



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2012

## **SIMULARE 3D A UNEI SITUAȚII DE INCENDIU LA METROUL BUCUREȘTEAN**

Cătălin NETCU, Valeriu PANAITESCU,  
Constantin POPA, Ion ANGHEL

### **3D SIMULATION OF A FIRE IN SITUATION IN BUCHAREST SUBWAY**

The article presents the work of the authors concerning the 3D fire simulation at a subway metro station in Bucharest, Romania. The subject is very important, as in such a real case of fire in subway stations, large number of casualties can occur.

Cuvinte cheie: 3D simulare, metrou, foc, simulare de incendiu  
Keywords: 3D simulation, subway fire, fire simulation

#### **1. Introducere**

Se cunoaște faptul că având în vedere dezvoltarea orașelor, transportul în acestea este greu de efectuat. Din acest motiv, metroul reprezintă o alternativă bună la transportul de suprafață. Prin urmare, mai ales la orele de vârf, cel puțin în metroul bucureștean, întâlnim mase mari de oameni. Istoria recentă a ultimilor ani prezintă o mulțime de incendii la metroul bucureștean, din fericire nu de mare amploare.

Ținând cont însă de situația internațională și de unele tensiuni ce pot apare, putem să ne întâlnim cu situația incendiarii voite a anumitor elemente combustibile în stațiile de metrou sau în vagoane, cu scopuri aferente de obicei atacurilor teroriste. În cele ce urmează se presupune un astfel de scenariu, în care două pachete combustibile sunt aprinse pe peronul unei stații de metrou din București.

## **2. Scenariul de incendiu**

După cum s-a precizat mai sus, se presupune că într-o stație importantă din metroul bucureștean la o oră de vârf, sunt aprinse două colete pe peron, în colțuri opuse. Prin ardere, coletele degajă fum toxic. În scurt timp, temperaturile și nivelurile de fum cresc. Articolul se ocupă de evoluția propriu-zisă a incendiului și mai puțin de alte implicații cum ar fi evacuarea și intervenția propriu-zisă pentru stingere.

## **3. Programele folosite pentru efectuarea simulării**

Programul Fire Dynamic Simulator (FDS) dezvoltat de NIST (National Institute of Standards and Technology – Institutul Național de Standarde și Tehnologii din SUA) folosește limbajul de înaltă definiție Fortran 90 pentru a rezolva ecuațiile ce guvernează dinamica fluidelor. Smokeview este un program însoțitor scris în C/OpenGl ce produce imagini și animații ale rezultatelor obținute.

Programul Pyrosim reprezintă o platformă pentru utilizarea FDS, foarte folositoare pentru specialiștii în securitate la incendiu, oferindu-le acestora din urmă date susținute matematic, cu privire la calitățile și cantitățile asociate de obicei unui incendiu:

- temperaturi (ale aerului, ale suprafețelor);
- concentrații (de oxigen, de gaze de ardere, de fum);
- vizibilitate, strâns legată de cantitatea de fum;
- presiuni (ale diferitelor spații, presiuni exercitate de diferite surse tip ventilator etc.);
- câmpuri de temperatură, presiune și alte elemente.

## **4. Etapele de lucru**

Etapele de lucru pentru efectuarea simulării sunt următoarele:

a) alegerea stației de metrou; b) desenarea acesteia în programul Pyrosim, cu dimensiunile relative implementate în geometria 3D; c) stabilirea scenariului și a tuturor datelor de intrare; d) rularea simulării; e) obținerea și interpretarea rezultatelor; f) redactarea concluziilor.

## **5. Desfășurarea etapelor**

### **5.1. Desenarea geometriei stației în programul de simulare**

Desenarea geometriei în programul Pyrosim se face simplu, din acest punct de vedere programul asemănându-se cu majoritatea

programelor de tip CAD. Imaginea 3D a stației de metrou, după proiectare, este conform figurii 1.

