

**2014-2015**

Master, anul II:

Reabilitarea și Creșterea Siguranței Construcțiilor, Inginerie Structurală, Ingineria Clădirilor

# **Modelarea comportamentului și deplasării umane în situații de incendiu**

**- analiză CFD (Computational Fluid Dynamics) -**

drd. ing. Zeno Grigoraș



Universitatea Tehnică  
„Gh. Asachi”, Iași

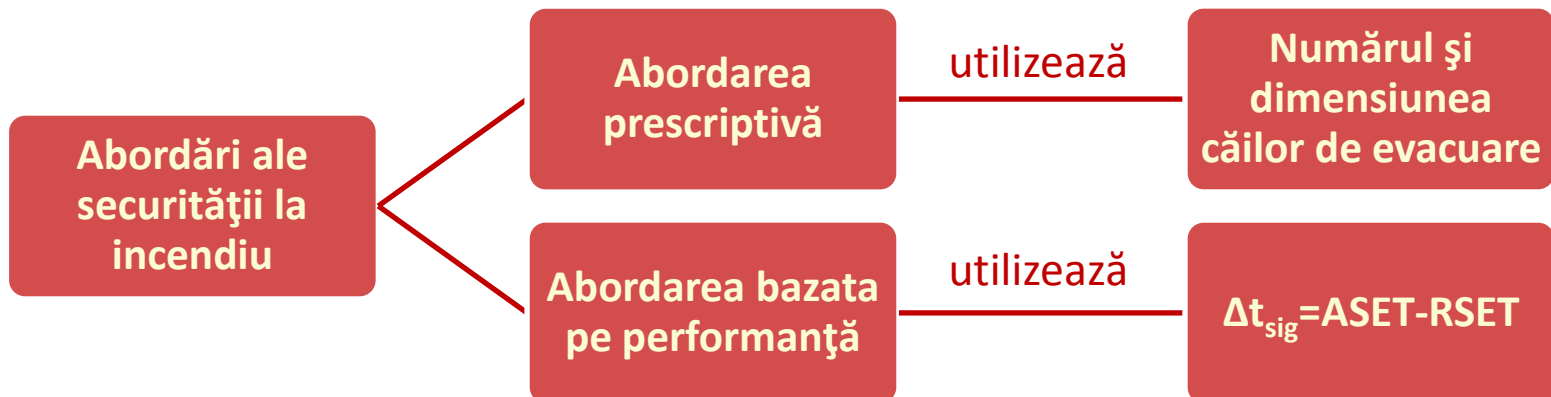


Facultatea de Construcții  
și Instalații

# Generalități

Incendiile reprezintă calamitatea naturală care produc cele mai mari pierderi de vieți omenești și pierderi materiale.

Pentru proiectarea clădirilor, securitatea la incendiu reprezintă a două cerință esențială conform legislației europene cât și celei românești.

