

PRELEGerea 6

MĂSURI DE PROTECȚIE LA INCENDIU A CONSTRUCȚIILOR REFERITOARE LA CLĂDIRI

Generalități

Atingerea obiectivelor securității la incendiu, când acesta se produce, în cazul construcțiilor, se poate realiza prin aplicarea unei strategii care stabilește că toate construcțiile trebuie să fie proiectate, executate și exploatate astfel încât, pe toată durata vieții acestora, să se asigure:

- stabilitatea construcției în situația de incendiu, un timp normal;
- preîntâmpinarea propagării incendiului la exteriorul construcției (a fumului, gazelor și temperaturii);
- preîntâmpinarea propagării incendiului la interiorul construcției (limitarea inițierii și dezvoltării incendiului, precum și a propagării lui și a efluenților);
- securitatea persoanelor la evacuare în situația de incendiu, un timp normal;
- securitatea forțelor de intervenție.

Strategia poate fi pusă în aplicare prin crearea și aplicarea *sistemului de protecție la incendiu*, combinând *sistemul de protecție pasivă la incendiu* cu *sistemul de protecție activă la incendiu*.

6.1 Stabilitatea construcției în situația de incendiu

Generalități

Stabilitatea construcției în situația de incendiu este caracteristica acesteia de a-și păstra capacitatea portantă un timp normal, considerat din momentul izbucnirii incendiului până în momentul colapsului (parțial sau total), ca urmare a efectelor incendiului (figura 6.1).



- pierderea stabilității

(*Fire resistance and fire testing, Sheffield fire course, 2002*)



- menținerea stabilității

(*Jean-Baptist Schleich, Handbook 5, 2005*)

Figura 6.1 Stabilitatea construcțiilor în situația de incendiu

Asigurarea stabilității construcției în situația de incendiu urmărește:

- pentru produsele cu rol în satisfacerea cerinței esențiale *securitatea la incendiu*, îndeplinirea funcțiilor specifice (un timp normal);
- pentru persoanele și forțele de intervenție, asigurarea securității (cât se presupune că acestea staționează în clădire);
- pentru clădire, evitarea prăbușirii acesteia (în vederea recuperării și punerii rapide în funcțiune).

În cazul unui incendiu real, stabilitatea la foc a construcției depinde de mai mulți factori: modul de amplasare și geometria în plan a construcției, natura, alcătuirea și dimensiunile elementelor de construcții, comportarea structurii portante, reacția și rezistența la foc a produselor de construcții, viteza și durata arderii, măsurile de preîntâmpinare a propagării incendiului, dotarea cu mijloace tehnice de prevenire și stingere a incendiilor, posibilitățile pentru ventilarea și disiparea căldurii etc..

În România, în mod tradițional, stabilitatea la foc a unei construcții aflate în situația de incendiu se aprecia, post-incendiu, cu calificative precum: *foarte bună, bună/corespunzătoare, satisfăcătoare, nesatisfăcătoare* (calificativul încă mai trebuie specificat în scenariul de securitate la incendiu).

În România, noua abordare a stabilității la foc a construcțiilor aflate în situația de incendiu se bazează pe codurile europene pentru calculul la foc al structurilor construcțiilor (EC0, EC1, EC2, EC3, EC4, EC5, EC6, EC9 părțile 1.2).

Situația cea mai nefavorabilă din punctul de vedere al securității la incendiu este colapsul construcției înaintea evacuării utilizatorilor.

6.2 Preîntâmpinarea propagării incendiului la exteriorul construcției

Generalități

Preîntâmpinarea propagării incendiului la exteriorul construcției se realizează prin impunerea valorii corespunzătoare pentru:

- distanța de siguranță între compartimentele de incendiu;
- rezistența la foc a fațadelor și acoperișurilor.

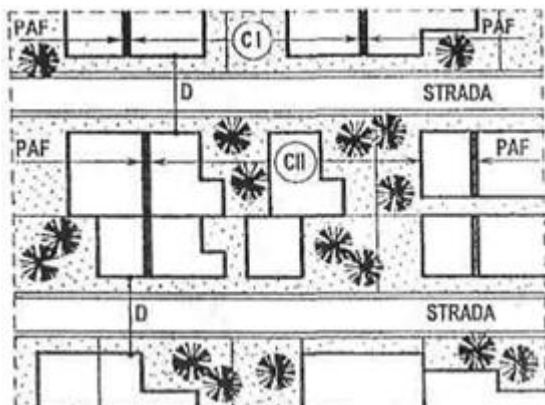
6.2.1 Distanțe de siguranță între compartimentele de incendiu

Construcțiile civile și/sau industriale supraterane se amplasează, de regulă, grupat/comasat, la *distanțe de siguranță* între ele, în limitele unui *compartiment de incendiu* cu aria construită admisă, A_c (dată de sumarea ariilor construite efectiv) funcție de *gradul de rezistență la foc asociat, numărul nivelurilor* și, eventual, *riscul la incendiu*, astfel încât să nu se pună în pericol alte construcții, instalații sau vecinătăți, prin incendiere sau prăbușire, tabelul 6.1, figura 6.2a (cu notațiile: DN-drum național, PAF-perete antifoc, C1÷Cn-compartiment de incendiu, D-distanță normată, UAF-ușă antifoc, PRF-perete rezistent la foc, Îi-învelitoare incombustibilă).

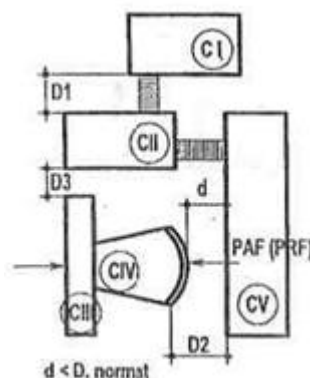
Construcțiile independente se amplasează cu respectarea *distanței minime de siguranță*, tabelul 6.1, figura 6.2b, sau prevederea unor *pereți antifoc/rezistenți la foc* (proiecți după densitatea maximă a sarcinii termice din grupare/comasare).

