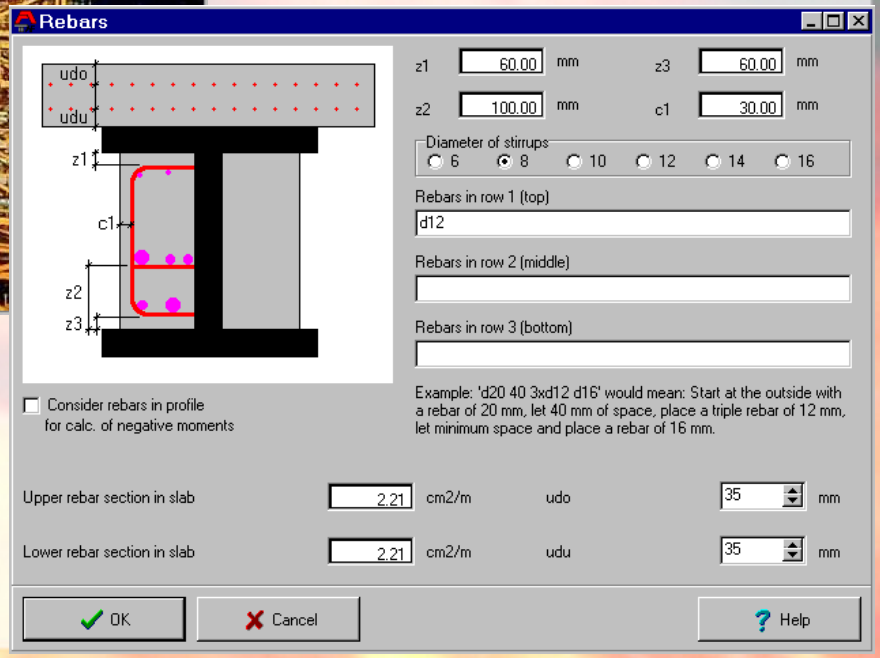
Simplified FRM - AFCB

Splošen opis programske opreme:			
Ime	AFCB		
Verzija	3.07	Leto	2004
Država	Luxembourg	Jezik	angleščina
Sistem	Windows	Velikost	3 MB
Avtorji	H. Colbach		
Organizacija	Arcelor LCS Research Centre		
Področje uporabe	Model požarne odpornosti (poenostavljen)		
Dostopnost	Free – www.sections.arcelor.com		
Kontakt	Arcelor ASC: asc.tecom@arcelor.com		
Formulacija	Temelji na ENV 1994-1-2		
Kratek opis	Požarna odpornost sovprežnih nosilcev		

AFCB – vhodni podatki



Panel control.