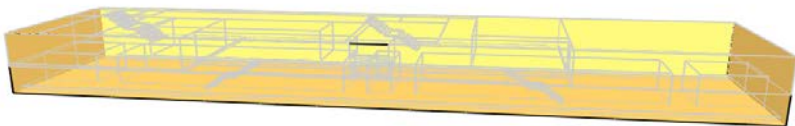
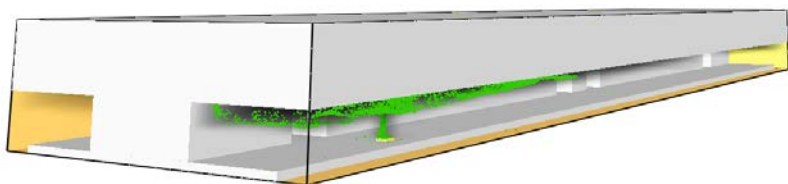


Fig. 1 Imaginea 3D a stației de metrou supusă simulării de incendiu

Ca date generale cu privire la geometrie, pot fi prezentate următoarele: Domeniul de 120 m lungime, 30 lățime și 12 m înălțime; 2 scări de la nivelul peronului, trei scări de la nivelul intermediar la nivelul solului; Dimensiunea celulelor de calcul (x,y,z) – 0,5 m x 0,5 m x 0,25 m, total 691 299 de celule.



Frame: 325  
Time: 97.2

Fig. 2 Vizualizarea incendiului la stația de metrou

Figura 2 prezintă o vizualizare a incendiului, de data aceasta părțile solide ale stației se văd așa cum sunt ele, fiind dezactivată opțiunea „vizualizare prin linii”. Se observă că pentru o vizualizare ușoară a fumului, s-a ales o culoare a fumului, verde fosforescent.

Se presupune că în colete, pe lângă fumul clasic, există și un compus volatil toxic, destinat otrăvirii persoanelor, prin inhalare.

## 5.2. Evoluția simulării

Simularea a durat 200 de secunde, timp în care se poate vedea cum evoluează stratul de fum (figurile 3, 4 și 5).



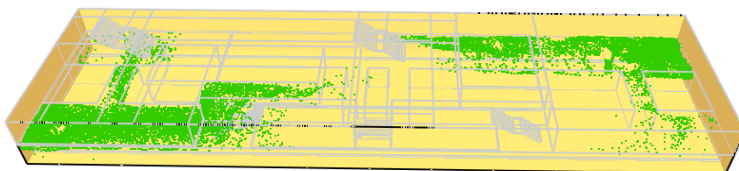
Frame: 100  
Time: 30.0

Fig. 3 Vizualizarea fumului la 30 secunde de la aprindere



Frame: 200  
Time: 60.0

Fig. 4 Vizualizarea fumului la 60 secunde de la aprindere



Frame: 617  
Time: 185.1

Fig. 5 Difuzia fumului la 180 secunde

### 5.3 Rezultate cu privire la concentrația de oxigen

În program s-au introdus două cititoare care monitorizează concentrația de oxigen, în puncte din apropierea scărilor de evacuare, la nivelul căilor respiratorii superioare (capului) unei persoane adulte.

Datele obținute de la cele două cititoare sunt prezentate în figurile 6 și 7.

## 6. Concluzii

Atacurile teroriste reprezintă astăzi mai mult decât oricând, o amenințare serioasă la adresa sănătății și integrității persoanelor.

Metroul reprezintă o posibilă țintă pentru astfel de atacuri, iar incendiile provocate ar putea fi poate cea mai ușoară metodă de impunere a terorii.

Articolul prezintă câteva idei generale referitoare la această situație de incendiere voită, idei dublate de o simulare 3D computerizată.

