A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

SISTEME DE EVACUARE A FUMULUI UTILIZATE LA HOTELURI

Victor-Mugur GRAURE, Viorel-Ionuţ MITRAN

FIRE SMOKE EXHAUST SYSTEMS AND EQUIPMENT USED IN HOTELS

This paper present some aspects regarding fire and smoke movement in a hotel building and which are the smoke control methods to ensure the fire safety of the building and fire protection of its occupants. Also, will be presented subjects as smoke and exhaust ventilation systems and equipment used in hotels and what role ventilation plays when a fire occurs in a hotel, which are the interaction with other fire protection systems and other building systems.

Cuvinte cheie: securitatea la incendiu, evacuarea fumului, hotel, incendiu

Keywords: fire safety, smoke evacuation, hotel, fire

1. Introducere

Securitatea la incendiu a hotelurilor, având în vedere specificul acestor construcţii, constituie o problemă de foarte mare importanţă, având în vedere dificultăţile ce apar pentru evacuarea şi salvarea persoanelor din interior, precum şi cele referitoare la stingerea incendiilor, datorită vitezei mari de propagare a arderii şi degajării unei cantităţi însemnate de fum. Ventilarea spaţiilor unde s-a declanşat incendiul, joacă cel mai adesea un rol foarte important în dezvoltarea acestuia.

Normele de proiectare actuale prezintă unele indicaţii sau recomandări care se referă în general la cazurile clasice, lăsând pe

seama proiectanţilor sistemelor de ventilare, povara de a găsi soluţii adecvate. De multe ori, însă, aceştia nu cunosc toate particularităţile unui posibil incendiu la hoteluri ca să poată analiza în detaliu posibilităţile sistemelor de desfumare în scopul asigurării condiţiilor cerute pentru evacuare, protejarea bunurilor şi facilitarea intervenţiilor.

Protecţia utilizatorilor unui hotel împotriva fumului şi gazelor de ardere rezultate în urma unui incendiu, reprezintă o problemă în atenţia specialiştilor în domeniu, care poate fi soluţionată numai prin respectarea normativelor şi normelor specifice acestor construcţii, atât în faza de proiectare cât şi în faza de execuţie şi exploatare a construcţiilor şi instalaţiilor, precum şi realizarea sistemelor de protecţie bazate pe principii ştiinţifice, supuse legilor fizicii şi chimiei.

Sistemele de ventilare pentru evacuarea fumului şi gazelor fierbinţi (SHEVS) creează un strat fără fum deasupra pardoselii prin îndepărtarea fumului. Prin urmare ele pot să îmbunătăţească condiţiile pentru a permite evacuarea în siguranţă şi/sau salvarea oamenilor şi animalelor, pentru a proteja bunurile şi pentru a permite ca incendiul să fie stins chiar din fazele iniţiale. Sistemele de ventilaţie pentru evacuarea fumului se folosesc de asemenea pentru evacuarea simultană a căldurii şi pot evacua gazele fierbinţi degajate de incendiu în etapa de dezvoltare.

2. Sisteme de ventilare pentru evacuarea fumului şi gazelor fierbinţi

Sisteme de ventilare pentru evacuarea fumului şi gazelor fierbinţi se utilizează în hoteluri pentru a crea zone fără fum sub un strat de fum care se propagă ascendent. Principalul scop pe care îl au acestea este de a ajuta la evacuarea utilizatorilor unui hotel, de a reduce distrugerile provocate de incendiu şi pierderile financiare prin prevenirea acumulării fumului, facilitând stingerea incendiului, reducând temperaturile la partea superioară a construcţiei şi întârziind propagarea laterală a incendiului.

Pentru a fi obţinute aceste avantaje este esenţial ca ventilatoarele de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi să funcţioneze la întreaga lor capacitate şi în siguranţă oricând este nevoie pe întreaga lor durată de funcţionare.

Componentele pentru SHEVS trebuie să fie instalate ca parte a unui sistem de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi proiectat corespunzător. Natural, SHEVS funcţionează pe baza flotabilităţii termice a gazelor produse de incendiu.