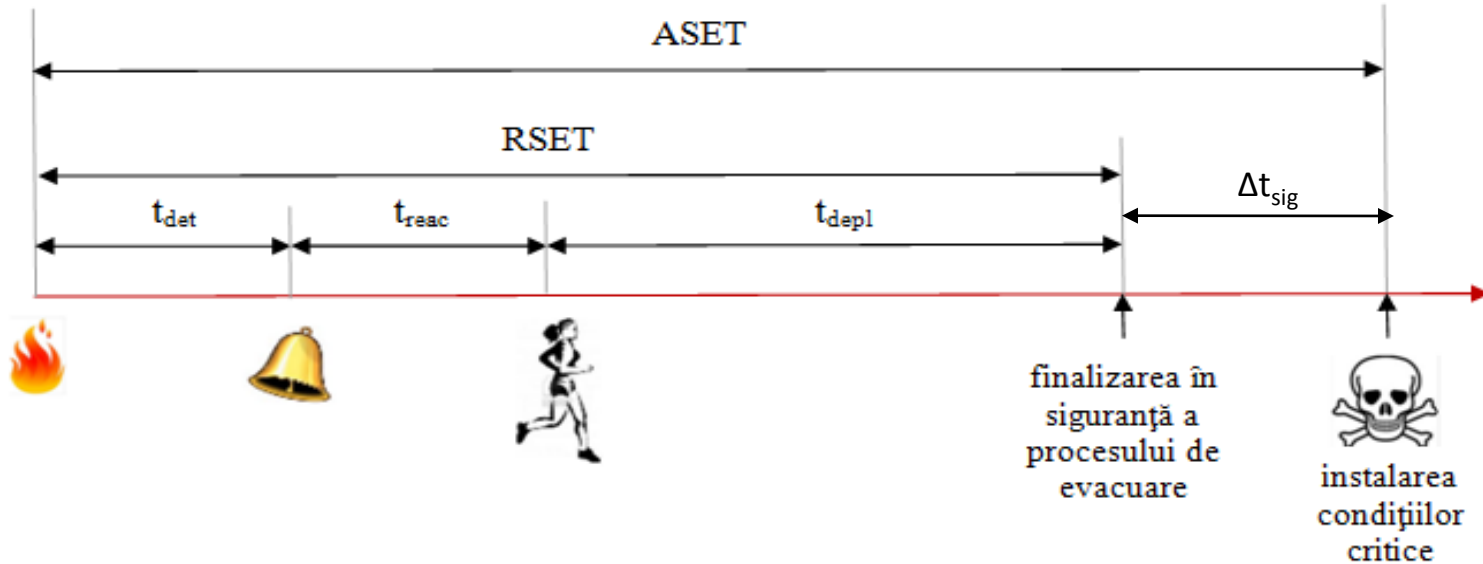


# Abordarea prescriptivă

- Majoritatea normativelor de proiectare utilizate în întreaga lume sunt prescriptive și își au “rădăcinile” în sec. al XIX-lea când marile incendii au “impus” elaborarea normelor de proiectare.
- Aceste norme au fost realizate fără o evaluare eficientă a modului de adecvare sau de conflict cu alte norme sau tendințe în arhitectură/construcții.
- S-au elaborat normative bazate pe experiența și nu pe știință.
- În general normativelor prescriptive utilizează:
  - numărul căilor de evacuare + lungimea și lățimea acestora;
  - timpul maxim de evacuare;
  - măsuri pentru menținerea căilor de evacuare disponibile și sigure.

# Abordarea bazată pe performanță

**ASET > RSET**



ASET (eng.) - Available Safe Escape Time – timpul necesar instalării condițiilor critice

RSET (eng.) - Required Safe Escape Time – timpul necesar evacuării în siguranță

$t_{det}$  – timpul de detecție

$t_{reac}$  – timpul de reacție

$t_{depl}$  – timpul de deplasare

# Instrumentul cercetării

**NIST**

## **FDS (Fire Dynamics Simulator):**

- dezvoltat de către National Institute of Standards and Technology of U.S.A. (NIST);
- teoria dinamicii fluidelor;
- ecuații Navier-Stokes pentru viteză redusă ( $< 0.3$  Mach aprox. 380 km/h);
- metoda volumelor finite;

## **FDS+Evac:**

- modulul de evacuare umană;



## **PyroSim**

- pre-procesor grafic pentru generarea fișierelor fds;



## **SmokeView:**

- post-procesor pentru vizualizarea rezultatelor;

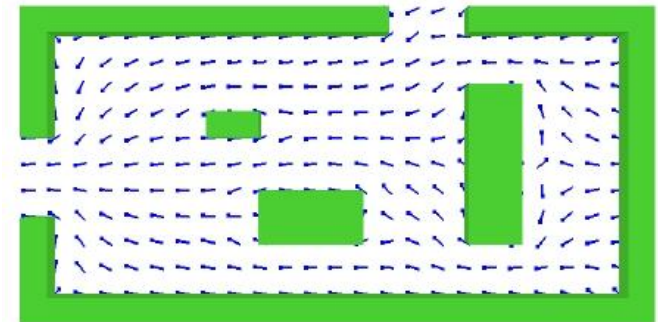
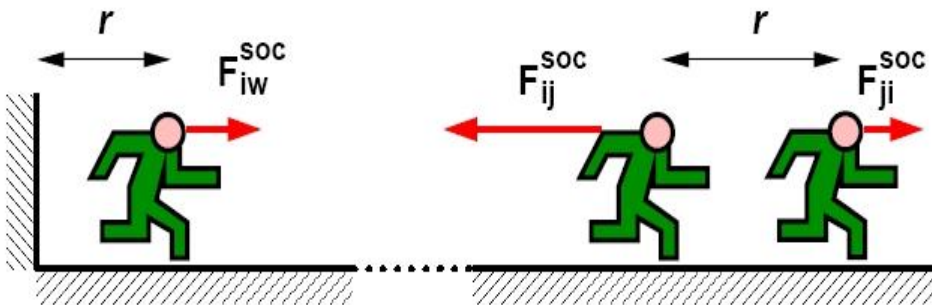
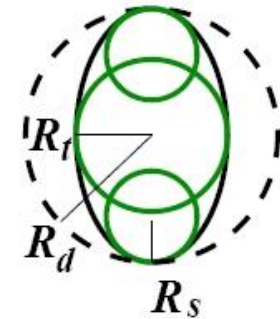
# FDS+EVAC