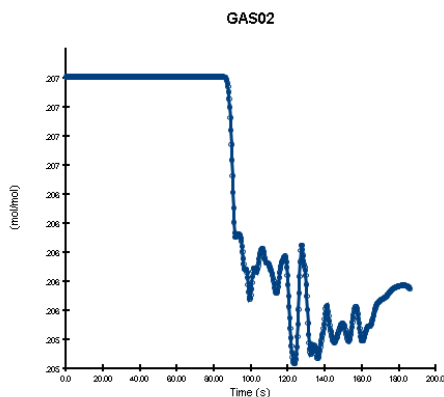


Fig. 6 Concentrația nivelului de oxigen la nivelul cititorului 1

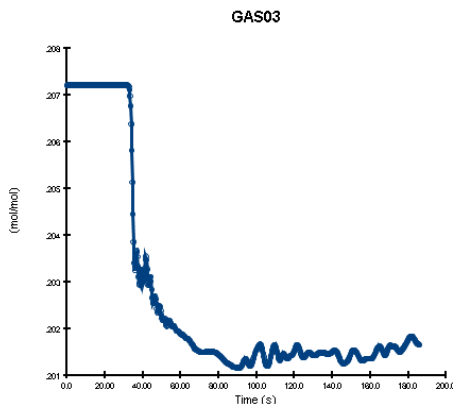


Fig. 7 Concentrația nivelului de oxigen la nivelul cititorului 2

Din simulare reiese că în mai puțin de 200 de secunde de la aprinderea celor două colete, fumul devine dens și aerul irespirabil. Prin urmare, se impune o evacuare corespunzătoare și o intervenție în forță pentru stingere, care să se bazeze în primul rând pe securitatea celor care intervin, prin utilizarea aparatelor de respirat.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Anghel, I., Zoicaș, C., Popa, C., Netcu, C., *Utilizarea modelării dinamice 3D pentru planificarea acțiunilor de răspuns la evenimente CBRN în construcții publice subterane* — lucrare susținută la a III – a ediție a Conferinței Naționale de Medicină de Urgență și Salvări în Situații Speciale „Search and Rescue SARTISS 2011” 9-11 Noiembrie , publicată în Jurnalul de Medicină de Urgență și Salvări în Situații Speciale, supliment nr.1/ 2011 ISSN 2066-0278 pag 15-17, 2011.
- [2] Susan, O., Popa, C., Țuleanu, C., Panaitescu, V.N., *Experimental research on the formation of hot smoke and gases in a burning enclosure and on their flow through the ventilation openings* – U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 73, Iss. 3, pag 251-260, 2011 ISSN 1454-2358/ B+.
- [3] Neacșa, F., Anghel, I., Popa, C., Trofin, A., *The modelling of fire effects on the environment* – anelele universității Tibiscus din Timișoara, volumul XVI / 2010, seria științe economice, pag. 758-765, Editura Mirton Timișoara, 2010, ISSN 1582-6333. – B+.
- [4] Popa, C., Munteanu, A., *Efectele nocive ale incendiilor asupra oamenilor*, Știință și Inginerie, vol. 17, pag. 111-118, Editura AGIR, București, 2010, ISSN 2067-7138.
- [5] Popa, C., Panaitescu, V.N., Anghel, I., *Calculul temperaturii și a densității de radiație în cazul incendiilor*, Știință și Inginerie, vol. 17, pag. 381-388, Editura AGIR, București, 2010, ISSN 2067-7138.
- [6] Susan, O., Popa, C., Țuleanu, C., Panaitescu, V., *Flashover and fire analysis* – a VI-a conferință a hidroenergeticienilor din România, UPB, 27-28 mai 2010.

Drd.Ing. Cătălin NETCU

Universitatea Politehnica București, Facultatea de Energetică

e-mail: catalin\_victor@yahoo.com

Prof.univ.Dr.Ing. Valeriu PANAITESCU

Universitatea Politehnica București, Facultatea de Energetică

membru AGIR

e-mail: valeriu.panaiteescu@yahoo.com

Asit.univ.Dr.Ing. Constantin POPA

Academia de Poliție „A. I. Cuza”, Facultatea de Pompieri

membru AGIR

e-mail: costi\_popa001@yahoo.com

Asist.univ.Dr.Ing. Ion ANGHEL

Academia de Poliție „A. I. Cuza”, Facultatea de Pompieri,

e-mail: ion\_anghel2003@yahoo.com