

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND COMPORTAREA SISTEMELOR PENTRU FAȚADE, EXPUSE LA ACȚIUNEA FOCULUI

Ștefania RĂDULESCU

Ing., INCĐ URBAN-INCERC, Sucursala INCERC București, Secția: Performanțe durabile - siguranța la acțiuni extreme naturale și antropice și securitate la foc a construcțiilor, Laboratorul Securitatea la Foc a Construcțiilor, e-mail: stefania.radulescu@incerc2004.ro

Abstract. Visually, it is often the goal of any architecture to define a personality or individual character through the design of the façade. This face or skin, wrapped to the structural frame beneath, is often key to an architect's desire to evoke our emotions, instilling a sense of grandeur as if each new building were an artist's sculpture. In recent decades the desire for taller structures and, particularly, those that are competing for recognition to be among the tallest, if not the world's tallest, is reason to review the fire safety issues related to façade or curtain wall design. Additionally, due to the creativity of architects, new and unique façade designs are continually appearing. The risk of fire spread through articulated elements of the façade or vertically around the façade via the mechanism of flame leap, poses new concerns for the newest class of super high-rise structures. Our understanding of fire and its mechanisms of spread in buildings no longer eludes us, however, the risks of fire spread related to super high-rise buildings and the façades that define their character has not been well examined. Current code practices recognize the successful record of fully sprinkler protected high-rise buildings and only require that the void space between the curtain wall and the floor slab be resistive to fire spread using a perimeter fire barrier system.

Key words: facade, fire propagation, fire safety, risk assessment

1. Introducere

Cerința de calitate "Securitate la incendiu" a construcțiilor impune, pentru a fi satisfăcută, ca acestea să fie proiectate și executate astfel încât, în cazul inițierii unui incendiu, să se asigure următoarele obiective:

- menținerea capacității portante a construcției pentru o perioadă de timp determinată;
- limitarea producerii și propagării focului și fumului în interiorul construcției;
- limitarea propagării focului la construcțiile învecinate;
- intervenția pentru evacuarea, respectiv salvarea persoanelor surprinse în interiorul construcției;
- securitatea echipelor de intervenție.

Satisfacerea criteriilor și nivelurilor de performanță referitoare la cerința "securitate la incendiu" trebuie asigurată printr-un ansamblu de măsuri interdependente, referitoare la condiții de amplasare, configurare și conformare la foc a construcțiilor, la condiții de performanță pentru structuri, pentru produse, utilități și instalații, inclusiv pentru instalațiile de siguranță la foc.

Aceste măsuri fac obiectul reglementărilor tehnice specifice referitoare la amplasarea, proiectarea, execuția și exploatarea construcțiilor, elaborate sub autoritatea ministe relor de resort.

Produsele pentru construcții reprezintă, prin performanțele lor la foc, unul din factorii determinanți pentru:

- evaluarea dezvoltării unui incendiu într-o încăpere, inclusiv emisia de fum, propagarea focului și fumului în clădire și la construcțiile învecinate;

- evaluarea performanțelor la foc ale construcției și stabilirea regulilor de proiectare aferente diferitelor părți ale acesteia, relevante pentru siguranța la foc.

La stabilirea alcătuirilor constructive ce trebuie să atingă nivelurile de performanță la foc cerute, trebuie să se plece de la realitatea că incendiul este un accident, fiind urmarea unor disfuncții. Alcătuirile trebuie să rămână viabile pe durata de timp normată.

Comportarea construcției la incendiu este dependentă, pe lângă alți factori, de contribuția la incendiu a elementelor și părților de construcție, a materialelor și produselor pentru construcții, precum și de rezistența la acțiunea focului a unora dintre acestea.

Contribuția la incendiu și rezistența la acțiunea focului pe timpul unui incendiu sunt influențate de condițiile de inițiere și evoluție necontrolată a incendiului, estimarea comportării necesitând un set de ipoteze și condiții ale scenariului de incendiu.

Datorită faptului că inițierea și evoluția incendiilor este diferită, s-a impus ca determinarea comportării la foc a construcțiilor și a materialelor ce intră în alcătuirea lor să se facă în condiții specificate, prin expunerea la o sursă de aprindere cu ardere specificată, într-un context bine precizat.

Scopul general al legislației privind siguranța la foc este de a oferi siguranță vieții și suficientă protecție proprietății în caz de incendiu. Pentru a atinge acest scop sunt stabilite cerințele pentru structuri

(capacitatea portantă), materiale de construcție (prevenirea aprinderii și limitarea propagării focului, limitarea mărimii focului), modalitățile de evacuare și amplasare relativă a clădirilor (prevenirea propagării focului la alte clădiri învecinate), necesare pentru a defini modul în care acestea trebuie proiectate și executate conform destinației lor.