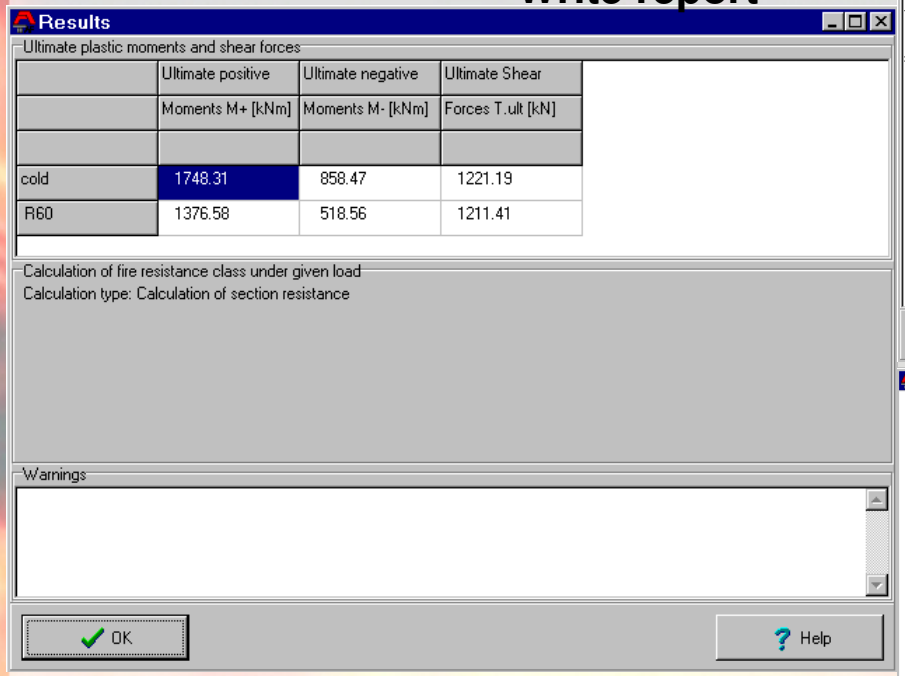


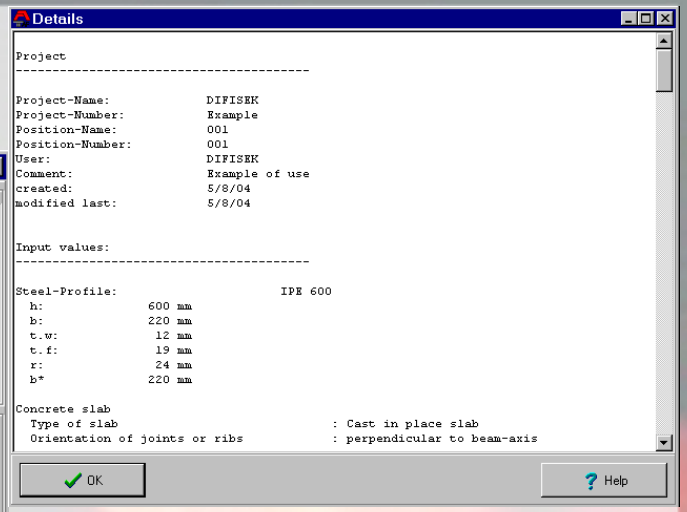
Reinforced steel

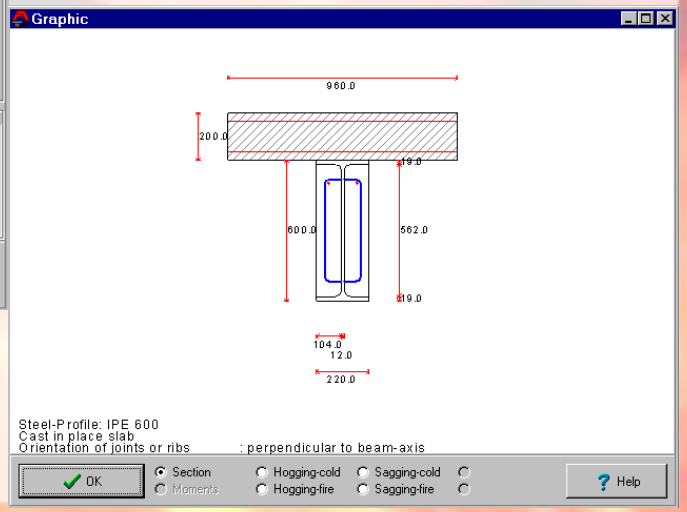
AFCB – izhodni podatki

Results

Write report







Drawing detail

Napredne metode izračuna

Napredne metode izračuna vsebujejo 3 faze:

Predprocesiranje

- Definicija modela konstrukcije (končni elementi)
- Definicija materialov (lnearni, nelinearni)
- Definicija mehanskih in termičnih vplivov ter robnih pogojev..

↓

Procesiranje – faza izračunov

↓

Postprocesiranje – izhodni podatki

Napredni FRM - Safir

Splošen opis programske opreme:			
Ime	Safir		
Verzija	9.8	Leto	2007
Država	Belgium	Jezik	angleščina
Sistem	Fortran/Visual Basic	Velikost	----
Avtorji	J. M. Franssen		
Organizacija	University of Liege		
Področje uporabe	Model požarne odpornosti (napreden)		
Dostopnost	Komercialni paket		
Kontakt	JM.Franssen@.ulg.ac.be		
Formulacija	Metoda končnih elementov		
Kratek opis	Odziv konstrukcij med požarom.		