Tabelul 6.1 Distanțe minime de siguranță între construcții (P 118-99)

Gradul de rezistență la foc asociat	Distanțe minime de siguranță între construcții		
	I, II	III	IV, V
I, II	6	8	10
III	8	10	12
IV, V	10	12	15



a. construcții grupate/comasate



b. construcții independente

Figura 6.2 Distanțe de siguranță între compartimentele de incendiu (MP008-2000)

6.2.2 Rezistența la foc a fațadelor și acoperișurilor

Limitarea propagării incendiilor la exteriorul construcției se realizează prin:

- prevederea unor elemente de construcții, exterioare acestora, care să împiedice propagarea incendiului pe verticala și/sau orizontala sa (figura 6.3):

- balcoane și parapete incombustibile, pentru împiedicarea propagării flăcărilor de la un etaj la altul;

- lamele verticale din materiale incombustibile (în general din beton), pentru împiedicarea propagării flăcărilor de la încăperea incendiată la alta alăturată;

- prevederea unor distanțe minime de siguranță la fațadele clădirilor în formă de L sau U (exemplu, conform P 118-99: distanța dintre golurile din pereții adiacenți trebuie să fie minimum 4 m, iar când se prevăd goluri funcționale la distanțe mai mici de 4 m, acestea trebuie protejate cu elemente rezistente la foc minimum 45 min, figura 6.3);

- alegerea unor materiale sau soluții, la executarea acoperișului și învelitorii, care să realizeze performanța de reacție la foc impusă, prin:

- utilizarea materialelor incombustibile: tablă, plăci ceramice, piatră;

- alegerea materialelor combustibile performante privind reacția la foc: cazul panourilor de învelitoare cu termoizolație combustibilă, lemn etc.;

- termoprotecția materialelor combustibile până la încadrarea în clasa de reacție la foc prescrisă în reglementări;

- executarea fâșiilor incombustibile în termoizolațiile combustibile;

- utilizarea materialelor incombustibile la realizarea luminatoarelor și cupolelor etc..

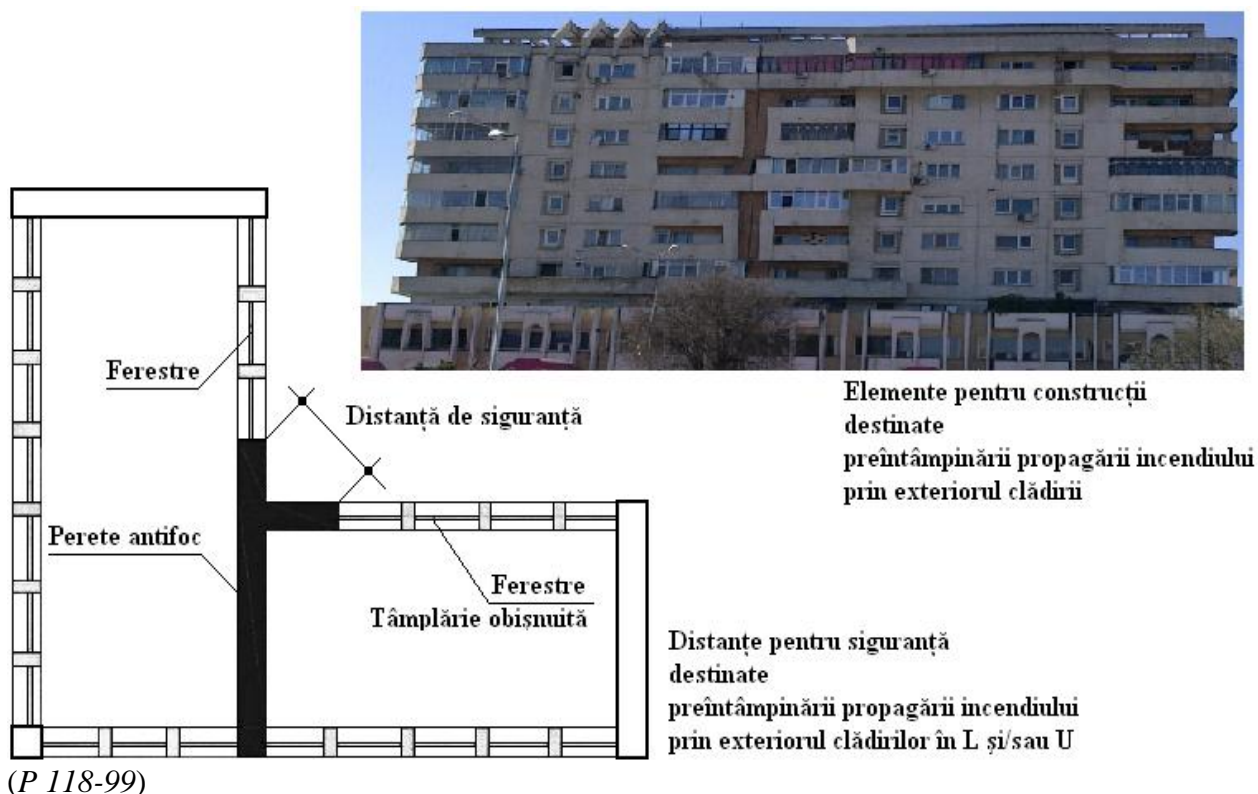


Figura 6.3 Distanțe de siguranță prevăzute la preîntâmpinarea propagării incendiilor pe fațade

6.3 Preîntâmpinarea propagării incendiului la interiorul construcției

Generalități

Preîntâmpinarea propagării incendiului la interiorul construcției se realizează prin:

- compartimentarea construcției la incendiu;
- controlul fumului și gazelor fierbinți produse de incendiu;
- termoprotecția produselor de construcții combustibile;
- utilizarea instalațiilor de stingere a incendiilor pentru protecție.

6.3.1 Compartimentarea construcției la incendiu

Compartimentul de incendiu (raportat la interiorul construcției) este construcția sau partea construcției conținând una sau mai multe încăperi și/sau spații, delimitată prin elemente de construcții destinate izolării de restul clădirii (numite *antifoc*), în scopul limitării propagării incendiului pentru un timp normal; compartimentul de incendiu se încadrează în limitele unei arii construite admise (pentru clădirile civile și/sau industriale supraterane), A_c , funcție de *gradul de rezistență la foc asociat*, *numărul nivelurilor* și, eventual, *riscul la incendiu*, figura 6.4 (cu notațiile: C1÷Cn-compartiment de incendiu, PAF-perete antifoc, UAF-ușă antifoc, PRF-perete rezistent la foc, Îi-învelitoare incombustibilă).