Regulile de proiectare structurală, inclusiv cele cu privire la foc, sunt prevăzute de Eurocoduri, în vigoare pe teritoriul țărilor membre UE. Obiectivul programului de Eurocoduri inițiat de Comisia Europeană este de a stabili un set armonizat de reguli tehnice pentru proiectarea construcțiilor și pentru lucrările de inginerie civilă. Aceste reguli au servit inițial ca alternativă la prevederile naționale ale țărilor membre UE, înlocuindu-le mai apoi pe acestea (SR EN 1991-1-2:2004/AC, 2009).

Sistemul de clasificare european nu include cerințe pentru toxicitatea produselor de combustie rezultate. În orice caz, toxicitatea produselor de combustie și aspectele legate de mediu ale produselor industriale, prezintă un interes crescând. De asemenea, o importanță tot mai mare se acordă tipului și concentrațiilor produselor rezultate prin arderea materialelor de construcție. Este necesar ca și aceste aspecte să fie su-puse unor acțiuni legislative.

Propagarea flăcării pe suprafața unui corp solid și existența materialelor combustibile sunt factori importanți în problematica siguranței la foc deoarece influențează dezvoltarea inițială a focului și rata emisiei de căldură. Într-un incendiu de incintă, primul obiect care ia foc este, de obicei, singular. Dacă el este situat în apropierea unui perete acoperit cu un material combustibil, placarea peretelui se poate aprinde și întreține focul. În acest caz, extinderea flăcării pe verticală este semnificativă și rapidă.

Propagarea și creșterea focului au fost extensiv studiate pe parcursul anilor 1980-1990. De exemplu, programul de cercetare EUREFIC (European Reaction to Fire Classification) a oferit informații valoroase privind evaluarea plăcilor de suprafețe (EUREFIC Seminar, 1991). În cadrul acestui program s-au efectuat teste la scară mare de către trei laboratoare: VTT-Finlanda, NBL-Norvegia și SP-Suedia în vederea colectării de date pentru dezvoltarea unui model de predicție a creșterii focului în testele de propagare a focului în colțul încăperilor (ISO DIS 9705) pe baza rezultatelor testelor de calorimetrie (ISO DIS 5660).

Modelele de propagare a incendiului și de creștere a focului sunt de complexitate variabilă, de la simple corelații empirice la abordări ce rezolvă ecuațiile bazice de conservare din chimia fazei gazoase și fazei solide.

2. Istoric

Câteva grupuri de cercetători din diferite țări au studiat aspectele legate de siguranța la foc la fațade și plăcări exterioare de pereți. Wade și Clampett (2000) au elaborat recent o trecere în revistă comprehensivă a testelor la foc și a cerințelor cu privire la plăcările exterioare.

Testarea fațadelor are o îndelungată istorie în Suedia. În 1958, Johanesson și Larsson au efectuat teste la scară normală și la scară de laborator pentru a examina posibila extindere și metodele de utilizare a materialelor combustibile la pereți exteriori neporanți în clădiri rezistente la foc.

Ondrus și Pettersson au efectuat teste la foc asupra câtorva tipuri de sisteme de izolație adițională aplicate pe fațadele unor clădiri multi-etajate. Scopul acestor teste a fost studierea riscului crescut de propagare a focului de-a lungul fațadei și prin ferestre la nivelurile situate deasupra încăperii în care s-a generat incendiul primar. Ca urmare a acestor studii s-au formulat criteriile de acceptare pentru plăcările exterioare. În prezent, aceste criterii se aplică rezultatelor testelor corespunzătoare standardului suedez de testare la foc a fațadelor, SP FIRE 105 (Swedish National Testing and Research Institute, 1994).

În Canada, McGuire (1967) a studiat caracteristicile răspândirii pe verticală a flăcărilor la materialele de placare exterioară încă din anii 1960. El a observat două modele diferite de comportament al fațadelor: fie materialul de placare propagă decisiv flăcările în sus la scurt timp după aprindere, fie are o contribuție redusă la aprinderea sursei de incendiu.

Harmanthy (1974) a sugerat pentru fațade deflectoare de flacără pentru a preveni creșterea focului dintr-o incintă la alte apartamente dintr-o clădire. Deflectoarele de flacără sunt panouri ușoare din metal montate deasupra ferestrelor, ținute în poziție verticală de un dispozitiv de prindere fuzibil. În caz de incendiu deflectoarele cad într-o poziție orizontală atunci când sunt activate de flăcările care ies de la fereastra de dedesubt.

Oleszkiewicz (1990, 1991) a studiat transferul termic de-a lungul suprafeței afectate a fațadei de către incendiul propagat printr-o fereastră. Astfel, el a recunoscut trei factori importanți care influențează nivelul de expunere termică a peretelui exterior: rata de transfer termic a incendiului, dimensiunile ferestrei și geometria fațadei.

