

SIMULAREA EVACUĂRII UTILIZATORILOR ÎN CAZ DE INCENDIU LA CLUBUL COLECTIV

Ocupant evacuation simulation in case of fire in the Colectiv nightclub

Gabriel Prigoreanu¹, Ion Anghel², Micu Cristian-Andrei³

¹Inspectoratul pentru Situații de Urgență al județului Iași
Strada Lascăr Catargi nr. 59, municipiul Iași, județul Iași, Romania
E-mail: prigoreanu.gabriel@yahoo.com

²Academia de Poliție „Alexandru Ioan Cuza” – Facultatea de Pompieri
Șoseaua Morarilor nr.3, sector 2, București, Romania
E-mail: ion_anghel2003@yahoo.com

³Inspectoratul pentru Situații de Urgență al județului Iași
Strada Lascăr Catargi nr. 59, municipiul Iași, județul Iași, Romania
E-mail: micucristian@yahoo.com

Rezumat. În această lucrare se va prezenta comparația a două simulări de evacuare a ocupanților din clubul Colectiv (catastrofa din anul 2015), România, cu ajutorul programului Pathfinder, fiind un program de simulare 3D pentru evacuarea a persoanelor. În prima simulare se vor respecta și introduce în programul de simulare datele reale din momentul apariției incendiului în club, iar în cea de-a doua simulare se vor dimensiona căile de evacuare conform destinației spațiului ocupat și fluxurilor de trecere. Comparația dintre cele două simulări confirmă pe drept importanța respectării cerințelor minime de apărare împotriva incendiilor.

Cuvinte cheie: Colectiv, simulare, evacuare, incendiu

Abstract. In this paper we will present the comparison of two evacuation simulations of the occupants from Colectiv Club (2015's catastrophe), Romania using Pathfinder program, a 3D simulator for evacuation of people. In the first simulation, we will enter into the simulation program the actual data from the moment the fire occurred in the Colectiv nightclub and in the second simulation the escape routes will be designed according to the purpose of the occupied space and the passage flows. The comparison between the two simulations rightly confirms the importance of meeting the minimum fire protection requirements.

Key words: Colectiv nightclub, simulation, evacuation, fire

1. Introducere

Această lucrare își propune să prezinte comparația a două simulări de evacuare în caz de incendiu a ocupanților din clubul Colectiv, România. În prima simulare se vor respecta și introduce în programul de simulare datele reale din momentul apariției incendiului în club, iar în cea de-a doua simulare se vor dimensiona căile de evacuare conform destinației spațiului ocupat și a fluxurilor de evacuare.

În elaborarea procedurii de simulare, se vor trage concluzii cu privire la timpul de evacuare a persoanelor în cele două situații, comparând cu timpii evoluției incendiului.

Simularea a fost realizată cu ajutorul programului Pathfinder, fiind un program de simulare 3D pentru evacuarea persoanelor. Spre deosebire de modelele bazate pe dinamica fluidelor (curgere) sau de cele bazate pe celule, Pathfinder folosește tehnici din cercetarea pe computer pentru a modela mișcarea indivizilor, fiind construit cu ajutorul tehnologiei folosite în industria graficii computerizate și a jocurilor pe calculator [1].

Pathfinder oferă unelte necesare pentru a se lua decizii potrivite, cu privire la structura clădirii și a proiectării sistemului de evacuare. Mai multe moduri de simulare și posibilitatea de setare a proprietăților ocupanților oferă posibilitatea de a se explora cu ușurință diferite scenarii, permițând calcularea cât mai exactă a duratelor de evacuare.

Programul este un simulator în care pot fi incluse, pe lângă clădiri, și persoane – fiecare utilizator primind un set de parametri individuali și luând decizii în mod independent pe parcursul simulării [2].

2. Date de identificare ale construcției, utilizatorii și crearea profilurilor acestora

Pentru realizarea simulării s-a ales ca și construcție clubul Colectiv, București, România.

Construcția este situată la parterul fabricii de textile Pionerul, având un regim de înălțime de 5 metri, iar ca grad de rezistență la foc s-a stabilit ca fiind III.

Din punct de vedere al destinației clubul se încadrează la săli aglomerate, ceea ce impune un anumit număr de măsuri de siguranță, iar în cazul evacuării, a cel puțin 2 căi de evacuare. Cea de-a doua cale nu va fi constituită din una sau mai multe ferestre deoarece nu se prevede acest tip de evacuare la încăperile considerate săli aglomerate..