Performanţa acestor instalaţii depinde, de exemplu, de: temperatura fumului, mărimea focarului de incendiu, suprafaţa liberă aerodinamică a ventilatoarelor sau volumul de fum evacuat de ventilatoarele mecanice, influenţa vântului, mărimea, geometria şi amplasarea deschiderilor de admisie a aerului, mărimea, geometria şi amplasarea rezervoarelor de fum, timpul de activare, planurile de arhitectură, amplasarea şi dimensiunile clădirii.

Incendiul modelat ideal pe care se bazează calculele arată dimensiunea fizică şi debitul de căldură al incendiului care variază în funcţie de timp într-un mod realist, permiţând să poată fi calculată creşterea ameninţării asupra utilizatorilor, bunurilor şi pompierilor odată cu trecerea timpului. Astfel de calcule a pericolului în funcţie de timp se compară de obicei cu evaluări separate ale timpului recomandat pentru evacuarea în siguranţă a utilizatorilor clădirii sau a timpului recomandat pentru iniţierea unei stingeri eficiente. În calculele efectuate până la această oră, curbele de dezvoltare a incendiului sunt alese astfel încât să fie corespunzătoare pentru împrejurările precise ale ocupanţilor clădirii, dispunerile materialelor combustibile şi performanţele sprinklerelor, după caz. Unde se dispune de astfel de informaţii, aceste calcule sunt conduse în funcţie de caz folosind procedurile tehnice de securitate la incendiu recomandate.

Acolo unde nu se pot realiza astfel de calcule în funcţie de timp, este posibil să se utilizeze o procedură mai simplă bazată pe cel mai mare incendiu care este rezonabil să se atingă în condiţiile respective. Acest model de stare staţionară sau independent de timp nu trebuie să se confunde cu incendiul de tip rapid, care atinge instantaneu faza de ardere generalizată şi apoi arde staţionar. Mai mult, procedura presupune că un SHEVS care este capabil să facă faţă celui mai mare incendiu poate de asemenea să facă faţă fazelor incipiente (de obicei timpurii) ale incendiului.

În practică, este mult mai uşor să se evalueze cea mai mare dezvoltare raţional posibilă decât să se aprecieze viteza de dezvoltare a acelui incendiu.

3. Avantajele sistemelor de evacuare a fumului şi gazelor fierbinţi

Principiile proiectării evacuării fumului sunt următoarele: protecţia căilor de evacuare, controlul temperaturii, facilitarea operaţiunilor de stingere a incendiului și protecţia bunurilor.

Protecţia căilor de evacuare. O abordare obişnuită pentru a proteja căile de evacuare este să se realizeze un strat înalt de aer fără

fum dedesubtul unui strat de fum ascendent termic sub plafon. Un SHEVS utilizează acest principiu pentru a permite folosirea permanentă a căilor de evacuare care sunt în acelaşi spaţiu cu incendiul. Viteza de evacuare a fumului (folosind fie evacuarea naturală a fumului, fie ventilatoare de evacuare mecanică a fumului) se calculează pentru a menţine fumul la o înălţime sigură deasupra capetelor oamenilor care utilizează căile de evacuare şi să menţină căldura radiată de stratul de fum la o valoare suficient de scăzută pentru a permite utilizarea liberă a căilor de evacuare chiar dacă focul încă arde.

Controlul temperaturii. Viteza de evacuare a fumului poate fi proiectată să realizeze (pentru o mărime specifică a incendiului) o valoare particulară pentru temperatura gazelor în stratul ascendent. Aceasta permite utilizarea de materiale care altfel ar fi distruse de gazele fierbinţi. Un exemplu tipic este acolo unde închiderea perimetrală a atriumului nu este rezistentă la foc, dar se cunoaşte că este capabilă să reziste la temperaturile gazelor până la o valoare specificată. Utilizarea controlului temperaturii SHEVS într-un astfel de caz ar putea, de exemplu, să permită adoptarea unei strategii de evacuare independentă de la etajele superioare separate de atrium numai prin astfel de montură.

Facilitarea operaţiunilor de stingere a incendiului. Pentru ca forţele de intervenţie să acţioneze cu succes în cazul unui incendiu la hotel, în primul rând este necesar să-şi amplaseze tehnica de intervenţie la intrările în clădire. Apoi ei trebuie să transporte echipamentul din dotare din acest punct la locul incendiului. În clădirile hotelurilor de mari proporţii acesta poate fi un proces îndelungat şi implică drumuri la etajele superioare sau inferioare. Prezenţa gazelor fierbinţi poate împiedica şi întârzia serios eforturile pompierilor de a efectua salvări şi a realiza operaţiunile de stingere a incendiului. Prevederea de SHEVS pentru a proteja căile de evacuare sau de a proteja bunurile ajută la stingerea incendiului.