Rogowski *et al.* (1988) au efectuat teste la scară mare pe numeroase izolații pentru pereții exteriori în Marea Britanie. Ulterior au fost comparate extinderea incendiului interior și exterior, precum și gradul de degradare. Pe baza rezultatelor acestei serii de teste

au fost elaborate o serie de recomandări privind proiectarea diverselor tipuri de placări, în vederea reducerii riscului de extindere a incendiilor pe verticală.

În Japonia, Hokugo *et al.* (2000) au studiat propagarea flăcării în sus, pe verticală, prin balcoane. Au fost formulate patru modele de propagare a focului.

Un alt studiu din Japonia, efectuat de Suzuki *et al.* (2000), s-a ocupat de influența adâncimii balconului asupra flăcărilor emise prin deschiderea camerei în care a fost inițiat incendiul.

Klopovic și Turan (2001a) au raportat de curând rezultatele unei serii de teste efectuate în Australia asupra posibilității de extindere a unor incendii pe exteriorul unei fațade incombustibile. În ce-a de-a doua parte a studiului au fost comparate caracteristicile zonei de piroliză (preconizate și obținute experimental). De asemenea, au fost studiate timpii la care au cedat vitrajele și rata de transfer termic a suprafeței externe (Klopovic și Turan, 2001b).

În Finlanda cercetările privind extinderea pe verticală a incendiilor pe fațade s-a concentrat mai ales în domeniul produselor lemnoase (Kokkala *et al.*, 1997; Hakkarainen *et al.*, 1997).

Dezvoltarea standardelor internaționale de testare la scară intermediară și la scară naturală (ISO 13785-1, 2002) a fațadelor este în plină desfășurare în cadrul ISO (International Organization for Standardization). Întrucât primele variante ale acestor standarde nu includ criteriile de performanță necesare a fi atinse, principiile de evaluare și cerințele specifice vor trebui elaborate de către autoritățile naționale.

La nivel european este în lucru în CEN TC127 (European Committee for Standardization, Technical Committee 127-Fire safety in buildings) un test pentru fațade și sisteme de pereți-cortină.

3. Aspecte particulare privind comportarea pereților cortină

Pereții cortină sunt o combinație complexă de componente ce include cadre de aluminiu, sticlă, metal sau piatră, garnituri de etanșare, chituri și ancore sau conectori din aluminiu sau oțel.

Posibilitatea utilizării acestor tipuri de pereți cortină oferă arhitecților libertatea de a proiecta fațade cu un aspect unic. Elementele cheie care implică rezistența la foc a unui sistem de pereți cortină sunt evidențiate și pot fi utile, atunci când este nevoie să se asigure o protecție sporită sau să se evalueze performanțele unui astfel de sistem în situația în care este supus unei expuneri necontrolate la căldură/flăcără. Cel mai important concept constă în faptul că evaluarea

riscului pentru clădirile înalte implică luarea în considerare a anumitor factori ce includ: proiectarea sistemelor de sprinklere, operativitatea pompierilor, destinația spațiilor din cadrul clădirii și riscurile asociate, modul de organizare a planului de evacuare, caracteristicile compartimentării clădirii și situațiile avute în vedere la evaluare riscurilor.

O evaluare corespunzătoare a acestor factori de risc va face posibilă selectarea unei structuri a peretelui cortină care să îndeplinească ambele obiective, atât cel estetic cât și cel legat de siguranța la foc a clădirilor cu înălțime mare.

Având în vedere expunerea la un incendiu complet dezvoltat într-un spațiu sau într-o incintă (de exemplu atunci când sistemul de sprinklere nu funcționează), clădirea fiind prevăzută cu pereți cortină, este de așteptat ca în câteva minute sticla să cedeze. Odată cu cedarea sticlei flăcările se extind spre exterior, diferitele componente ale pereților cortină și ale sistemului perimetral de barieră de foc sunt supuse forțelor termice și ale degradării, având ca rezultat extinderea incendiului la etajele superioare. Natura proiectării pereților cortină va dicta capacitatea relativă de a rezista la extinderea incendiului etaj cu etaj. Factorii cheie ce au impact asupra rezistenței pereților cortină la o împrăștiere verticală a incendiului sunt:

- înălțimea suprafețelor vitrate;
- natura sticlei utilizată pentru realizarea vitrajului;
- natura componentelor peretelui cortină;
- existența unor elemente de protecție orizontale care pot diminua sau influența comportamentul flăcării;
- geometria peretelui cortină;
- existența altor deschideri – dimensiunile lor, orientarea (verticală sau orizontală);
- capacitatea barierei perimetrului de incendiu de a rămâne integritate pe durata expunerii la foc.