Compartimentul de incendiu la clădirile înalte sau foarte înalte poate fi un volum închis, cu 1÷3 niveluri succesive, delimitat de planșee *antifoc*, cu rezistența la foc corespunzătoare, având aria construită conform compartimentului de incendiu admis pentru construcțiile civile și gradul de rezistență la foc asociat I.

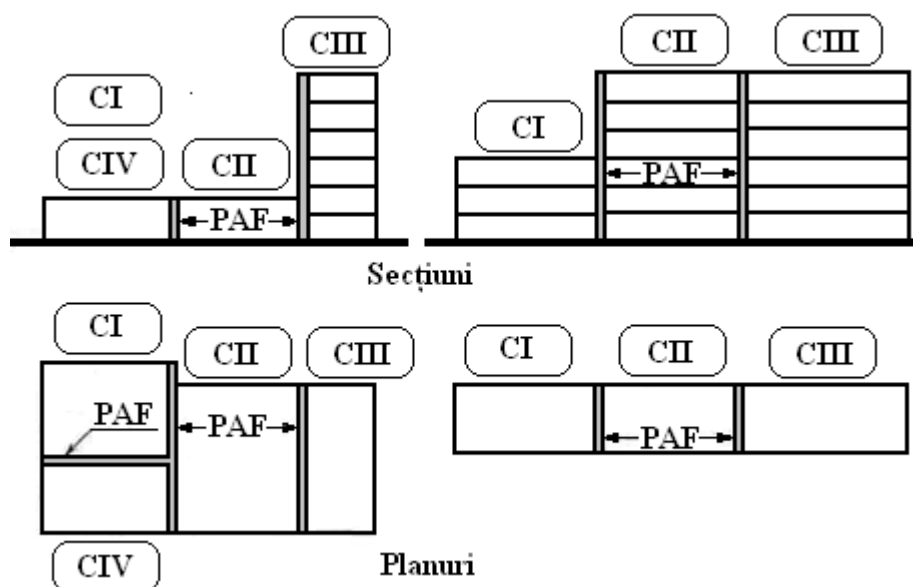
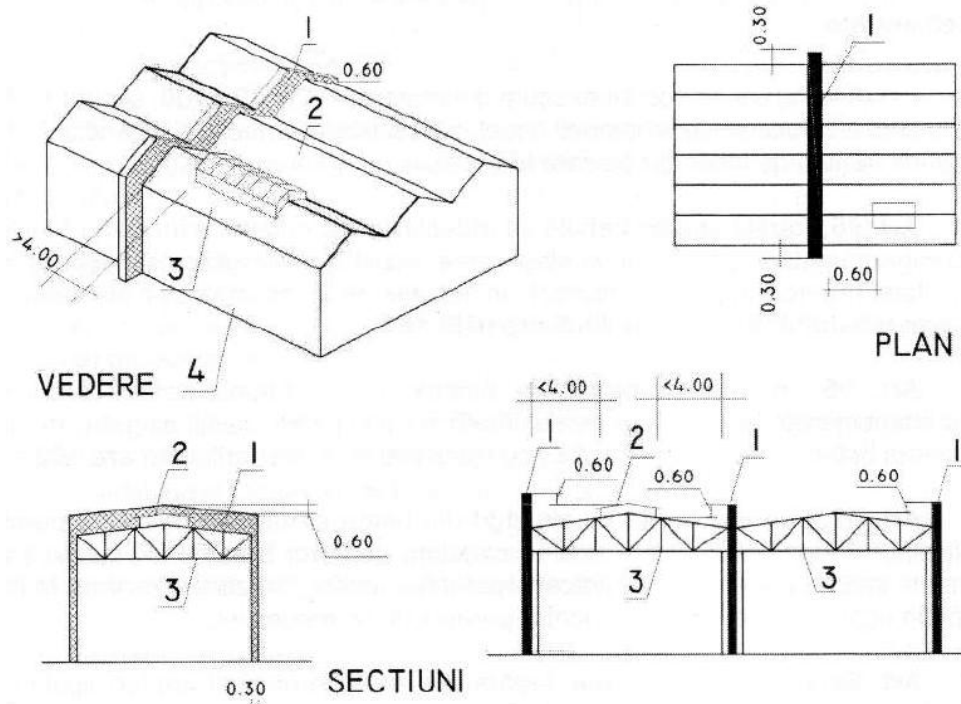


Figura 6.4 Compartimentarea construcțiilor la incendiu
(P 118-99)

Pereții antifoc (AF) sunt elemente de construcții, verticale, care, în situația de incendiu, asigură compartimentarea antifoc independent de celelalte elemente ale construcției (tabelul 6.2, figura 6.5) și își păstrează capacitatea portantă, etanșeitatea și capacitatea izolării termice un timp normat, minimum 180 min (tabelul 6.3). Pereții antifoc se realizează din materiale incombustibile cu rezistență la foc și explozie (în zonele expuse pericolului de explozie), depășind planul exterior al acoperișurilor, luminatoarelor, pereților și al altor elemente combustibile pe care le intersectează (înlocuirea depășirii acoperișurilor, streșinilor sau pereților din materiale combustibile se poate realiza prin utilizarea fâșiilor incombustibile cu lățimi minime impuse, exemplu 6 m) și prevăzuți, unde este cazul, cu înălțimi diferite între tronsoanele construcției (de regulă la partea mai înaltă, figura 6.6) etc..