Din punct de vedere al formei de organizare a spațiului în incinta clubului acesta este încadrat între 4 pereți portanți din beton armat. Scena este poziționată central la o distanță de 1,5 metri față de peretele din spatele acesteia, având o înălțime de 0,80 metri. Alte elemente de structură portante sunt cei 4 stâlpi de rezistență izolați cu o spumă de izolare acustică. Clubul prezintă un ring de dans, iar accesul spre incinta clubului se face printr-un container, cu o deschidere de a ușilor de doar 0,80 m.

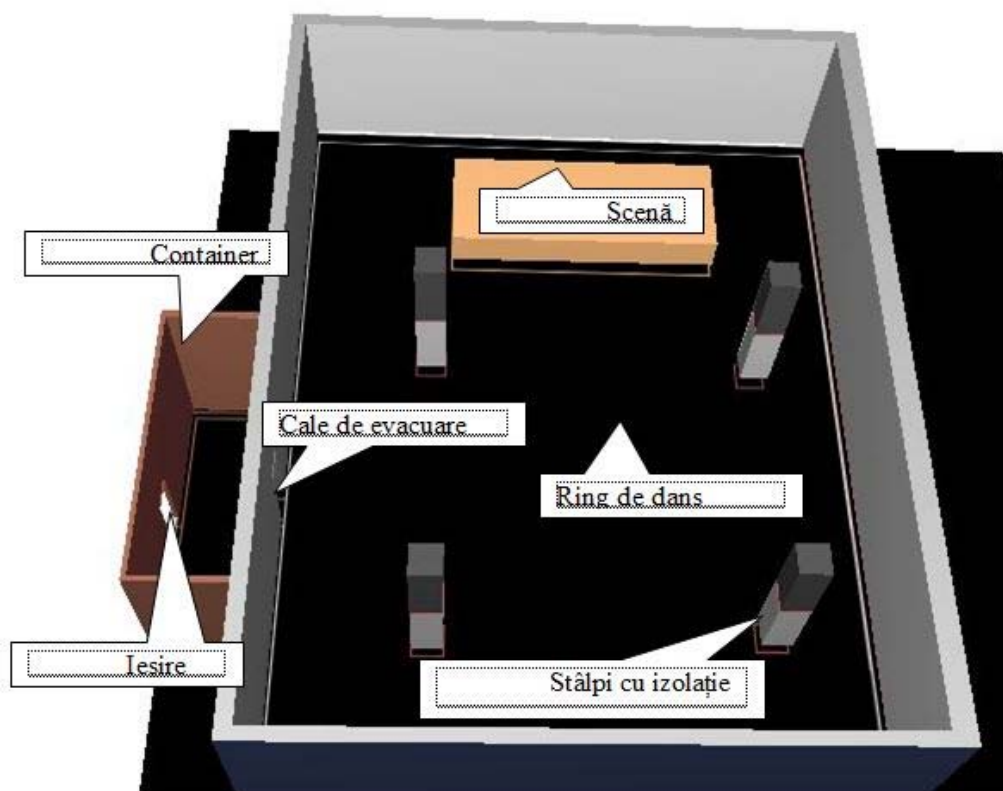


Fig.1. Geometria realizată a clubului Colectiv în programul PiroSym

Clubul nu este echipat cu mijloace tehnice de apărare împotriva incendiilor clubul nu este echipat, iar căile de evacuare în caz de urgență vor fi stabilite astfel:

- pentru prima simulare există o singură cale de evacuare ca în situația reală, cu o lățime a ușii de 80 de cm și înălțimea de 220 de cm.

- pentru a doua simulare există două căi de acces, dimensionate și amplasate conform normativului P118/1-99.

Utilizatorii vor fi poziționați aleatoriu în incinta clubului, însă cu o densitate mai mare a acestora în zona scenei, iar numărul acestora va fi de 340 de ocupanți. Numărul de ocupanți este raportat situației reale la momentul producerii incendiului.