Proiectarea grinzilor de cuplare va limita extinderea flăcărilor și va reduce fluxul de căldură în zona superioară prin furnizarea unei suprafețe ce va bloca transferul de căldură. Construcția grinzii de cuplare poate fi un factor important al performanței sistemului perimetral de barieră de foc. Cadrele tipice de aluminiu ale pereților cortină utilizează grinzi de cuplare ce solicită ca sticla să fie izolată corespunzător folosind vată minerală și nu fibre de sticlă (ce se vor topi). În plus, montanții de aluminiu au nevoie de izolare, în caz contrar cadrul de aluminiu topindu-se și distanțându-se de perete. Panourile prefabricate oferă avantajul unei rezistențe foarte ridicate la expunerea la căldură și oferă rigiditate suprafeței pentru o poziționare sigură sau o ajustare prin comprimare a sistemului perimetral de barieră de foc în golul dintre panoul prefabricat și planșeu. Panourile metalice ale pereților cortină, atunci când sunt supuse căldurii

focului, se pot deforma, permițând dezvoltarea golurilor la nivelul sistemului perimetral de barieră de foc, fiind necesare măsuri suplimentare pentru a rigidiza aceste panouri.

Geometria construcției și proiecțiile exterioare ale pereților cortină sau ale elementelor structurale ale clădirii pot avea un efect benefic sau negativ asupra extinderii flăcărilor și a expunerii la fluxul de căldură a elementelor pereților cortină mai presus de comportarea la foc.

Acestea pot fi importante dacă sunt utilizate ferestre sau deschideri pentru ventilație. Bineînțeles, orice deschidere poate fi un pasaj nerestricționat pentru flăcărilor și gazele fierbinți ale unui incendiu de la un etaj inferior.

Mai mulți factori trebuiesc luați în considerare în evaluarea riscului de extindere a incendiului către fațada clădirii, dar nu în mod limitativ:

- sisteme de siguranță automate de sprinklere;
- capacitatea de răspuns a pompierilor;
- înălțimea clădirii;
- considerații legate de ocuparea clădirii (de ex. birouri, spitale, locuințe, societăți comerciale);
- caracteristici legate de compartimentarea clădirii;
- strategii de evacuare a clădirii;
- riscul de producere a unui incendiu (de ex. prezența materialelor combustibile);
- evaluarea amenințării securității prin scenarii.

Câteva caracteristici de bază ale construcțiilor și destinațiile acestor spații ce pot avea un impact în evaluarea riscurilor sunt:

- ansamblul cu destinație mixtă – prezintă un grad mare de ocupare. Deseori această ocupare este întâlnită la nivelele superioare ale clădirilor de tip zgârie-nori.
- ansamblul de locuințe tip bloc turn – conceptul de „apărare la fața locului” (defend-in-place) a fost utilizat în clădirile de apartamente construite să reziste la foc, unde este mai sigur să rămâi în apartament decât să încerci să părăsești clădirea. Comportamentul uman a fost invocat în mai multe ocazii ca având un rol important în producerea de victime sau decese în cazul acestui tip de ansamblu de locuințe. În acest sens s-a pus sub semnul întrebării cât de indicată este, în cazul unor incendii, evacuarea ocupanților din ansamblurile de locuințe sau hoteluri. Frecvent, ocupanții care au rămas în apartamentele sau camerele lor de hotel au fost în siguranță în timp ce aceia care au fost evacuați au devenit victime. În situația producerii unui incendiu în astfel de ansambluri de locuințe ce nu sunt prevăzute cu sisteme de sprinklere menținerea unor zone sigure la nivel

de etaj pentru ocupanți, poate reprezenta o necesitate.

- dotările spitalelor – acestea sunt dotările în care ocupanții pot beneficia de asistență din partea personalului atunci când din cauza unor afecțiuni fizice nu se pot deplasa pentru a fi evacuați. Aceasta poate fi o situație extremă care implică o evaluare atentă a riscurilor în cazul producerii unui incendiu. Leșirile de urgență pe orizontală, atunci când un etaj este împărțit în două zone de incendiu sunt utilizate frecvent în spitale și pot fi un factor de atenuare în evaluarea riscului la care sunt supuși ocupanții.
- clădiri foarte înalte – sunt clădiri cu un grad mare de ocupare și care presupun un timp lung de evacuare totală (mai mare de o oră). În situația dezvoltării unui incendiu la partea superioară a unei clădiri ce nu este dotată cu sisteme de sprinklere, extinderea incendiului pe verticală va afecta un număr mare de ocupanți chiar dacă este vorba de un singur eveniment.

Clădirile rezidențiale sunt în general structuri bine compartimentate. În cazul unei defecțiuni la sistemul de sprinklere și o răspândire a incendiului la o locuință de la etajul de mai sus nu se va propaga cu rapiditate datorită zidurilor de incintă rezistente la foc. Această situație se aplică în cazul structurării pe verticală a clădirilor. În schimb atunci când este vorba de un spațiu cu o destinație multiplă dezvoltat în plan orizontal, pericolul extinderii rapide a unui incendiu crește deoarece nu beneficiază de subdiviziuni care să asigure o izolare pasivă a focului.