Napredni FRM - Ansys

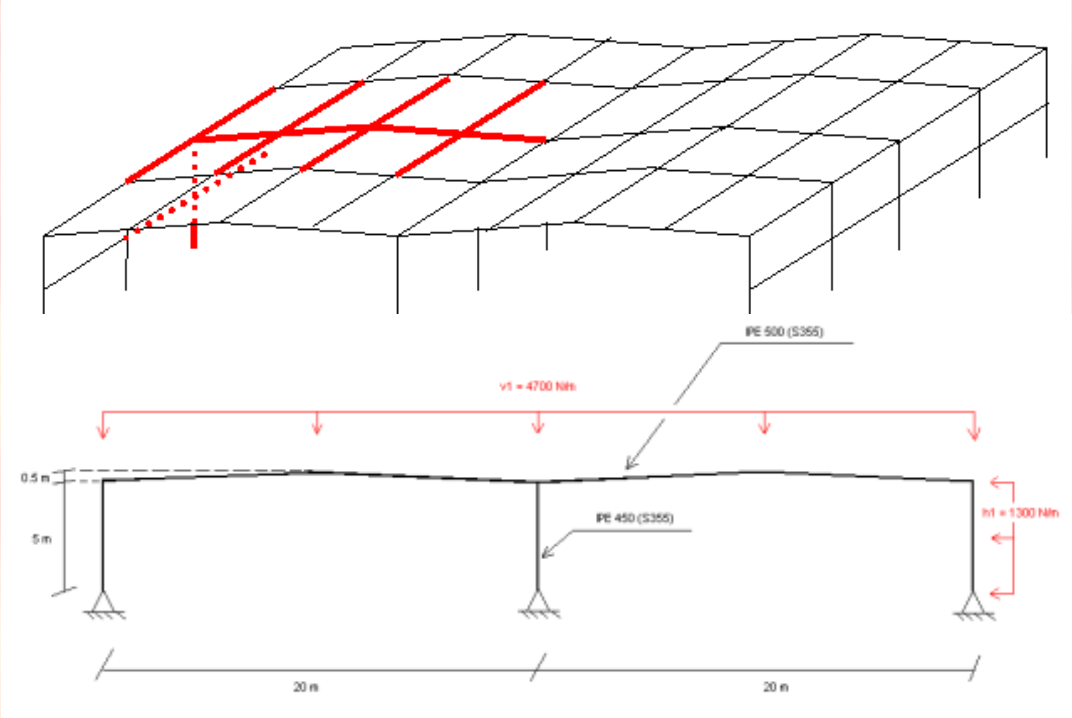
Splošen opis programske opreme:			
Ime	Ansys		
Verzija	10	Leto	2008
Država	U.S.A	Jezik	angleščina
Sistem	-----	Velikost	----
Avtorji	-----		
Organizacija	ANSYS Inc.		
Področje uporabe	Model požarne odpornosti (napreden)		
Dostopnost	Komercialni paket		
Kontakt	Ansys – www.ansys.com		
Formulacija	Metoda končnih elementov		
Kratek opis	Splošna uporaba		

Napredni FRM - Abaqus

Splošen opis programske opreme:			
Ime	Abaqus		
Verzija	6.7	Leto	2008
Država	U.S.A	Jezik	angleščina
Sistem	MS-DOS	Velikost	----
Avtorji	Hibbitt, Krlsson and Sorensen		
Organizacija	ABAQUS Inc.		
Področje uporabe	Model požarne odpornosti (napreden)		
Dostopnost	Komercialni paket		
Kontakt	Abaqus – www.abaqus.com		
Formulacija	Metoda končnih elementov		
Kratek opis	Splošna uporaba		

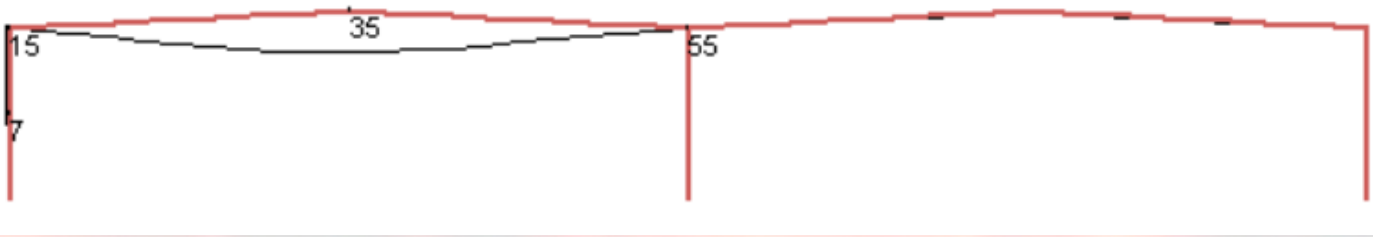
SAFIR/ANSYS/ABAQUS - Primer

Scenarij požara: požar v industrijski hali
Projektni požar: ISO krivulja
Namen: Določitev požarne odpornosti celotne konstrukcije in vpliv prizadetega dela na celotno konstrukcijo.