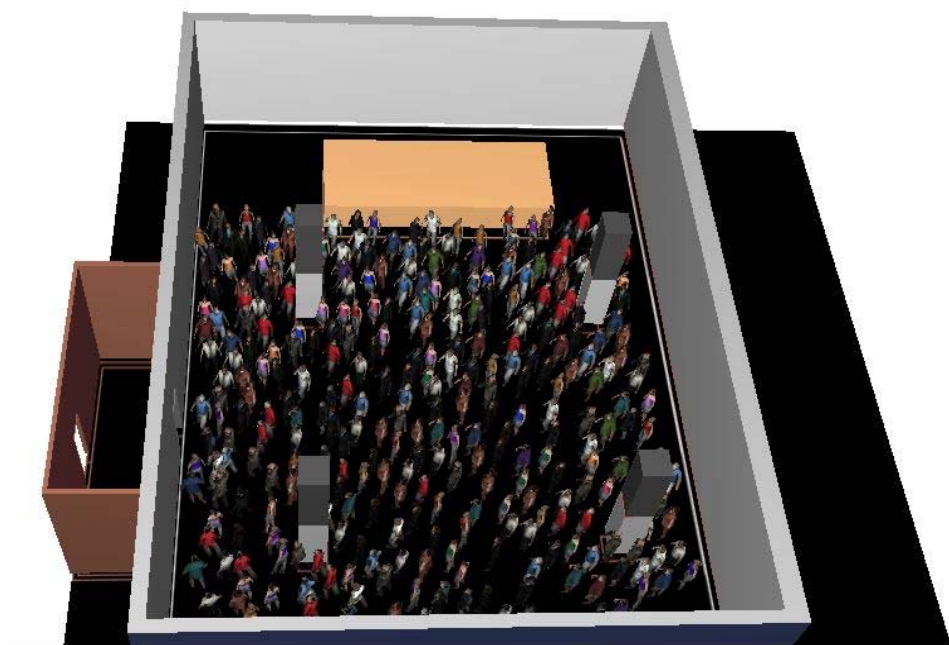


Fig. 2. Cei 340 de ocupanți repartizați aleatoriu

Fiecărui utilizator îi este atribuit un anumit profil în funcție de tipul de utilizator la care se încadrează. Profilurile sunt definite de o serie de factori, cei mai importanți fiind viteza și prioritatea (viteza depinde de vârsta și starea de sănătate a utilizatorului, iar prioritatea se stabilește în funcție de întâietatea unui utilizator în fața altuia). Simularea evacuării prezintă 3 tipuri de profile: unul pentru simularea cu o singură cale de evacuare și alte două pentru simularea evacuării utilizatorilor prin cele două căi de evacuare.

În ceea ce privește factorii viteză și prioritate, situația se prezintă astfel: toți utilizatorii din ambele simulări au aceeași prioritate;

În prima simulare (cu o cale de evacuare) viteza utilizatorilor este variabilă și cuprinsă între 1,10 m/s și 1,25 m/s;

În a doua simulare (cu două căi de evacuare) viteza utilizatorilor este aceeași cu cea din prima simulare fiind cuprinsă între 1,10 m/s și 1,25 m/s [3].

3. Dimensionarea căilor de evacuare

Cum a fost menționat mai sus, s-au realizat două simulări ale aceluiași scenariu de incendiu la clubul Colectiv. Dacă în prima simulare se ține cont de situația reală, în a doua simulare se realizează o dimensionare a căilor de evacuare după normativul privind securitatea la incendiu a construcțiilor P 118/1-99.

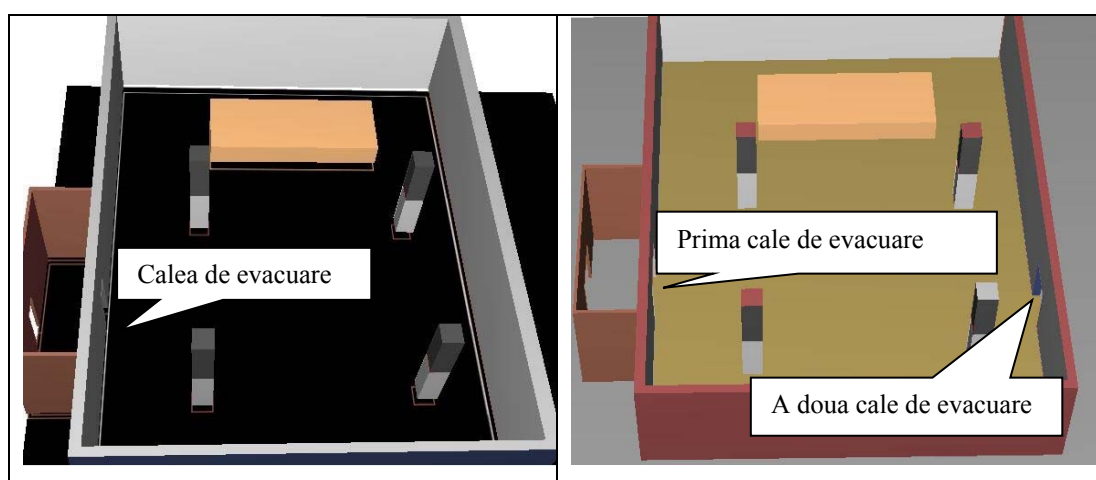


Fig.3:a) Simularea I cu o cale de evacuare

b) Simularea II cu două căi de evacuare

Stabilirea destinației, gradului de rezistență la foc și a numărului de căi de evacuare în urma încadrării clubului Colectiv în categoria sălilor cu aglomerări de persoane numărul căilor de evacuare va fi de cel puțin două, conform prevederilor articolului 2.6.12 din P118/1-99, iar gradul de rezistență la foc stabilit este III.