Înțelegerea mecanismelor de producere și extindere a unui incendiu în clădiri nu mai reprezintă o noutate, însă riscul de propagare a unui incendiu în cazul clădirilor înalte, cu o anumită structură a fațadei, nu a fost încă bine analizat. Codurile de practică curente recunosc eficiența înregistrată de clădirile prevăzute cu sisteme de sprinklere, care necesită ca spațiul gol dintre peretele cortină și planșeu să utilizeze un sistem perimetral de barieră de foc care să asigure o rezistență la extinderea incendiului.

La noi în țară s-au efectuat o serie de studii și cercetări privind aspectele prezentate mai sus în anii 1990. Lipsa unui standard de încercare european legat de problematica în discuție precum și lipsa legislației armonizate privind metodologia de testare, ne-au condus la concluzia că este necesară și relevantă evidențierea comportării acestui tip particular de element de construcție (pereții cortină) la testarea „in situ”, la scară naturală.

Mecanismele de propagare a flăcărilor pe suprafața verticală a fațadelor depind de numeroși factori, dintre care cei mai importanți sunt:

- prezența materialelor combustibile;
- existența cavitațiilor ca parte a sistemului de placare exterioră sau ca defecte/degradări locale ale produselor utilizate la placare (Colwell, 2009).

În condițiile unui incendiu de fațadă flăcările se pot extinde pe o înălțime de cinci până la zece ori mai mare decât înălțimea inițială a flăcării, indiferent de natura materialelor din care este alcătuit sistemul de fațadă (Fig.1).

Un foc real produs într-o încăpere crește, evoluează și se stinge în directă corelație cu echilibrul masic și energetic din compartimentul în care se produce. Energia dezvoltată depinde de tipul și cantitatea de combustibil disponibil și de condițiile de ventilare (Wei și Mäkeläinen, 2003).

În faza pre-flashover temperatura în cameră este redusă iar focul are încă un caracter local (minimal). Această perioadă este, de obicei, deosebit de

importantă pentru evacuare și combaterea focului. De obicei nu produce efecte asupra structurilor.

4. Concluzii

După producerea flash over-ului, focul intră în faza de dezvoltare completă, în care temperatura camerei crește rapid iar incinta este cuprinsă de fum. În timpul acestei faze se ating cele mai ridicate temperaturi, cea mai mare rată de încălzire și cele mai înalte flăcări. Toate acestea reprezintă riscuri pentru menținerea integrității structurii și pentru propagarea incendiului la restul construcției.

Faza de stingere este definită formal ca fiind intervalul de după reducerea temperaturii la 80% din valoarea maximă; în această fază temperatura prezintă o descreștere lentă și este, de asemenea, importantă din cauza existenței unor materiale de construcție cu o încălzire latentă.

Protecția la foc a construcțiilor include două categorii de măsuri de siguranță: prevenirea producerii incendiilor (destinată reducerii riscului de apariție a incendiilor) și măsuri de atenuare/diminuare a efectelor incendiilor, în cazul producerii acestora.