Tabelul 6.2 Elementele de construcții cu rol de limitare a propagării incendiilor și efectelor exploziilor (P118-99)

Funcția	Elementele utilizate		Protecția golurilor din elementele adiacente
	Tipul	Denumirea	
Pentru limitarea propagării incendiilor	Elemente antifoc care separă compartimentele de incendiu	Pereți antifoc	Uși, obloane, încăperi tampon, tamburi deschiși antifoc
		Planșee antifoc	
	Elemente pentru întârzierea propagării incendiilor, care separă încăperile aceluiași compartiment de incendiu	Pereți rezistenți la foc	Uși, obloane, ferestre, precum și alte elemente de închidere rezistente la foc
		Planșee rezistente la foc	
Pentru limitarea efectelor exploziilor	Elemente rezistente la explozie care separă încăperile (spațiile) cu pericol la explozie	Pereți rezistenți la explozie	Încăperi tampon, tamburi deschiși antiexplozie
		Planșee rezistente la explozie.	



1-perete antifoc, 2-luminator, 3-acoperiș combustibil, 4-perete exterior combustibil

Figura 6.5 Amplasarea pereților antifoc în construcții
(P 118-99)

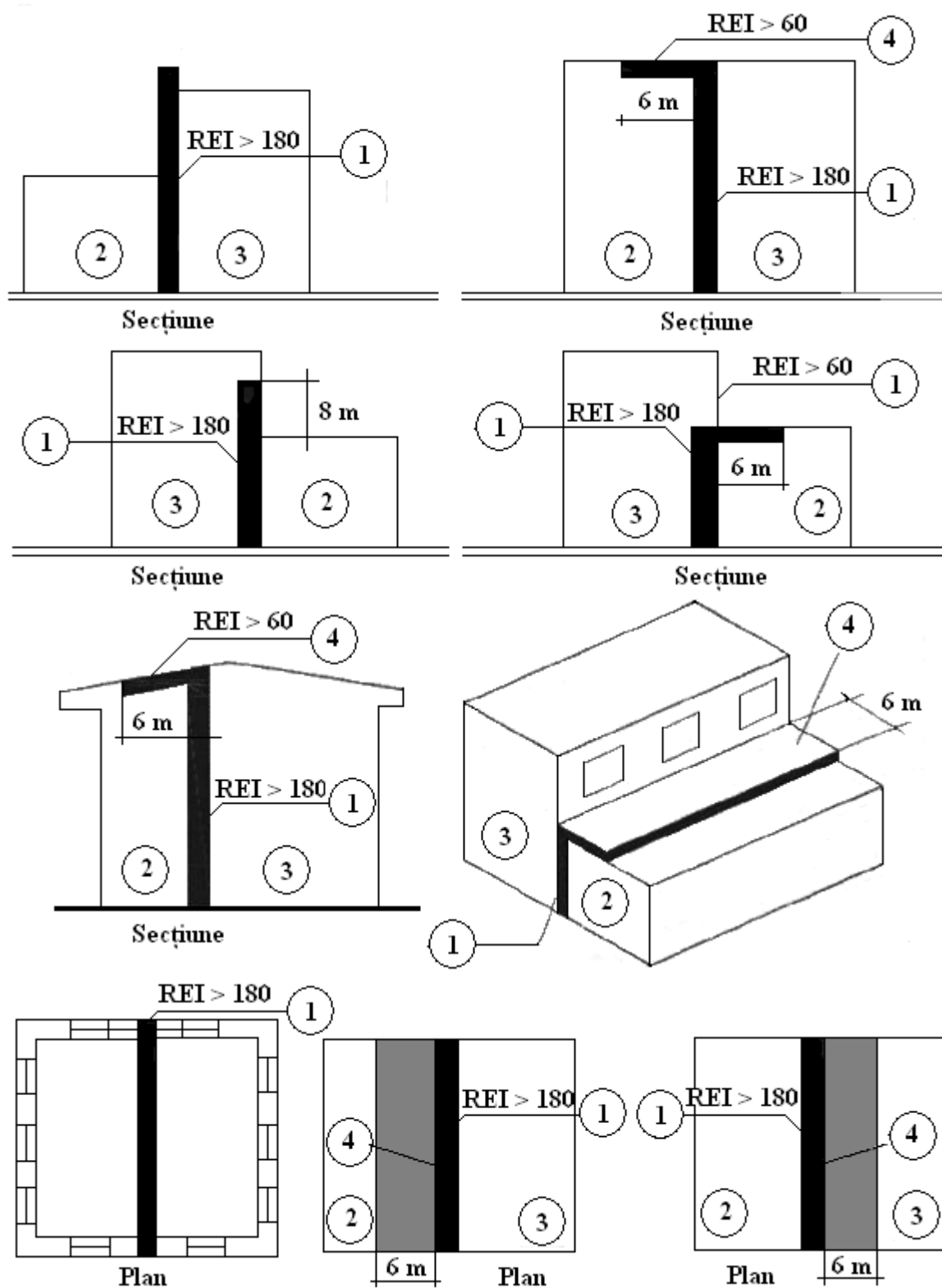
Planșeele antifoc (AF) sunt elemente de construcții, orizontale sau înclinate, care, în situația de incendiu, asigură compartimentarea antifoc (tabelul 6.2, figura 6.6). Planșeele antifoc se realizează din materiale incombustibile cu rezistență la foc minimă 120 min (P 118-99) și fără goluri, sau cu goluri strict funcționale (protejate corespunzător).

Tabelul 6.3 Rezistența la foc a pereților (P 118-99)

Densitatea de sarcină termică, q_s (MJ/m ²)	Rezistența la foc minimă admisă (h)
< 210	1/2
210÷420	1
421÷630	2
631÷840	3
841÷1260	4 (3)
1261÷1680	5 (3)
1681÷2940	6 (3)
> 2940	7 (3)

Notă: 1. Valoarea dintre paranteze se aplică în toate cazurile în care se prevăd instalații automate de stingere.

Pereții rezistenți la foc (RF) sunt elemente de construcții, verticale, destinate întârzierii propagării incendiului la interiorul compartimentului de incendiu (tabelul 6.2, figura 6.7). Aceste elemente trebuie să întrunească condițiile de combustibilitate/reacție la foc și rezistență la foc prin raportare la destinația și importanța spațiilor delimitate, la categoria de pericol de incendiu, la gradul de rezistență la foc necesar, la densitatea sarcinii termice din încăperi și la funcția pe care o are la separare (tabelul 6.3); condiții similare se impun și elementelor de închidere a golurilor din pereții rezistenți la foc.