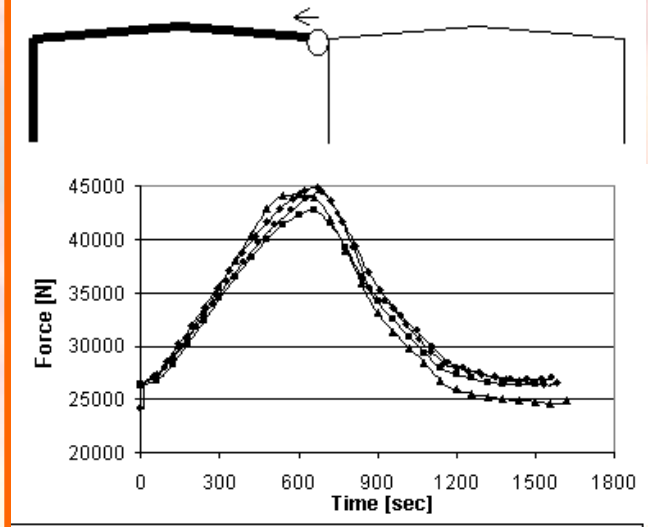


SAFIR/ANSYS/ABAQUS - Primer

2D



Deformirana oblika (statično)

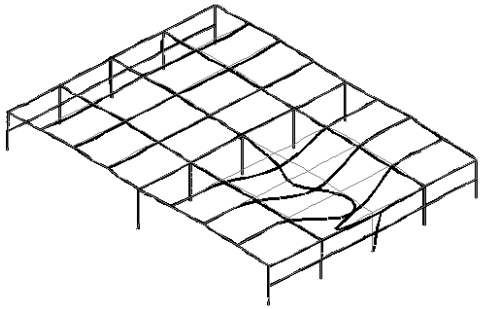


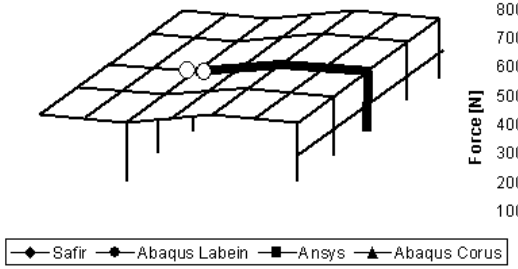
Deformirana oblika (dinamično)
Porušitev levega stebra navznoter.

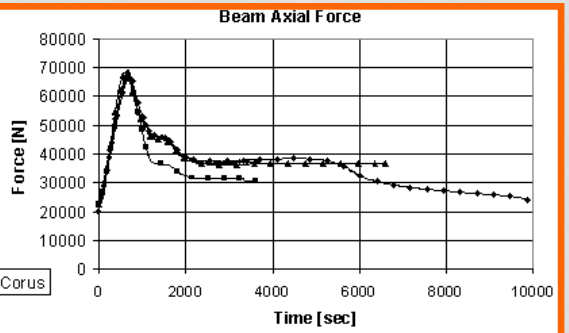
Osna sila – Vpliv ni večji kot vpliv vetra v mejnem stanju uporabnosti