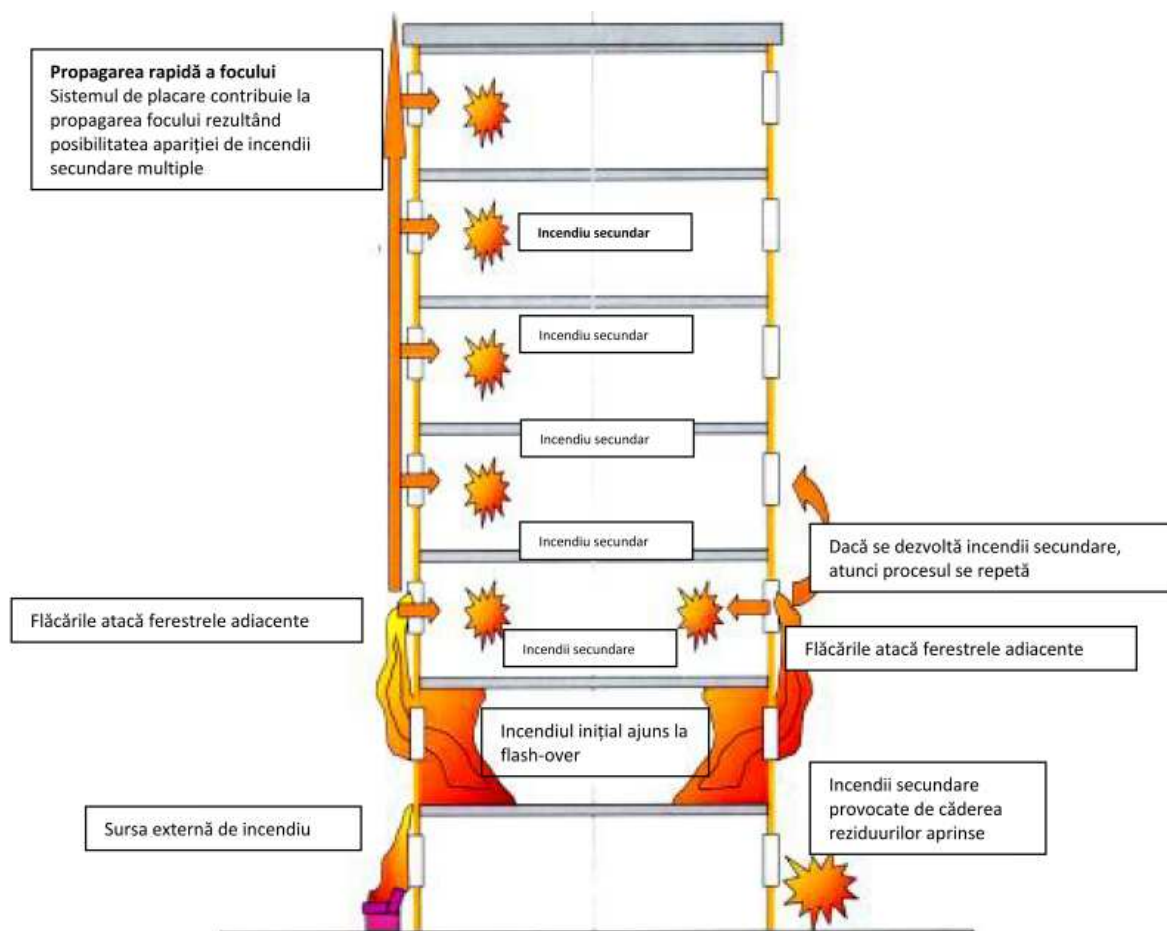


Fig.1. Extinderea flăcărilor la fațadă în cazul unui incendiu produs în interiorul unei încăperi –dezvoltarea incendiilor secundare

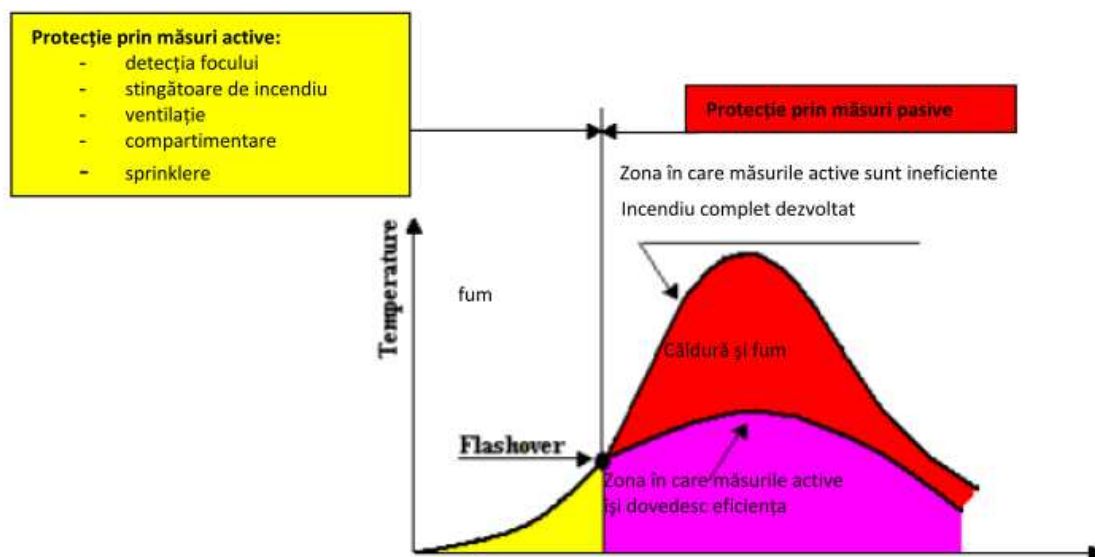


Fig.2. Evoluția incendiului și protecția la foc

Prevenirea producerii incendiilor include eliminarea sau îndepărtarea posibilelor surse de aprindere. Măsurile cuprinse în această activitate pot fi active și pasive, în funcție de faza de dezvoltare a focului în care pot fi aplicate (Fig. 2).

Măsurile active (Boresi *et al.*, 1993) includ detecția și sistemele de alarmare, stingătoarele de incendiu, mecanismele de control al fumului, toate acestea putând fi activate manual sau automat. Detecția și combaterea timpurie pot conduce la diminuarea riscului de producere a pagubelor sau a pierderilor umane.