Categoria sălii aglomerate este de tip S2 (destinație: club/discotecă), iar pentru acest tip de destinație și ținând cont de gradul III de rezistență la foc , capacitatea de evacuare a unui flux de persoane (C) este de 50.

Determinarea numărului de fluxuri de evacuare se face după următoarea formulă:

$$F = N/C \quad (1)$$

În care:

F = numărul de fluxuri;

N = numărul de persoane care trebuie să treacă prin calea de evacuare;

C = capacitatea normată, de evacuare a unui flux.

Rezultatele din relație se vor rotunji la numărul întreg imediat superior.

$N = 340$ utilizatori;

$C = 50$ utilizator.

$$F = 340/50 = 6,8 \approx 7 \text{ fluxuri} \quad (2)$$

Asfel în urma calculului au rezultat 7 fluxuri de evacuare și se optează pentru varianta a două căi de evacuare cu următoarele dimensiuni:

- prima cale de evacuare se va dimensiona pentru 4 fluxuri de evacuare, rezultând o lățime de 2,10 m;
- a doua cale de evacuare se va dimensiona pentru 3 fluxuri de evacuare, rezultând o lățime de 1,60 m.

Căile de evacuare vor avea o înălțime de 2,20 m.

Rolul stabilirii numărului corespunzător de căi de evacuare este esențial în decurgerea unei proceduri de evacuare reușite, însă și dimensionarea acestora este importantă.



Fig. 4: Evacuare pe rând și concomitentă a utilizatorilor în cele două situații simulate

În exemplul de mai jos se observă că în simularea produsă construcției clubului ce reflectă realitatea, având o ușă de evacuare cu lățimea de doar 0,80 m, persoanele se evacuează una câte una, îngreunând cu mult procesul unei evacuări reușite. În schimb

situația cu 2 căi de evacuare dimensionate conform normativului P118/1-99, utilizatorii se evacuează concomitent, câte 3 - 4 utilizatori [4].

4. Procedurile de evacuare în caz de incendiu

S-a realizat un scenariu pentru evacuarea în caz de incendiu pe cele două căi de evacuare dimensionate conform numărului fluxurilor de evacuare a utilizatorilor, urmând a fi comparată cu situația reală, cu o singură cale de evacuare. Conform unor relatări a unor martori ce au supraviețuit incendiului, aceștia au precizat că din cauza unui sistem operativ de observare și anunțare a incendiului, precum și de alertare în cazul unei situații de urgență, inițierea evacuării finale a tuturor ocupanților s-a realizat după ce incendiul a luat amploare.

Având în vedere că 50-70 de persoane au părăsit preventiv clubul din momentul aprinderii buretelui poliuretanic de pe stâlpul din fața scenei, în simularea realizată cu două căi de ieșire evacuarea s-a realizat fără întârzieri (persoanele încep să se evacueze imediat la începerea simulărilor- pentru situațiile comparate).

Se vor compara timpii evacuării în situația reală cu timpii de evacuare al aceluiași spațiu, asigurând doar numărul căilor de evacuare corespunzătoare și dimensionate conform numărului de ocupanți. Pentru ambele simulări ce urmează a fi comparate din punct de vedere a căilor de evacuare, se vor lua în calcul următorii factori: un număr de 340 de ocupanți, același spațiu ce urmează a fi evacuat, excluderea întârzierilor de evacuare a persoanelor, situație similară cu cea a acționării manuale a alarmei de incendiu.

Simulările ce urmează a fi prezentate și explicate nu iau în calcul explicațiile psihologice ale perioadelor de întârziere în începerea mișcării și unele comportamente umane și sociale din timpul evacuării. În cazul instalării în comportamentului uman a conceptului de panică, a fenomenelor de îmbulzeală și învâlmășeală și a factorilor psihologici determinanți pot multiplica numărul de victime umane în momentul unui incendiu sau în alte situații de urgență

În cazul simulării cu două căi de evacuare comportamentele utilizatorilor au fost setate astfel încât aceștia se evacuează pe calea de evacuare care este mult mai degajată din punctul de vedere al trecerii fluxului de utilizatori.

Ca și exemplu, s-au evidențiat în fig. 5 doar utilizatorii, care inițial așteptau să se evacueze pe calea de acces ce permitea trecerea unui flux mai mare de persoane, având lățimea de 2,10 m, alegând să se deplaseze spre cealaltă ieșire, procesul de evacuare fiind mult mai alert și operativ.