Protecţia bunurilor. Funcţionarea instalaţiei de ventilare nu poate ea însăşi să împiedice dezvoltarea incendiilor, dar ea garantează că un incendiu într-un spaţiu ventilat are o alimentare continuă cu oxigen pentru a-i susţine dezvoltarea. Rezultă că sistemul de evacuare a fumului poate numai să protejeze bunurile permiţând ca intervenţia activă a serviciilor de pompieri să fie mai rapidă şi mai eficientă. În funcţie de materialele prezente, o soluţie de proiectare a protecţiei bunurilor poate fi bazată pe necesitatea de a menţine stratul de fum ascendent fierbinte deasupra materialelor sensibile sau necesitatea de a menţine stratul de fum sub o temperatură critică.

4. Ventilarea căilor de evacuare a hotelurilor prin introducerea aerului proaspăt

Căile de evacuare sunt proiectate astfel încât, în cazul unui incendiu, utilizatorii unui hotel să poată să fie evacuaţi în siguranţă. Protecţia căilor de evacuare este realizată prin construcţii rezistente la foc ce împiedică extinderea incendiului către ieşirea de siguranţă, prin uşi etanşe antifoc prevăzute cu sisteme de închidere automată astfel încât fumul să nu poată trece şi prin sisteme de presurizare. Presurizarea se realizează prin introducerea de aer în zonele dorite în scopul menţinerii unei presiuni ridicate. Această presiune ridicată împiedică fumul din zonele adiacente să pătrundă în zona protejată.

- Ventilarea căilor de evacuare prin introducerea aerului proaspăt reprezintă acea metodă prin care fumul şi gazele fierbinţi rezultate în urma arderii care au inundat căile de evacuare sunt diluate până la un grad de concentraţie considerat admisibil.

Limitele de toleranţă ale densităţii fumului, temperaturii şi efectelor iritante ale amestecului de aer şi fum, aplicabile caselor de scări sunt greu de stabilit. Chiar dacă limitele fiziologice acceptabile ar putea fi stabilite prin încercări, trebuie să se ţină seama de factorul psihologic, foarte important în caz de incendiu.

În cazul incendiilor în hotelurile încadrate în categoria clădirilor înalte se degajă mari cantităţi de fum, ca urmare a arderii materialelor combustibile, în special a materialelor plastice folosite la finisări, a materialelor pentru pardoseli, a izolaţiilor fonice şi termice a mobilei moderne etc. Deplasarea fumului în hoteluri este diferită faţă de clădirile joase, în care factorii principali ce produc mişcarea fumului sunt căldura, mişcarea de convecţie şi presiunea creată datorită creşterii temperaturii în zona incendiată. În clădirile hotelurilor aceşti factori sunt modificaţi, în primul rând, de către efectul de coş.

Într-un hotel cu scară interioară, în cazul unui incendiu izbucnit într-un spaţiu există pericolul ca în scurt timp de la apariţia incendiului, casa scării şi culoarele de comunicaţie să fie invadate de fum, făcând astfel imposibilă evacuarea persoanelor şi îngreunând acţiunea de salvare a persoanelor şi de stingere a incendiului de către pompieri. De aceea este importantă asigurarea unei ventilări a casei scării.

Pentru a elimina neajunsurile prezentate în cazul presurizării casei scării (deschiderea uşilor modifică presiunea creată în casa scării făcând astfel sistemul de presurizare ineficient, când toate uşile sunt închise se poate produce o presurizare excesivă ce ar provoca

diferenţe mari de presiune de o parte şi de alta a uşilor, îngreunând astfel deschiderea acestora în caz de nevoie, vântul poate influenţa un astfel de sistem iar costul acestora este ridicat), cea mai economică soluţie este aceea de diluare a fumului şi gazelor fierbinţi prin introducerea de aer proaspăt în casa scării prin uşa de la intrare în clădire şi evacuarea fumului şi gazelor fierbinţi pe la partea superioară a casei scării prin prevederea unei trape care poate fi acţionată manual sau automat. Problema în cadrul acestei soluţii este aceea de a determina dimensiunile optime pentru priza de aer proaspăt şi trapă.