Măsurile pasive includ protecția structurală la foc, dispunerea căilor de evacuare, a căilor de acces pentru pompieri precum și controlul materialelor de construcție combustibile (Barsom și Rolfe, 1999). Astfel, în zona pre-flashover, metodele de protecție pasivă includ alegerea unor materiale de construcție corespunzătoare și a unor finisaje interioare care nu contribuie la propagarea rapidă a incendiului în perioada de creștere a acestuia.

În stadiul post-flashover, măsurile pasive sunt oferite de structuri și ansambluri proiectate astfel încât să aibă suficientă rezistență la foc pentru a preveni atât propagarea focului cât și colapsul structurii. Măsurile de prevenire a propagării incendiului includ și ele, la rândul lor, modalități de control a propagării în incinta de origine, la încăperile adiacente, la celelalte niveluri și la clădirile învecinate. Cea mai importantă componentă a măsurilor pasive o reprezintă rezistența la foca structurii.

Volumul din ce în ce mai mare de construcții înalte neetajate și etajate, noi și existente, anvelopate în sisteme de închideri structurale sau nestructurale (cu zidării sau elemente de „umplură” sau în sisteme de pereți cortină) precum și unele evenimente de incendiu, impun studierea propagării incendiului pe verticală și a

dezvoltării focului interior, în compartimente izolate și posibilitățile de extindere pe verticală.

Din punct de vedere vizual, deseori scopul arhitecturii unui zgârie-nori este de a-și defini o personalitate sau un caracter individual prin design-ul fațadei. Această „față”, înfășurată pe structura de rezistență, este deseori cheia prin care arhitectul dorește să ne evoce emoții, însuflându-ne grandoare, de parcă fiecare dintre acești zgârie-nori ar fi sculptura unui artist.

Într-adevăr, o simplă vizită în orice bibliotecă și răsfoitul cărților având ca temă arhitectura acestor construcții ne oferă pagină după pagină de fotografii care prezintă sute de astfel de structuri, fiecare cu un aspect și o personalitate unice, reflectând-o pe cea a arhitecților și inginerilor care au imaginat și creat fiecare clădire.

În ultimele decade dorința de a ridica structuri tot mai înalte și, în mod particular, a celor ce concurează să ajungă printre cele mai înalte, este un motiv pentru a trece în revistă problemele legate de securitatea la foc a fațadelor sau pereților-cortină. În plus, datorită creativității arhitecților, apar design-uri noi și unice de fațade. În 2005, la al 7-lea Congres al Consiliului pentru Clădiri Înalte și Habitat Urban (CTBUH) au fost prezentate numeroase proiecte unice cu fațade complexe. Acestea diferă mult de fațadele tradiționale verticale, continue, utilizând deseori suprafețe curbe sau planuri înclinate care complică elementele de legătură ale fațadelor și detaliile ascunse al ansamblurilor de tip barieră de incendiu.

În prezent se implementează pe scară din ce în ce mai largă sisteme de pereți-cortină dubli, în care doi pereți vitrați sunt situați la distanțe mai mici de 1 m unul de altul. Aceste creații noi ridică noi probleme legate de comportarea la foc. Riscul propagării focului prin

elementele articulate ale fațadei sau vertical pe suprafață formulează noi întrebări legate de acest subiect. Neliniștile sunt legate de capacitatea de răspuns a departamentelor de pompieri, fiabilitatea sprinklerelor și a surselor de apă asociate, precum și de caracteristicile clădirii și ale ocupanților săi.

Studierea propagării focului se impune ca o necesitate, având în vedere incendiul ca acțiune complexă asupra construcțiilor și a efectelor pe care le produce. De aceea în cadrul Laboratorului Securitatea la Foc a Construcțiilor s-au efectuat două determinări experimentale, având drept scop determinarea parametrilor optimi de testare, a pozițiilor optime de montare a termocuplurilor și a celorlalte aparate de măsură și control, precum și a mecanismelor de propagare a flăcărilor pe fața de vitrate, în condiții de ventilație naturală.

Testele efectuate au demonstrat că bariera perimetrală a avut cel mai important rol în împiedicarea propagării flăcărilor pe verticală. Faptul că aceasta a rămas integră a diminuat considerabil riscurile de extindere ale incendiului sau de generare de incendii secundare.

Evenimentele au demonstrat succesul în cazul clădirilor total protejate prin sisteme de sprinklere sau al celor în care spațiul dintre peretele cortină și

planșeu a fost corect etanșat de bariera perimetrală. Acestea par a fi condițiile în care arhitecții își pot pune în practică ideile novatoare de design.