Fig. 5: Deplasarea utilizatorilor către căile de evacuare mai degajate fluxului de evacuare

Cum se observă în figura de mai jos, se afișează începutul simulărilor la momentul $t=0$, cu o repartitie aleatorie a celor 340 de ocupanți ai încăperii clubului, a căror condiții de deplasare sunt fără întârzieri.

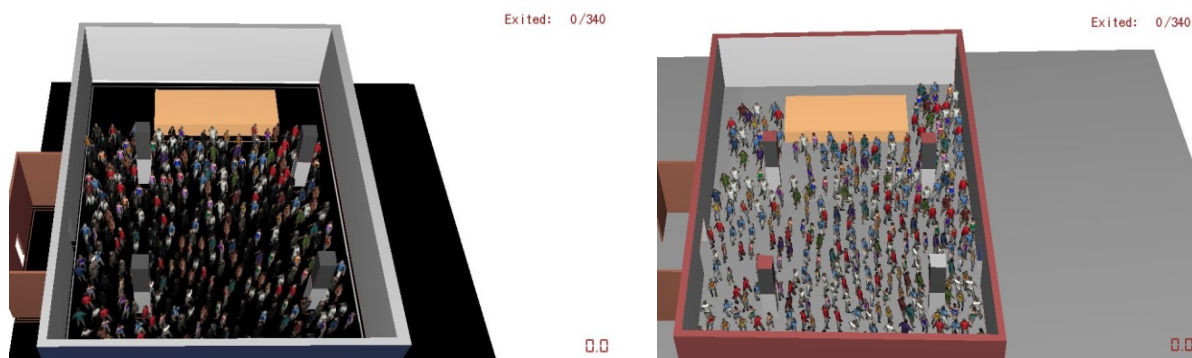


Fig.6 : Simularea I și II la momentul $t=0$ secunde

În figura de mai jos ambele simulări se află la momentul $t=30$ secunde, iar rezultatele arată clar o diferență uriașă a numărului de persoane evacuate, reușind să se evacueze doar 29 de utilizatori pe o singură cale de evacuare, iar în situația cu două căi un număr de 134.

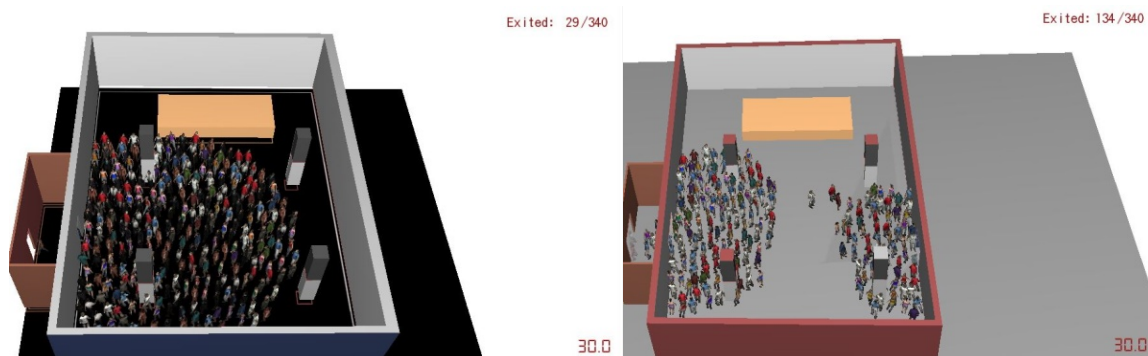


Fig. 7: Simularea I și II la momentul $t=30$ secunde

În figura 7 simulările se află la momentul $t=60$ secunde și se observă că în cazul secund simularea se află spre final. Făcându-se raport la numărul de persoane evacuate, numărul de utilizatori evacuați pe cele două ieșiri este de 5 ori mai mare decât situația atașată realității.

Situația prezentată după un minut de la începerea evacuării pentru utilizatorii care se deplasează pe două căi dispuse în cele două direcții diferite își revendică rolul de a asigura condițiile optime privind securitatea utilizatorilor ce se află într-o construcție.



Fig. 8: Simularea I și II la momentul $t=60$ secunde

În figura de mai jos evacuarea a decurs timp de 71,5 secunde, observând că peste 70% din totalul persoanelor ce urmează a se evacua sunt încă în incintă. În celălalt caz simularea s-a încheiat cu succes, reușindu-se o evacuare eficientă datorată

numărului căilor de evacuare calculate și dimensionate conform numărului de utilizatori din incinta clubului.