SAFIR/ANSYS/ABAQUS - Primer

3D – z več kot enim okvirom, brez vročih leg

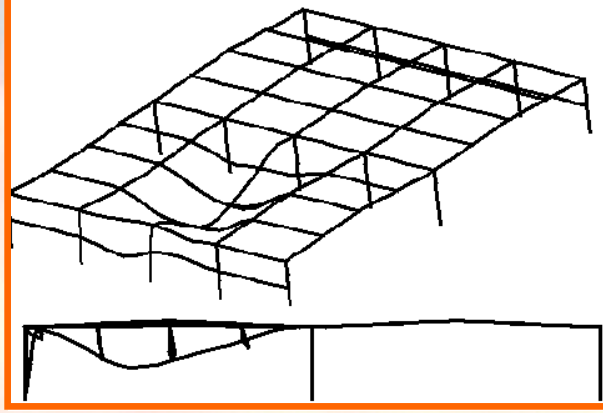


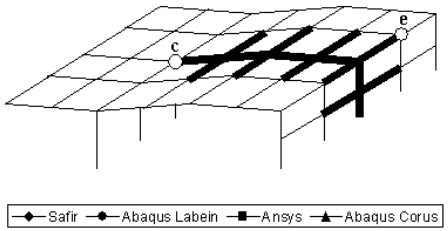


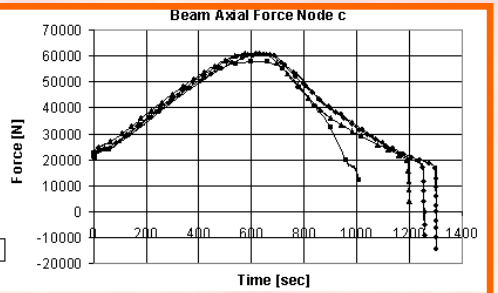


Deformirana oblika (x10) – lege podpirajo okvir

3D – z več kot enim okvirom in z vročimi legami



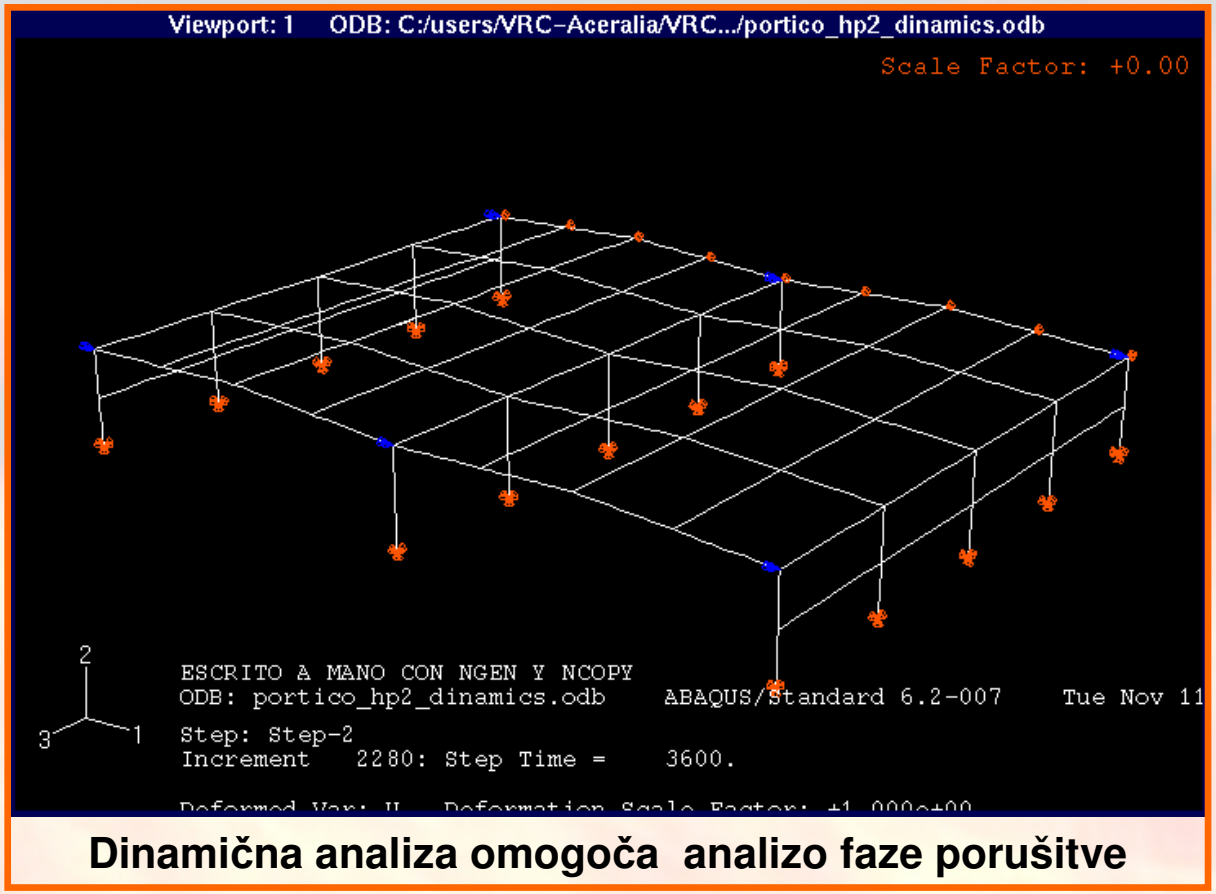




Deformirana oblika brez faktorja povečanja
Osna sila

SAFIR/ANSYS/ABAQUS - Primer

3D - z več kot enim okvirom in z vročimi legami (dinamično)



Dinamična analiza omogoča analizo faze porušitve