În literatura de specialitate sunt foarte puţine date şi măsurători obţinute pe un incendiu real deoarece acestea pun în pericol personalul care efectuează măsurătorile şi aparatura, care este costisitoare și poate fi distrusă. Datorită complexităţii fenomenului de ardere, rezultatele unei cercetări experimentale nu pot fi extrapolate la alte incendii. Din aceste motive, simularea pe calculator a producerii incendiilor rămâne pentru moment singura soluţie atât prin rapiditate cât şi prin multitudinea cazurilor ce pot fi studiate. Rezultatele acestor simulări pot fi validate cu măsurători ce au fost efectuate la scară naturală.

În general, căile de evacuare a fumului trebuie să îndeplinească o serie de condiţii pe o perioadă de timp bine precizat, până când încep operaţiile de stingere, timp care depinde de condiţiile locale şi de natura incendiului susceptibil să izbucnească în clădirea respectivă:

● trebuie împiedicată propagarea incendiului mai ales pe orizontală;

● la etajul incendiat trebuie să se menţină o vizibilitate bună şi aer respirabil până la venirea personalului de intervenţie;

● trebuie ca salvarea persoanelor izolate să devină posibilă, ţinând seama de pătrunderea gazelor fierbinţi în părţile clădirii neatinse de incendiu.

Evacuarea fumului se poate face în două feluri fundamentale diferite:

● priza de aer necesară pentru evacuarea fumului este dispusă astfel ca aerul proaspăt să treacă prin focarul de incendiu;

● curentul de aer proaspăt nu vine în contact cu focarul de incendiu, ci serveşte numai la diluarea fumului degajat pe timpul incendiului.

Pentru a obţine temperaturi joase, este necesar ca volumul de aer proaspăt să fie cât mai mare în raport cu volumul de fum degajat de incendiu, ceea ce se obţine cu ajutorul unei prize de aer şi unei trape de evacuarea a fumului bine proiectate.

5. Metode de control al fumului

Efectul forţelor de mişcare a aerului descris mai sus este de a crea diferenţe de presiune dincolo de compartimentări, pereţi şi

pardoseli care se pot cumula împreună şi pot provoca propagarea fumului înspre zone depărtate de sursa de incendiu. Tehnicile cele mai des folosite pentru a limita gradul de fum răspândit, sau pentru a controla efectele sale, sunt:

a) reţinerea fumului folosind un sistem de bariere fizice pentru a împiedica propagarea fumului gazos dinspre spaţiul afectat de incendiu către alte părţi ale clădirii, de exemplu ziduri şi uşi;

b) curăţirea fumului, folosind orice metodă de a ajuta serviciul de pompieri la îndepărtarea fumului gazos dintr-o clădire când fumul nu se mai produce, adică după stingere;

c) diluarea fumului, amestecarea voită a fumului gazos cu suficient aer curat pentru a reduce potenţialul de pericol;

d) ventilarea pentru evacuarea fumului (şi a gazelor fierbinţi), ajungându-se la o separare stabilă între fumul gazos cald formând un strat sub tavan, şi acele părţi mai joase ale aceluiaşi spaţiu având nevoie de protecţie faţă de efectele fumului pentru evacuarea utilizatorilor şi operaţiunilor de stingere a incendiului. Aceasta cere în mod normal evacuarea continuă a fumului folosind ventilatoare fie naturale fie mecanice, şi introducerea de aer curat de înlocuit în spaţiul afectat de incendiu de sub stratul de fum;

e) presurizare - controlul fumului folosind presiunea diferenţială, unde presiunea aerului este menţinută la o valoare mai înaltă decât aceea din zona de incendiu

f) depresurizare - controlul fumului folosind diferenţieri de presiune unde presiunea aerului în zona incendiului sau spaţii alăturate este redusă sub aceea din spaţiul protejat;

6. Sisteme de încălzire, ventilaţie şi condiţionare a aerului (HVAC) vs Sisteme de evacuare a fumului şi gazelor fierbinți

Un sistem HVAC (sau un sistem de climatizare şi de ventilaţie mecanică) este proiectat să realizeze obiective diferite în comparaţie cu un SHEVS. Nu doar cantităţile de gaze sunt de obicei mai mici, dar ele sunt în general deplasate în diferite direcţii. De exemplu, pentru sistemele HVAC este normal să se introducă aerul proaspăt pe la partea superioară a încăperii şi să se evacueze aerul uzat pe la partea inferioară); este opusul a ceea ce se recomandă pentru un SHEVS. Chiar când un sistem HVAC a fost oprit, tubulatura să pot oferi căi pentru o deplasare nedorită a fumului dacă nu au fost luate măsuri pentru a preveni să se întâmple aceasta.