- dezvoltat de către Technical Research Centre of Finland (VTT) ;
- comportamentul uman – modelul social Helbing;
- unealtă necesară pentru luarea deciziilor potrivite cu privire la structura clădirii și proiectarea sistemului de protecție la incendii;
- bazat pe aparatul matematic complex al ingineriei securității la incendiu;
- utilizat pentru:
  - analiza și îmbunătățirea performanței la incendiu a construcțiilor (aflate atât în faza de proiectare cât și de exploatare);
  - reconstituirea și investigarea incendiilor;
  - optimizarea procesului evacuării persoanelor;
  - simularea exercițiilor de evacuare desfășurate periodic;
  - verificarea și îmbunătățirea eficienței planurilor de evacuare din clădiri;

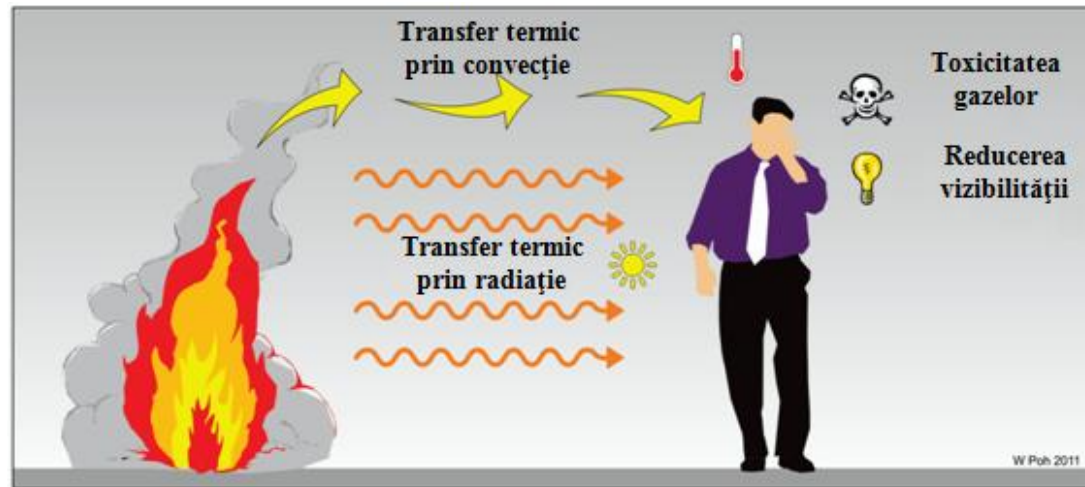


# Baze teoretice: modelul deplasării umane

- algoritmul de deplasare are implementat modelul Helbing modificat de Longston („forță socială“  $F^{\text{soc}}$  );
- persoană = agent → ecuație de mișcare individuală → proprietăți și strategii de evacuare proprii (momente/forțe de contact și psihologice);
- agenții se deplasează în geometrii 2D;
- mărimea unui agent este reprezentată de 3 cercuri;
- mulțime de oameni = fluid incompresibil, bidimensional;
- mișcarea agenților = curgerea unui fluid provocată de către un ventilator;



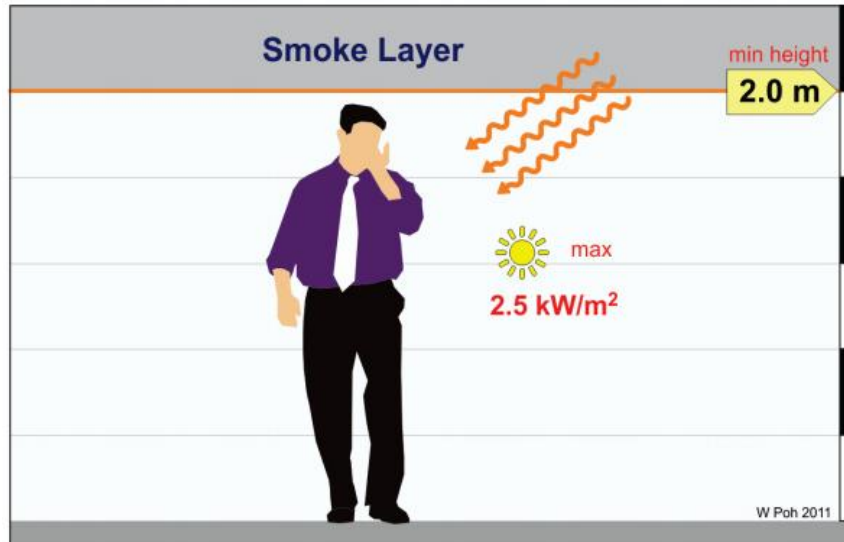
# Baze teoretice: interacțiunea incendiu-agenți