1-perete antifoc, 2-construcție joasă, 3-construcție înaltă, 4-acoperiș/planșeu RF>60 min

Figura 6.6 Pereți antifoc în cazul clădirilor cu înălțimi diferite
(P 118-99)

Planșeele rezistente la foc (RF) sunt elemente de construcții, orizontale sau înclinate, destinate întârzierii propagării incendiilor în interiorul compartimentului de incendiu (tabelul 6.2). Potrivit reglementărilor tehnice din România, planșeele nu constituie elemente de separare a compartimentelor de incendiu. În unele reglementări, concepția alcătuirii și dimensionării

planșelor, cum este cazul clădirilor înalte, pornește de la principiul că planșeele trebuie să constituie elemente de compartimentare împotriva incendiilor între compartimente de incendiu vecine.

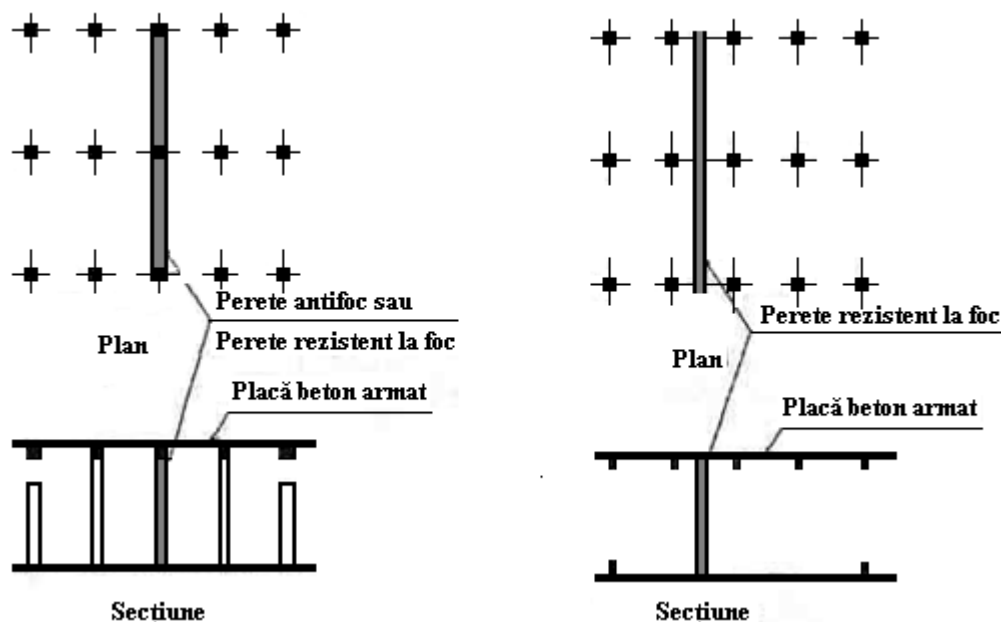


Figura 6.7 Pereți antifoc și rezistenți la foc
(P 118-99)

Pereții despărțitori sunt pereți prevăzuți pentru limitarea lungimii compartimentului de incendiu dintr-o construcție civilă; aceștia secționează transversal clădirea (putând fi și decalajați în plan vertical), amplasându-se la distanțe maxime impuse funcție de gradul de rezistență la foc asociat construcției (cel mult 110 m în cazul clădirilor având asociat gradul de rezistență la foc I, II, cel mult 90 m în cazul clădirilor având asociat gradul de rezistență la foc III, cel mult 70 m în cazul clădirilor având asociat gradul de rezistență la foc IV și cel mult 50 m în cazul clădirilor având asociat gradul de rezistență la foc V, P 118-99) iar în cazul clădirilor cu pod, al căror acoperiș este executat din materiale combustibile, separă și volumul podului (figura 6.5); pentru aceste elemente, rezistența la foc minimă este 120 min (P 118-99).

Pereții rezistenți la explozie (REx) sunt elemente de construcții, verticale, care se alcătuiesc și dimensionează prin calcul astfel încât să nu se prăbușească sub efectul suprapresiunii ce se produce în încăperile respective, funcție de suprafețele pentru decomprimare asigurate prin ferestre, luminatoare, acoperișuri ușor zburătoare (tabelul 6.2). Aceste elemente de construcții trebuie să împiedice și propagarea incendiilor din spațiile învecinate spre încăperile cu pericol la explozie, rezistența la foc fiind stabilită după densitatea sarcinii termice din încăperile respective. În principiu, acești pereți trebuie să îndeplinească condițiile prevăzute la pereții antifoc, uneori chiar mai severe, inclusiv cele referitoare la protecția golurilor și străpungerilor. Totodată, trebuie să oprească trecerea prafului (pulberilor), vaporilor și gazelor combustibile din spațiile periculoase, să permită curățarea ușoară a prafului depus pe suprafețele interioare, să asigure fixarea elementelor de decomprimare care să cedeze la o presiune maximă impusă (188 daN/m^2 , P 118-99) și tâmplăria, respectiv sistemele pentru acționarea acestora să nu producă, prin manevrare, scânteii capabile să aprindă amestecurile explozive.

Planșeele rezistente la explozie (REx) sunt elemente de construcții, orizontale sau înclinate, care se dimensionează prin calcul și se alcătuiesc astfel încât să reziste la presiunea exploziei volumetrică respective (tabelul 6.2); dacă separă compartimente de incendiu, trebuie să îndeplinească condițiile stabilite pentru elementele antifoc. Pentru aceste planșee, alcătuirea, dimensionarea și celelalte condiții sunt ca și pentru pereții rezistenți la explozie. Planșeele și

elementele lor de susținere se dimensionează și se alcătuiesc astfel încât să nu fie aruncate de suflul exploziei. Planșeele și celelalte elemente constructive nu trebuie să permită formarea spațiilor neventilate care să conducă la aglomerarea prafului sau la producerea concentrațiilor locale periculoase de gaze sau vapori combustibili. Pentru decompresia în cazul exploziei, se prevăd luminatoare cu geam simplu din sticlă având grosimea maximă 3 mm sau 2 mm în cazul ochiurilor geamului cu latura mică sub 0,80 m; nu se admit geamuri armate și sub geamuri se poate monta plasă din sârmă, pentru a evita accidentarea persoanelor aflate în apropiere, provocată de cioburile rezultate în urma spargerii sticlei.