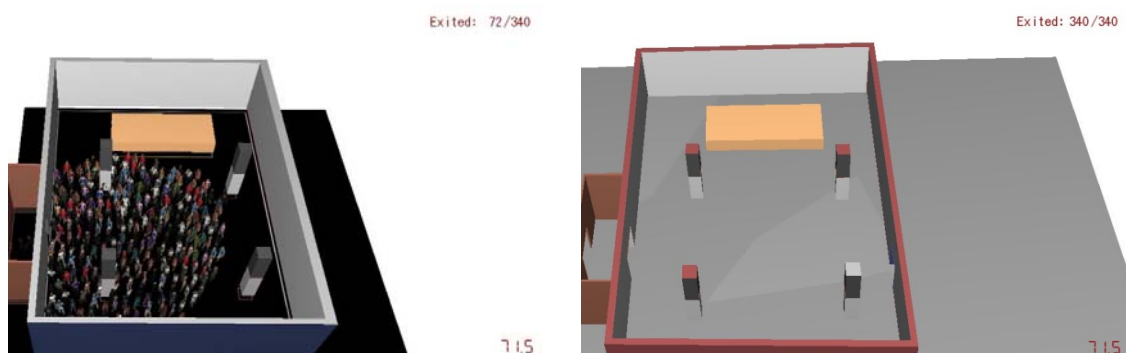


Fig. 9: Simularea I și II la momentul $t=71,5$ secunde

În Figura 9 simularea de evacuare la construcția cu două căi de evacuare se încheie prin evacuarea tuturor celor 340 de ocupanți în doar 119,5 secunde, adică în doar două minute.

După 5 minute de la începerea evacuării în cazul primei simulări se observă cum un număr de 246 de persoane au fost evacuate. Acest număr de utilizatori evacuați a fost ușor depășit în cazul celei de-a doua simulări doar după minutul 2.

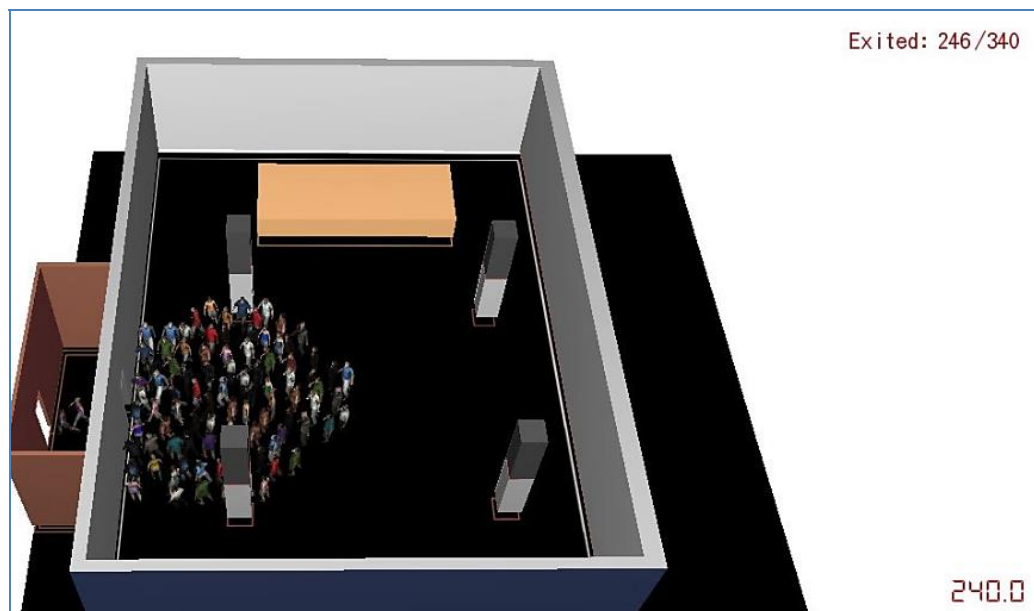


Fig. 11: Simularea I la momentul $t=240$ secunde

Finalul primei simulări se încheie cu evacuarea tuturor persoanelor în 327 de secunde.