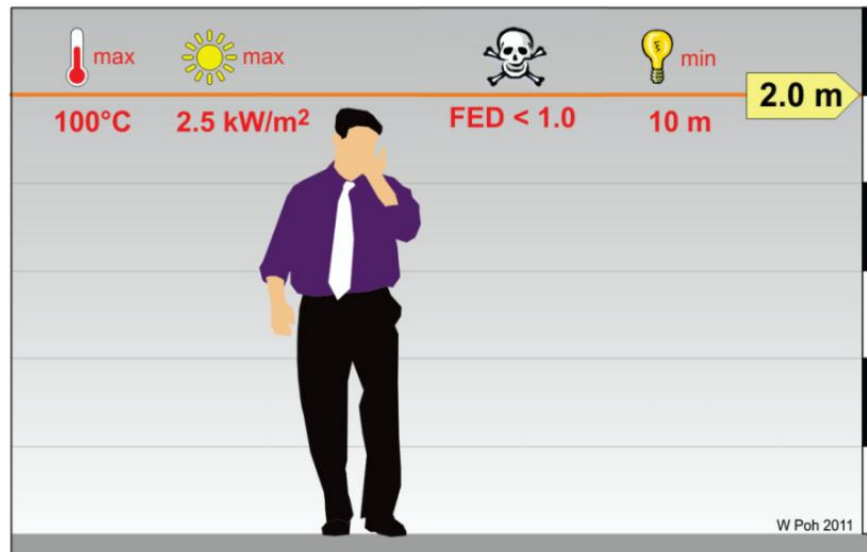
- acces direct la proprietățile incendiului (temperatură, vizibilitate, niveluri de radiație, concentrație de gaze toxice, etc.);
- selectarea ieșirilor este modelată ca o problemă de optimizare a timpului de evacuare;
- algoritmul de selectare a ieșirilor folosește: densitatea fumului pentru calculul vizibilității și efectele toxice ale gazelor (FED);
- FED (Fractional Effective Dose):  $FED_{tot} = (FED_{CO} + FED_{CN} + FED_{NO_x} + FLD_{irr}) \times HV_{CO_2} + FED_{O_2}$
- $FED < 1$  mediu neletal pentru adulți (copii  $< 0.3$ );