Sistemele HVAC pot fi încorporate, în totalitate sau parţial, într-un SHEVS. Unde s-a făcut aceasta este necesar să se izoleze acele

părţi neîncorporate şi să se asigure că părţile care sunt încorporate îndeplinesc aceleaşi standarde de performanţă ca şi restul SHEVS. Clapetele care pot fi resetate numai manual pot face încercarea funcţionării corespunzătoare a SHEVS foarte dificilă. Prin urmare, este necesar ca aceste clapete de fum să fie capabile a fi atât deschise, cât şi închise prin mecanisme acţionate mecanic.

Dacă temperatura aerului în interiorul unei clădiri, de exemplu într-un atrium al unui hotel, este mai scăzută decât cea externă astfel încât stratul de fum ascendent iniţial fierbinte este el însuşi mai rece decât aerul exterior, deschiderea unui SHEVS face ca stratul de fum să fie evacuat pe la partea de jos. Aceasta poate afecta negativ căile de evacuare.

În cazul unui incendiu într-un hotel ventilatoarele HVAC trebuie să fie oprite automat printr-un semnal de la instalaţia de detectare, dacă sistemul HVAC nu este încorporat în SHEVS.

Pentru a împiedica deversarea fumului dintr-o zonă de control a fumului în alta prin tubulatura HVAC, clapete de fum trebuie să fie instalate la limitele zonelor de control al fumului. Aceste clapete trebuie să funcţioneze la primirea unui semnal care este emis de sistemul de detectare. Alternativ proiectantul sistemului de control al fumului trebuie să demonstreze prin calcul că fumul nu este posibil să treacă de la o zonă de control al fumului în alta.

Toate clapetele de control al fumului din acea parte a sistemului HVAC care corespunde zonei de control al fumului afectate trebuie să intre în funcţiune în poziţiile lor operaţionale (să intre în funcţiune) în caz de incendiu simultan cu ventilatoarele HVAC.

Dacă părţi din sistemul HVAC sunt utilizate în SHEVS, acele părţi din sistemul HVAC care sunt încorporate în SHEVS trebuie să respecte toate recomandările corespunzătoare din acest raport tehnic.

Toate clapetele de control al fumului trebuie să fie capabile să fie deschise şi închise printr-un dispozitiv mecanic.

Dispozitivele de evacuare naturală a fumului şi gazelor fierbinţi nu trebuie să fie utilizate acolo unde SHEVS deserveşte un spaţiu înalt într-o clădire care este climatizată la o valoare mai mare de 10°C sub temperatura anticipată a aerului ambiant exterior.

7. Interacţiunea sistemelor de control al fumului cu sistemele active (instalaţie de stingere cu sprinklere) şi a acţiunilor de stingere

Pentru a proteja căile de evacuare este adesea utilizat un SHEVS, indiferent de timpul preconizat de sosire a pompierilor. Un SHEVS nu este capabil să facă faţă la incendii mai mari decât modelul

de incendiu ales prin proiect. Sprinklerele[3] (fără un SHEVS) nu sunt totdeauna indicate pentru a proteja căile de evacuare din clădiri, deşi este recunoscut faptul că ele pot avea o contribuţie utilă, ca o latură favorabilă a controlului incendiului, prin întârzierea apariţiei fumului şi căldurii. Sprinklerele cu răspuns rapid sunt mult mai eficiente în direcţia siguranţei vieţii decât sprinklerele cu răspuns standard.

Sprinklerele reduc posibilitatea ca un incendiu să se dezvolte. Un sistem sprinkler ajută pompierii prin menţinerea incendiului la o dimensiune mică, deoarece le este mai uşor să stingă mai eficient incendii mici cu pierderi mai mici. În general SHEVS ajută pompierii prin crearea unei zone fără fum. SHEVS nu poate controla dezvoltarea incendiului. Ele întârzie inundarea cu fum a clădirii şi întârzie creşterea temperaturii gazelor în stratul de fum ascendent termic.