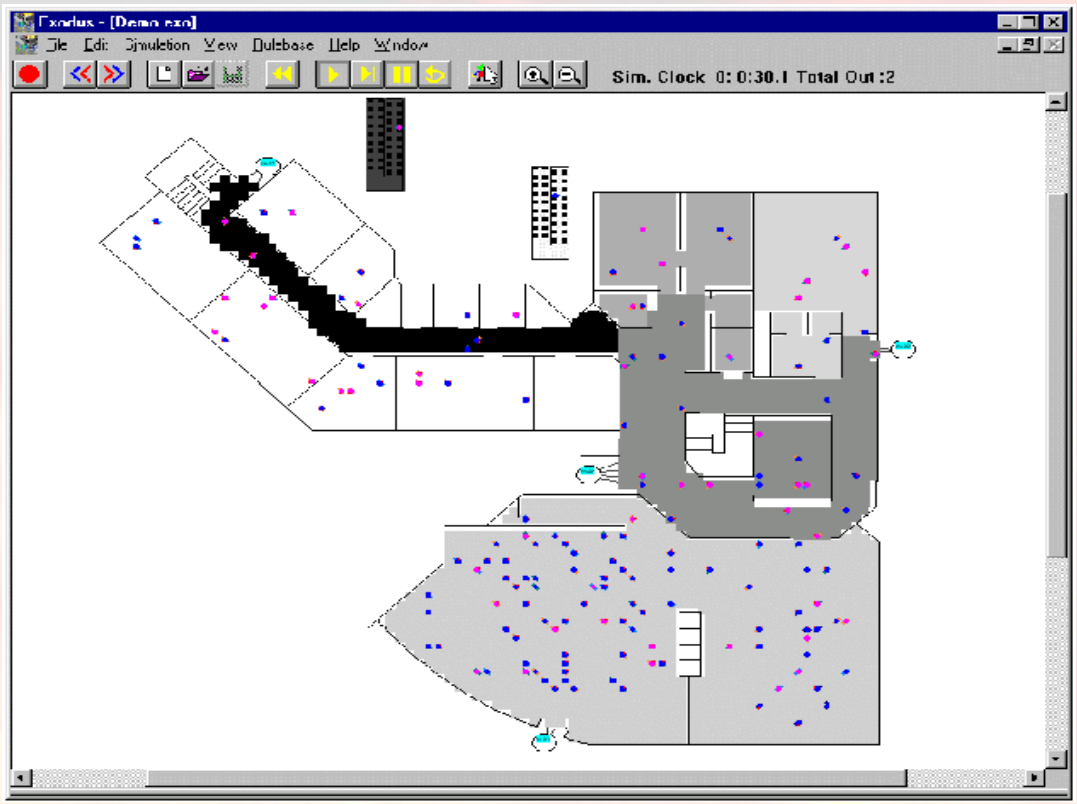
Modeli evakuacije in odziva detektorjev

Model evakuacije - Exodus

Splošen opis programske opreme:			
Ime	Exodus		
Verzija	4.0	Leto	2004
Država	England	Jezik	angleščina
Sistem	Windows	Velikost	-----
Avtorji	E. Galea, St. Gwyne, S. Blake, L. Filippidis		
Organizacija	University of Greenwich		
Področje uporabe	Model evakuacije		
Dostopnost	Komercialni paket – www.fseg.gre.ac.uk		
Kontakt	E.R.Galea@greenwich.ac.uk		
Formulacija	-----		
Kratek opis	Model evakuacije, ki temelji na obnašanju ljudi		