# Condiții critice

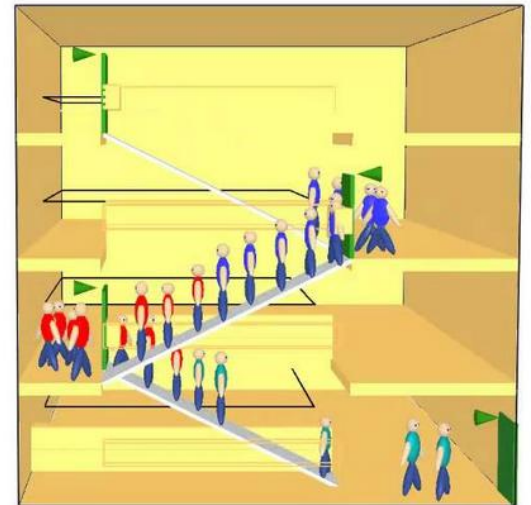
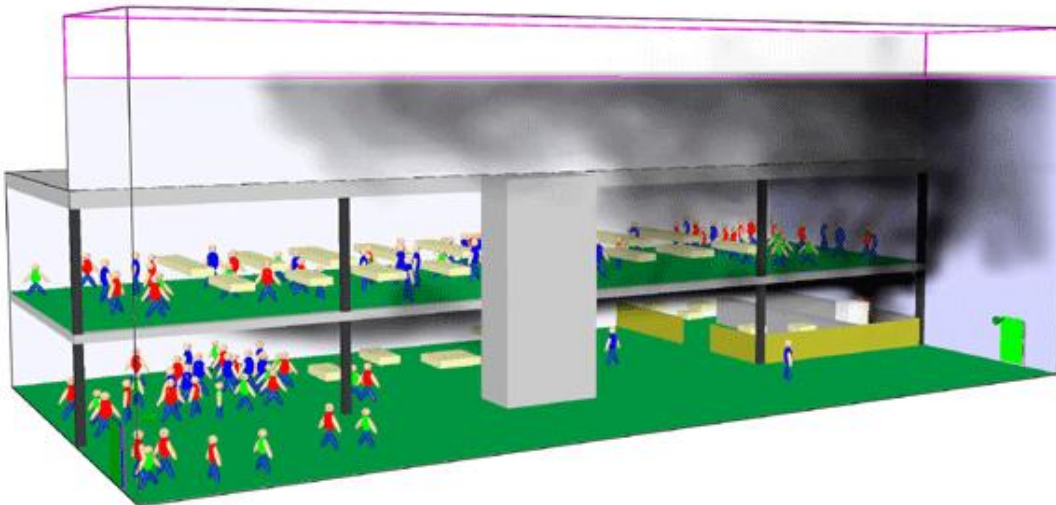
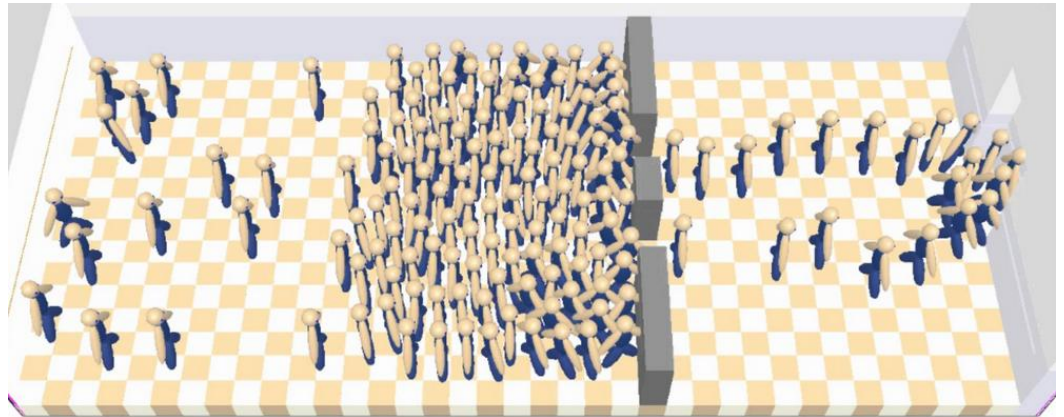
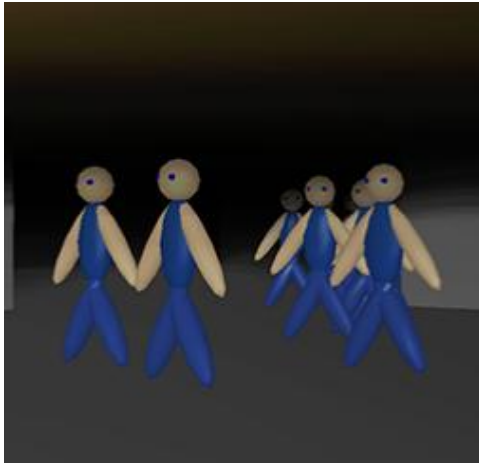


Fără expunere  
directă la fum



Expunere la fum

# FDS+EVAC



# Proiect “Pluri și interdisciplinaritate”



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Fondul Social European  
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale  
2007-2013



MINISTERUL  
EDUCAȚIEI  
NAȚIONALE

OIPOSDRU



ICCV

**Investește în oameni!**

**Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013**

**Axa prioritară nr.1 „Educația și formarea în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere”**

**Domeniul Major de Intervenție 1.5 „Programe doctorale și post-doctorale în sprijinul cercetării”**

**Titlul Proiectului:** Pluri și interdisciplinaritate în programe doctorale și postdoctorale

**Cod Proiect:** POSDRU/159/1.5/S/141086

**Beneficiar:** Institutul de Cercetare a Calității Vieții, Academia Română

Această lucrare este elaborată și publicată sub auspiciile Institutului de Cercetare a Calității Vieții, Academia Română ca parte din proiectul co-finanțat de Uniunea Europeană prin Programului Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013 în cadrul proiectului Pluri și interdisciplinaritate în programe doctorale și postdoctorale Cod Proiect POSDRU/159/1.5/S/141086