Acoperișurile (șarpantele, învelitorile) trebuie să se încadreze în cerințele privind reacția și rezistența la foc impuse de destinația construcției pe care o închid și gradul de rezistență la foc asociat acesteia. Dintre condițiile ce trebuie asigurate acoperișurilor, menționăm:

- izolarea termică a coșurilor și canalelor de fum, precum și a hotelor față de materialele combustibile ale acoperișurilor, prin care se evacuează gaze fierbinți, flăcări și scântei;

- montarea dispozitivelor de evacuare a fumului și gazelor fierbinți cu acționare automată și/sau manuală, și realizarea unor ecrane incombustibile care casetează spațiul de sub acoperiș cu pericol potențial ridicat la incendiu (fiecare casetă se prevede cu cel puțin un dispozitiv de evacuare a fumului și gazelor fierbinți);

- întreruperea continuității acoperișurilor combustibile având suprafețe mari, prin interpunerea unor fâșii incombustibile (figura 6.6);

- realizarea acoperișurilor pentru spațiile cu pericol la explozie, prin folosirea unor elemente de construcții ușoare;

- izolarea instalațiilor paratrăsnet la contactul cu elementele combustibile ale acoperișurilor;

- protecția cu instalații automate de stingere cu apă a acoperișurilor sau porțiunilor ce nu au rezistența la foc impusă de reglementările tehnice (ca măsură compensatorie).

6.3.2 Controlul fumului și gazelor fierbinți produse de incendiu

Generalități

Obiectivele procesului de evacuare a fumului sunt:

- reducerea pericolului prin controlul deplasării fumului (împiedicarea creșterii temperaturii în spațiul incendiat, scăderea concentrației gazelor toxice din atmosferă, păstrarea oxigenului într-un procent acceptabil);

- menținerea unei vizibilități acceptabile.

Procesul de evacuare a fumului și gazelor fierbinți trebuie să înceapă imediat după izbucnirea incendiului pentru:

- a menține stabilitatea structurii portante a construcției;

- a se asigura evacuarea, în bune condiții, a persoanelor surprinse de incendiu;

- a se asigura intervenția pompierilor în vederea limitării propagării incendiului.

Cantitatea de fum, gaze fierbinți, precum și de alte produse nocive, care se degajă în situația de incendiu, este determinată, în principal, de natura, distribuția și cantitățile materialelor și substanțelor combustibile existente, de viteza de ardere a lor, de durata incendiului, de condițiile de mediu etc..

Principalii factori ai împrăștierii fumului și gazelor fierbinți sunt (figura 6.8):

- căldura incendiului, mișcarea convectivă și diferența de presiune create (în cazul tuturor clădirilor);

- *efectul de coș* care favorizează mișcarea naturală, pe verticală (de jos în sus), a aerului (la interiorul clădirilor înalte), cauzată de diferența de temperatură și de densitate dintre aerul interior și cel exterior; efectul de coș poate fi influențat de presiunea vântului care poate modifica sensul mișcării naturale a aerului la interiorul clădirii.