Simularea evacuării în caz de incendiu la club colectiv

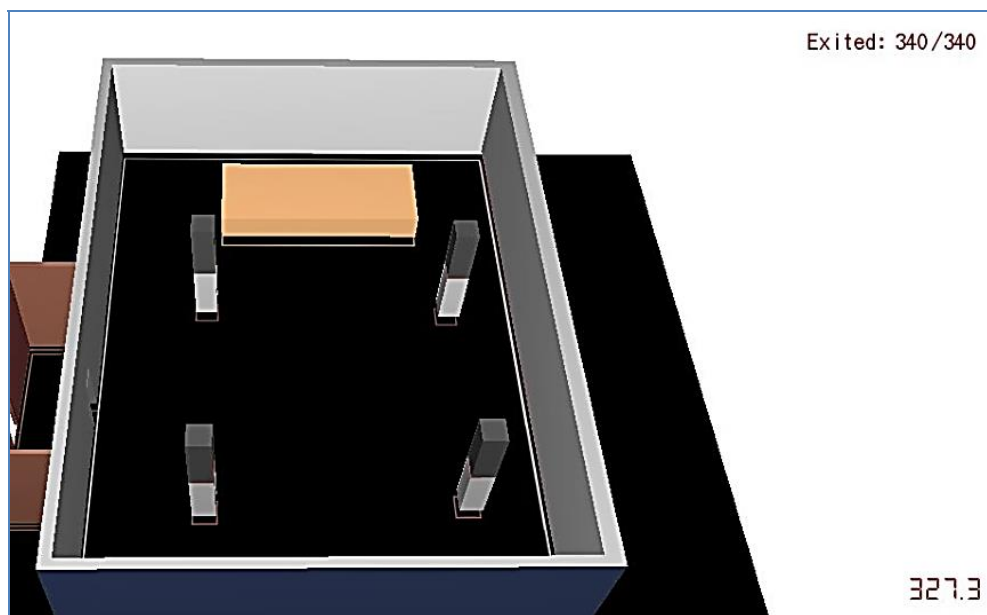
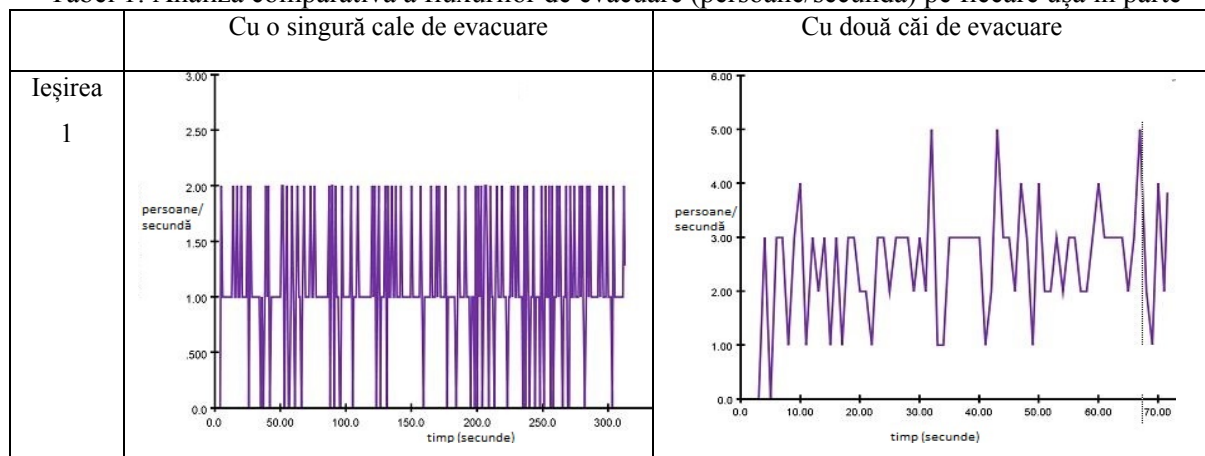


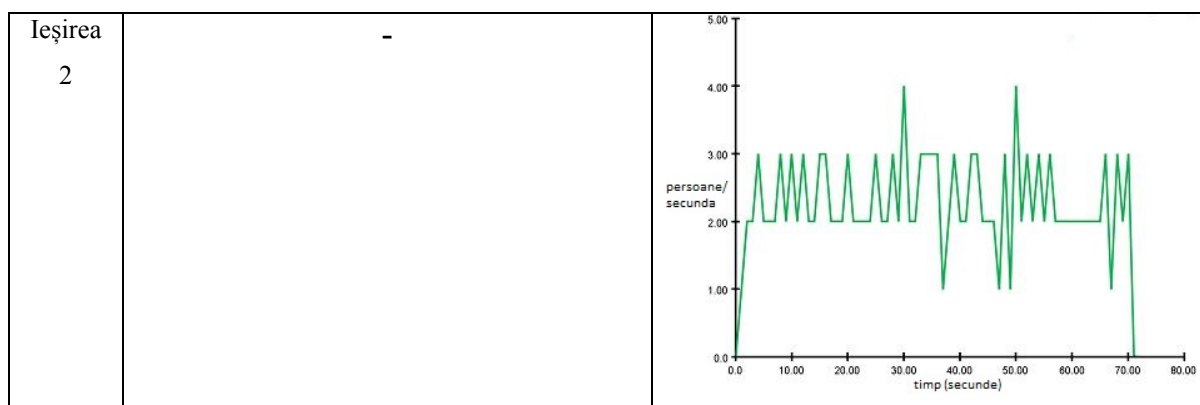
Fig. 13: Simularea I la momentul $t = 327,3$ secunde (clădirea evacuată complet)

Comparând timpii de realizarea a evacuării în cele două situații se observă cum asigurarea a minimum două căi de evacuare dimensionate conform numărului fluxurilor de evacuare este extrem de eficientă în asigurarea siguranței la incendiu a utilizatorilor dintr-o construcție.