Trebuie avute permanent în vedere la stabilirea riscurilor într-o clădire înaltă aspecte precum concepția și realizarea sistemelor de stingere automată a incendiilor, capacitatea de răspuns a departamentului pompierilor, gradul de ocupare al clădirii și încărcarea asociată, conceptul de evacuare, compartimentarea și, nu în ultimul rând, scenariile de evaluare a unor amenințări a securității.

Evenimentele au demonstrat succesul în cazul clădirilor total protejate prin sisteme de sprinklere sau al celor în care spațiul dintre peretele cortină și planșeu a fost corect etanșat de bariera perimetrală. Acestea par a fi condițiile în care arhitecții își pot pune în practică ideile novatoare de design.

Trebuie avute permanent în vedere la stabilirea riscurilor într-o clădire înaltă aspecte precum concepția și realizarea sistemelor de stingere automată a incendiilor, capacitatea de răspuns a departamentului pompierilor, gradul de ocupare al clădirii și încărcarea asociată, conceptul de evacuare, compartimentarea și, nu în ultimul rând, scenariile de evaluare a unor amenințări a securității.



Fig. 3. Vedere de ansamblu a fațadei testate



Fig. 4. Colapsul vitrajului

BIBLIOGRAFIE

- Barsom J. M., Rolfe S. T. (1999), *Fatigue and Fracture Control in Structures: Application of Fracture mechanics*, Third edition, American Society for Testing and Materials (ASTM), USA.
- Boresi A. P., Schmidt R. S., Sidebottom O. M. (1993), *Advanced Mechanics of Materials*, Fifth edition, John Wiley and Sons.
- Colwell S. (2009), *The Fire Performance of Building Envelopes, The UK Experience*, disponibil la http://www.vpgt.lt/vpgt/m/m_files/wfiles/file733.pdf
- EUREFIC Seminar (1991), *Presentations*, Interscience Communications, Londra.
- Hakkarainen T., Oksanen T., Mikkola E. (1997), *Fire behaviour of facades in multi-storey wood-framed houses*, VTT Research Notes 1823, Technical Research Centre of Finland, Espoo.
- Harmanthy T. Z. (1974), *Flame deflectors*, National Council of Canada, Division of Building Research, Ottawa.
- Hokugo A., Hasemi Y., Hayashi Y., Yoshida M. (2000), *Mechanism for the upward fire spread through balconies based on an investigation and experiments for a multi-storey fire in high-rise apartment building*, International Association for Fire Safety Science, pag. 649-660.
- ISO 13785-1 (2002), *Reaction-to-fire tests for façades. Part 1: Intermediate-scale test, Part 2: Large-scale test*.
- Klopovic S., Turan O. F. (2001a), *A comprehensive study of external venting flames. Part 1: Experimental plume characteristics for through-draft and no-through-draft ventilation conditions and repeatability*, Fire Safety Journal **36(2)**:99-133.
- Klopovic S., Turan O. F. (2001b), *A comprehensive study of external venting flames. Part 2: Plume envelope and centre-line temperature comparisons, secondary fires, wind effects and smoke management system*, Fire Safety Journal **36(2)**:135-172.
- Kokkala M., Mikkola E., Immonen M., Juutilainen H., Manner P., Parker W. J. (1997), *Large-scale upward flame spread tests on wood products*, VTT Research Notes 1834, Technical Research Centre of Finland. Espoo.
- McGuire J. H. (1967), *The flammability of exterior claddings*, Fire Technology **3(2)**:137-141.
- Oleszkiewicz I. (1990), *Fire exposure to exterior walls and flame spread on combustible cladding*, Fire Technology **26(4)**:357-375.
- Oleszkiewicz I. (1991), *Vertical separation of windows using spandrel walls and horizontal projections*, Fire technology **27(4)**:334-340.
- Rogowski B. F. W., Ramaprasad R., Southern J. R. (1988), *Fire performance of external thermal insulation for walls of multi-storey buildings*, BRE Report 135, BRE, Fire Research Station.
- SR EN 1991-1-2:2004/AC (2009), *Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-2: Acțiuni generale - Acțiuni asupra structurilor expuse la foc*.
- Suzuki T., Sekizawa A., Yamada T., Yanai E., Satoh H., Kurioka H., Kimura Y. (2000), *An experimental study of ejected flames of a high-rise building-Effects of depth of balcony on ejected flames*, Proceedings of the Fourth Asia-Oceania Symposium of Fire Science and Technology, Tokyo, Japan, pag. 363-373.
- Swedish National Testing and Research Institute (1994), SP FIRE 105. *External wall assemblies and façade claddings – reaction to fire*, issue no. 5.
- Wade C. A., Clampett J. C. (2000), *Fire performance of exterior claddings*, Building research Association of New Zealand, Judgeford.
- Wei L., Mäkeläinen P. (2003), *Advanced Steel Structures*, <http://www.scribd.com/doc/21646009/Advanced-Steel-Structures-fire-Design>.