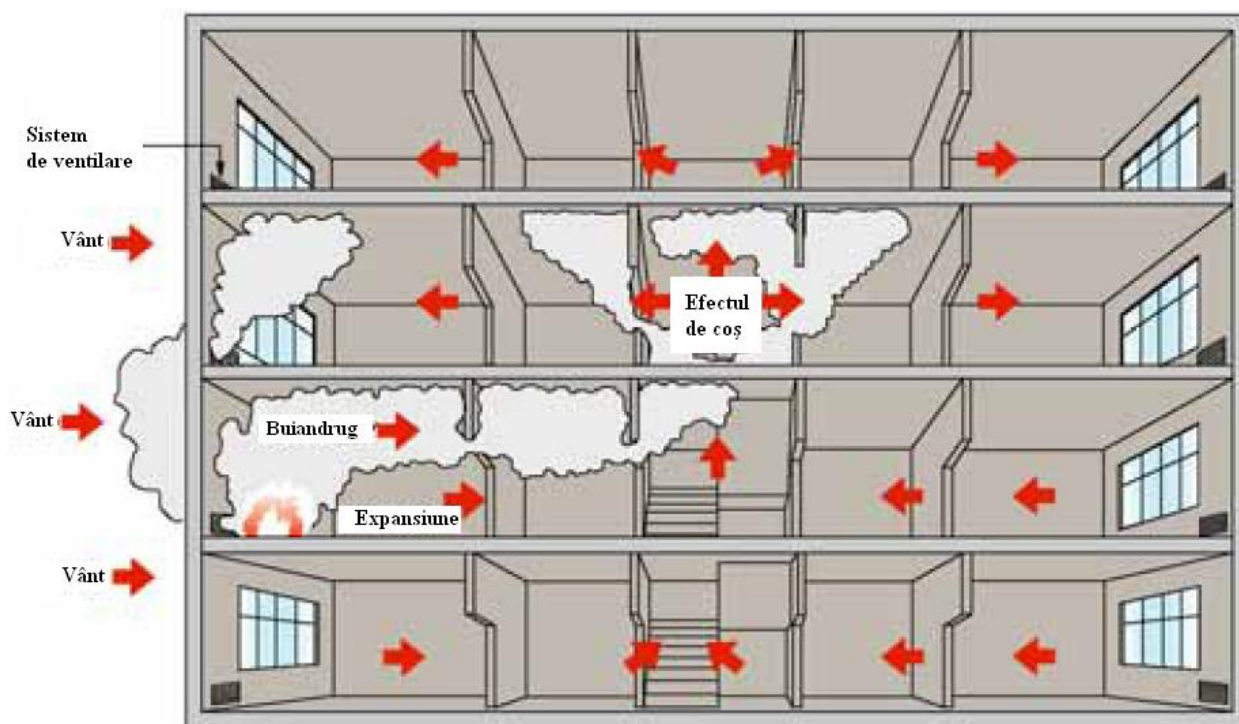


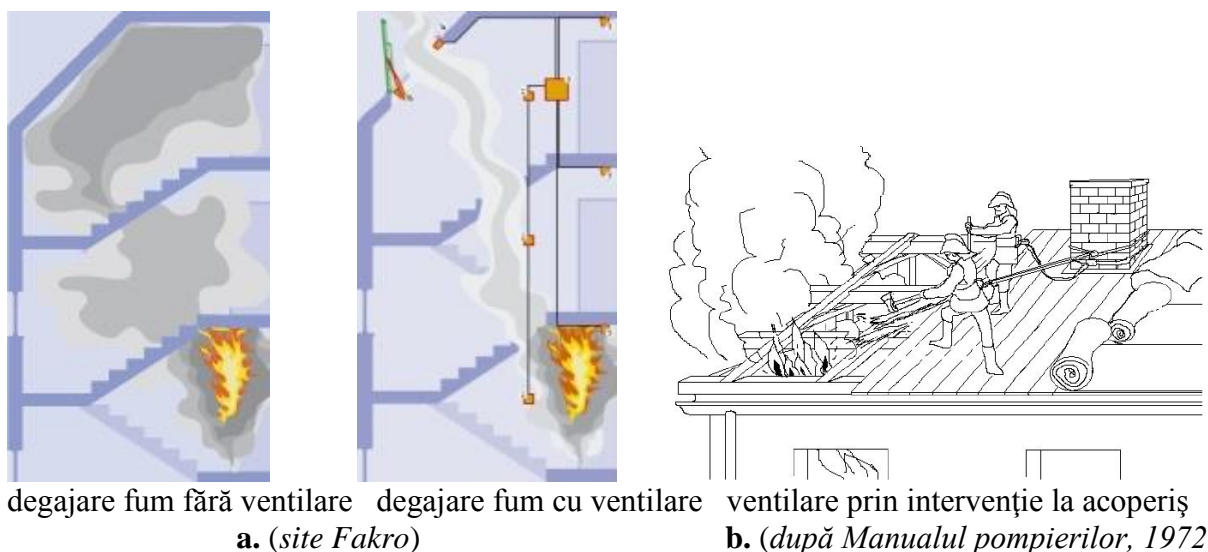
Figura 6.8 Circulația fumului și gazelor fierbinți în interiorul unei clădiri
(după *Fire Protection Guide in Modern Building Construction, Promat International, 2006*)

Prezența sistemelor de ventilare a aerului într-o clădire trebuie avută în vedere pentru că, inevitabil, transportă fumul prin clădire, acolo unde ele sunt în funcțiune, oferind căi pentru împrăștierea fumului și gazelor fierbinți.

Evacuarea fumului (desfumarea) și gazelor fierbinți din spațiile închise se poate realiza prin:

- ventilare naturală-organizată (figura 6.9a) și/sau, după caz,
- ventilare mecanică (figura 6.10).

În cazul intervenției la incendiu a pompierilor (și când situația o impune), evacuarea fumului se poate face prin practicarea unor deschideri în elementele de construcții care delimitează spațiile respective și care nu au rol de rezistență în construcție (figura 6.9b).



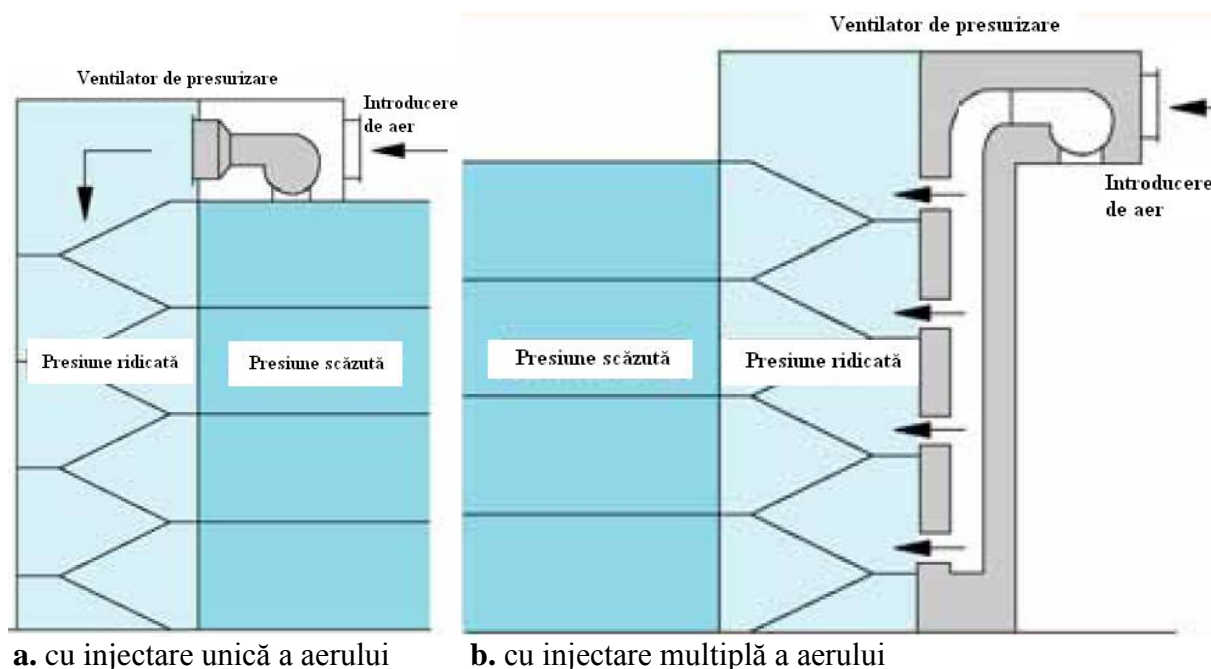
degajare fum fără ventilare degajare fum cu ventilare ventilare prin intervenție la acoperiș
a. (site Fakro) b. (după *Manualul pompierilor, 1972*)

Figura 6.9 Realizarea ventilării naturale-organizate în situația de incendiu

Presurizarea spațiilor incendiate, prin utilizarea sistemelor de ventilare mecanică, opune rezistență la împrăștierea fumului și gazelor prin pereții, planșeele și ușile clădirii, protejând zonele sensibile precum casele de scări sau coridoarele de evacuare a persoanelor și accesul forțelor de intervenție.