Model evakuacije - EXODUS

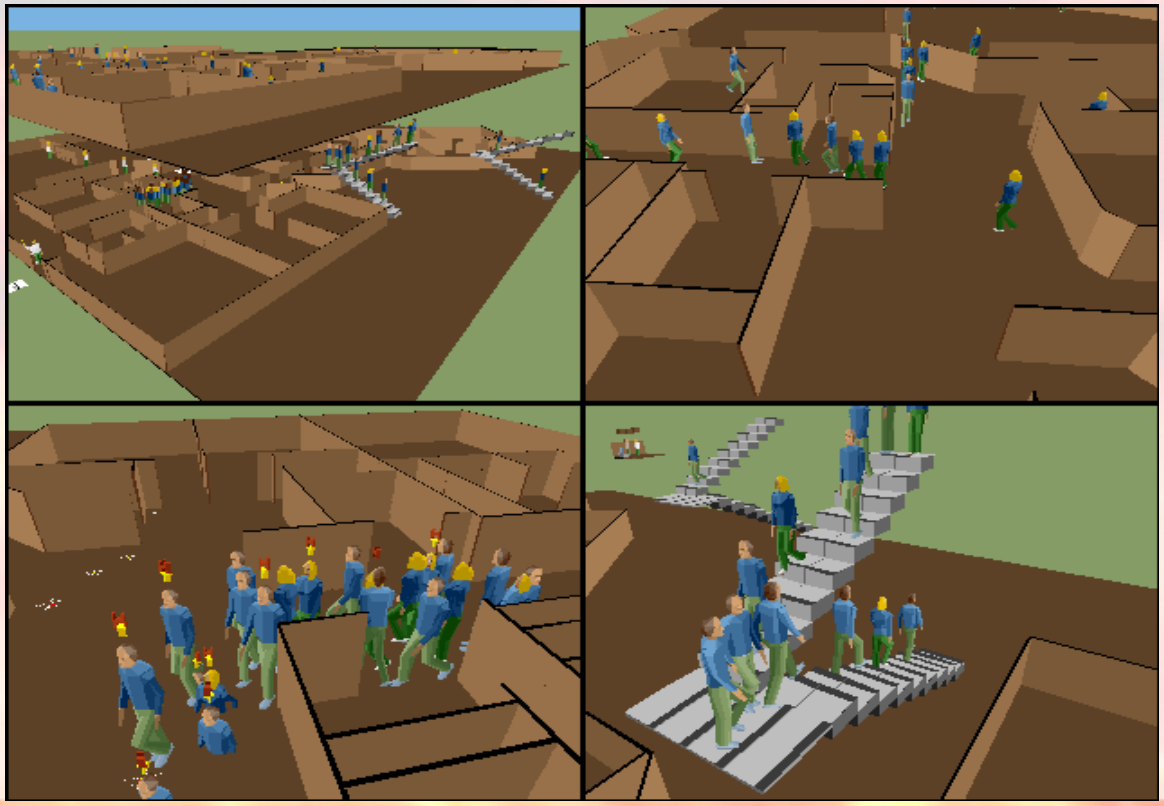
Simulacija uporabniku omogoča oceno nivoja varnosti med evakuacijo.



Model evakuacije - EXODUS

Rezultati:

Simulacijo je mogoče predstaviti z orodjem za grafični prikaz VR-EXODUS.



Model odziva detektorjev - Jet

Splošen opis programske opreme:			
Ime	Jet		
Verzija	1.0	Leto	1999
Država	U.S.A	Jezik	angleščina
Sistem	Windows	Velikost	4 MB
Avtorji	W. D. Davids		
Organizacija	NIST (National Institute of Standards and Technology)		
Področje uporabe	Model odziva detektorjev		
Dostopnost	Free – www.fire.nist.gov		
Kontakt	NIST - www.fire.nist.gov		
Formulacija	Conski model, ki temelji na kodi LAVENT. Algoritem za središčno temperturno. Algoritem za sprinker system v odvisnosti od globine plasti dima.		
Kratek opis	Odziv sistema sprinklerjev – čas do aktivacije.		

Jet – glavni meni