Principalul sistem combinat pentru protecţia evacuării utilizatorilor în caz de incendiu constă dintr-un SHEVS asistat de sprinklere, al cărui scop principal este să controleze incendiul funcţie de dimensionarea SHEVS. Sprinklerele pot reduce de asemenea ameninţarea vieţii pompierilor prin controlul mărimii incendiului. Deschiderile de ventilare pot reduce ameninţarea vieţii pompierilor prin prevenirea posibilităţii de back-draft şi de asemenea prin reducerea posibilităţii pompierilor de a deveni dezorientaţi şi pierduţi în fum.

În practică, multe incendii sunt controlate de sprinklere, dar sunt stinse de pompierii şi sprinklerele care acţionează împreună. SHEVS pot constitui un ajutor extraordinar pentru pompieri. De asemenea SHEVS sunt utile numai pentru protecţia bunurilor când acţionează împreună cu pompierii. De aceea ele sunt privite ca un auxiliar la stingerea efectivă. Sprinklerele şi deschiderile de ventilare lucrează împreună, dar în absenţa intervenţiei pompierilor, în mare măsură, sunt la fel de eficiente ca în cazul în care acţionează numai sprinklerele. Dacă timpul de răspuns al pompierilor este de aşteptat să fie mare poate fi mai bine să se limiteze ventilaţia incendiului până la sosirea pompierilor şi se poate acţiona SHEVS printr-un buton manual.

Sprinklerele sunt eficiente la reducerea pierderilor cauzate de incendiu prin menţinerea focului la o mărime controlabilă sau la stingerea incendiului. Un SHEVS admite mai multe protecţii efective şi sisteme de stingere a incendiului pe căile de evacuare din clădiri. Este important că unde sunt amplasate împreună sprinklere şi SHEVS, eficienţa protecţiei la incendiu (care include acţiunea serviciilor de pompieri) este mărită şi nu redusă.

---

[3] SPRÍNKLER s.n. Extinctor automat în legătură cu un rezervor de apă sub presiune, care, în caz de incendiu, declanșează o stropire abundentă. [< engl., fr. sprinkler].

Dacă sunt prezente împreună sprinklere şi SHEVS, trebuie avut grijă să se asigure performanţa optimă a sistemului combinat.

8. Concluzii

■ SHEVS sunt privite ca un auxiliar la stingerea efectivă.
■ SHEVS ajută pompierii prin crearea unei zone fără fum.
■ SHEVS nu poate controla dezvoltarea incendiului.
■ SHEVS întârzie inundarea cu fum a clădirii şi întârzie creşterea temperaturii gazelor în stratul de fum ascendent termic.
■ În cazul în care pe lângă SHEVS sunt prezente şi instalaţiile de stingere cu sprinklere, trebuie să se asigure performanţa optimă a sistemului combinat.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Susan, O., Panaitescu,V., The principal risks caused by the fire*, University "Politehnica" of Bucharest, Scientific Bulletin, ISSN 1454-234x, Series C, vol. 69, no. 4, pp. 557-564, 2007.
[2] *Susan, O., Ţuleanu, C., Lazăr, D., The danger of smoke presence for the buildings occupants and its management in the event of a fire*, 3rd International Conference on Energy and Environment, University "Politehnica" of Bucharest, 2007.
[3] * * * SR EN 12101 (părţile 1-6), *Sisteme de control a fumului şi căldurii* (gazelor fierbinţi).
[4] Zgavarogea, I., *Ventilarea naturală, mijloc de evacuare a fumului din clădiri înalte.*
[5] Peacok, D.R., Portier, W.R., Reneke, A.P., National Institute of Standards and Technology – *Engineering Tools for Estimating Fire Growth and Smoke Transport*, 1998.

Drd.Ing. Victor-Mugur GRAURE, ofițer spec. pr.,
Inspectoratul General pentru Situaţii de Urgenţă, Bucureşti, membru AGIR
e-mail: victor_mugur82@yahoo.com
Drd.Ing. Ionuţ MITRAN, ofițer spec. pr.,
Inspectoratul General pentru Situaţii de Urgenţă, Bucureşti, membru AGIR
e-mail: mvionu@yahoo.com