În tabelul de mai jos este prezentată grafic o analiză a celor două situații ale simulării în care se observă clar diferența de persoane evacuate pe fiecare ușă în parte.

Tabel 1: Analiza comparativă a fluxurilor de evacuare (persoane/secundă) pe fiecare ușă în parte





Distanța dintre cele două uși de la container este mică, fapt pentru care fluxurile sunt egale și nu apar în analiza de mai sus.

Se observă că fluxurile de evacuare sunt direct proporționale cu gabaritul ușilor. Astfel pentru ușa cu 0.80 m lățime, fluxul maxim este de 2 persoane/secundă (situația reală).

Pentru cazul în care căile de evacuare au fost dimensionate conform prevederilor tehnice, fluxul maxim pentru ușa cu lățimea de 2.10 metri a fost de 5 persoane/secundă, iar pentru ușa cu dimensiunea de 1.60 metri a fost de 4 persoane/secundă, în ambele cazuri depășindu-se fluxul de evacuare normat (la ușa cu lățimea de 2.10 metri – 4 persoane, ușa cu lățimea de 1.60 metri – 3 persoane).

Media persoanelor evacuate pe secundă pentru prima situație este de 1.12 (situația reală), iar pentru cazul al doilea este de 4.75, acesta fiind motivul timpului de evacuare mai mare în primul caz.

5. Concluzii

Factori precum timpul mare de descoperire a unui incendiu, momentul întârziat al alarmării persoanelor aflate în pericol, modul deficitar de alarmare și lipsa mijloacelor de alarmare, nesemnalezarea căilor de evacuare, necunoașterea clădirii și a modului de comportare de către persoane în diferite situații de urgență, pot întârzia începutul evacuării sau pot conduce la alegerea unui drum mai lung până la ieșire, în locul traseului cel mai scurt [5].

Faptul că în situația clubului Colectiv era disponibilă doar o ușă pentru evacuarea a peste 300 de persoane a redus și mai mult șansele ca toate persoanele din incintă să reușească să se evacueze.

Timpul a fost prelungit cu peste 3 minute doar din simplul fapt că nu s-a asigurat numărul minim de căi de evacuare.

Rolul simulării a fost de a compara o situație teoretică, aplicată în programul Pathfinder pentru vizualizarea rezultatelor, ce asigură minimul respectării normelor de securitate la incendiu, și anume asigurarea căilor de evacuare minime raportat la numărul de utilizatori din clădire.

În realitate incendiul a trecut la ardere generalizată abia după 153 de secunde (2 minute și 33 de secunde), iar evacuarea în cazul simulării cu cele două ieșiri se finalizează la 71,5 secunde (1 minut și 12 secunde), reprezentând jumătate din timpul în care incendiul a cuprins toată incinta.

Chiar și cu întârzierile și busculadele (înghesuiala și îmbulzeala) ce survin din cauza producerii panicii în situații excepționale, evacuarea nu ar fi putut să se încheie cu succes, evitând haosul produs și reducându-se numărul de victime.

Astfel, lucrarea reprezintă o propunere susținută cu argumente solide, în evidențierea respectării normelor de securitate la incendiu și recomandă către mediul privat și de stat să folosească simulări computerizate care să previzioneze, observe și să prevină eventuale pericole care pot amenința securitatea vieții.

Referințe

- [1] Pathfinder User Manual, Thunderhead Engineering, 2017.
- [2] Crăciun D.B., Anghel I., Modelarea și simularea procedurii de evacuare a utilizatorilor dintr-o unitate de învățământ în situația producerii unui incendiu, volumul Conferinței științifice a Academiei de Poliție "Alexandru Ioan Cuza", Provocări și strategii în ordinea și siguranța publică, ediția a XVI-a, pag. 162-170, Editura ProUniversitaria, București, 2016.
- [3] Ulriksen L. and Dederichs A.S., Evacuation of Day Care Centres for Children 0–6 Years: Simulations Using Simulex, Pedestrian and Evacuation Dynamics 2012, Springer International Publishing Switzerland 2014.
- [4] Normativ de siguranță la foc a construcțiilor indicativ P118/1-99
- [5] Anghel I., Popa C., Ingineria securității la incendiu Subsistemul 6 – Procesul de evacuare: comportamentul, localizarea și starea fizică a utilizatorilor, editura Sintech, Craiova, 2015