Presurizarea caselor de scări se poate face:

- cu injectare unică a aerului (figura 6.10a);
- cu injectare multiplă a aerului (figura 6.10b).



a. cu injectare unică a aerului

b. cu injectare multiplă a aerului

Figura 6.10 Realizarea presurizării prin ventilare mecanică în situația de incendiu (după *Fire Protection Guide in Modern Building Construction*, Promat International, 2006)

Prescripții privind controlul fumului și gazelor fierbinți

Eficientizarea evacuării fumului și gazelor fierbinți se poate realiza prin dimensionarea corectă a deschiderilor pentru admisia/evacuarea aerului și prin repartizarea lor alternant și uniform.

Introducerea aerului se poate asigura prin goluri practicate în fațadă, uși ale încăperilor desfumate aflate în pereții exteriori, încăperi sau coridoare în suprapresiune bine aerisite, goluri pentru introducere racordate sau nu la canale și ghene sau scări neînchise în case de scări.

Evacuarea fumului se asigură prin goluri în pereți sau acoperiș.

Dispozitivele care obturează golurile de introducere/evacuare trebuie realizate cu acționare manuală sau automată (totdeauna dublată de o comandă manuală), mecanic, electric, pneumatic și/sau hidraulic.

În situația de incendiu, mijlocul cel mai ușor, rapid și uneori mai rațional, în cazul în care nu există deschideri special prevăzute, se realizează prin deschiderea ferestrelor, permițând căldurii și fumului să iasă pe la partea superioară, în timp ce aerul proaspăt pătrunde pe la partea inferioară a acestora. Când se procedează la spargerea geamurilor, trebuie să se realizeze o deschidere minimă pentru a se obține o ventilare satisfăcătoare.

În cazul sistemului de ventilare natural-organizat trebuie avute în vedere următoarele reguli generale, pentru buna proiectare, executare și exploatare a construcțiilor (P118-99):

- realizarea introducerii și evacuării fumului prin goluri, canale și/sau ghene care comunică direct cu exteriorul;

- alternarea introducerilor aerului și evacuărilor fumului, prin plasarea la distanțe care să nu depășească 10 m în linie dreaptă și 7 m în linie frântă;
- situarea oricărei guri pentru introducerea/evacuarea aerului la cel puțin 5 m de ușile încăperilor accesibile publicului;
- realizarea evacuării fumului (în afara golurilor, canalelor și/sau ghenelor din fațade) cu dispozitive (trape) cu deschidere automată dispuse în acoperiș sau în treimea superioară a pereților exteriori ai încăperii, deservind încăperea pe maximum 30 m adâncime (figura 6.11);



Figura 6.11 Dispozitive de evacuare a aerului și gazelor fierbinți amplasabile în acoperiș
(*HEXADOME CONSTRUCT, spatialconstruir.ro*)

- încadrarea suprafeței libere însumate a dispozitivelor de evacuare a fumului produs de incendiu, exprimată procentual din aria încăperii sau compartimentului deservit, să fie în valorile prescrise de reglementări (exemplu, minimum 0,2% conform P 118-99);
- dimensionarea gurilor pentru introducerea aerului și evacuarea fumului aflate în circulațiile comune orizontale din zona pe care o desfumează să se facă astfel încât suprafața totală minimă să fie 0,10 m² pentru fiecare flux de evacuare;
- dispunerea gurilor pentru introducerea aerului să se facă la maximum 0,90 m față de pardoseală (măsurat la partea superioară a golului) și a gurilor pentru evacuare la minimum 1,80 m de pardoseală (măsurat la partea inferioară a golului, în treimea superioară a circulației comune);
- amplasarea dispozitivelor de evacuare a fumului să fie cât mai sus posibil, eventual în acoperișul clădirilor, și repartizate uniform și la distanțe maxime între ele; dispozitivele (trapele) mici sunt preferabile unei singure trape de ventilare cu aceeași suprafață, deoarece, în eventualitatea unui incendiu, este posibil ca deasupra focarului sau în apropierea acestuia să se găsească o singură trapă care să nu funcționeze, pe când, la un număr mai mare al trapelor mai mici de ventilare, riscul nefuncționării este mai redus pentru aceeași suprafață;
- evacuarea fumului și gazelor fierbinți la clădirile etajate să se asigure separat pentru fiecare nivel;
- la construcții fără pereți despărțitori interiori evacuarea fumului și gazelor fierbinți prin tiraj natural-organizat să se facă cu sisteme de evacuare cu ecrane verticale coborâte sub tavan, minimum 0,50 m (pentru ca fumul și gazele arderii să nu depășească compartimentul de incendiu și să nu se răspândească în spațiul liber al clădirii în mod necontrolat), funcție de densitatea sarcinii termice din spațiile respective (figura 6.12, tabelul 6.4);
- porțiunile pentru circulația comună cuprinse între un gol pentru evacuarea fumului și unul pentru introducerea aerului să aibă asigurat 0,50 m³/s debit minim de extragere pentru fiecare flux de evacuare; presiunea aerului în circulația comună orizontală desfumată, măsurată la toate ușile închise care comunică cu casele de scări, trebuie să fie mai mică cu 80 Pa față de presiunea aerului din casa scărilor.



eclane fixe pentru reținerea fumului



eclane mobile pentru reținerea fumului

Figura 6.12 Dispozitive pentru controlul dispersiei fumului și gazelor fierbinți la interiorul clădirilor

(*HEXADOME CONSTRUCT, spatialconstruir.ro*)

În cazul sistemului de ventilare mecanică trebuie avute în vedere următoarele reguli generale pentru buna proiectare, executare și exploatare a construcțiilor (P118-99):

- realizarea introducerii naturale sau mecanice a aerului (eventual, prin guri racordate la canale și ventilator pentru introducere) și evacuarea mecanică a fumului (prin guri de evacuare racordate prin canale la un ventilator de evacuare/extragere);
- gurile de evacuare să fie prevzute pentru 320 m² suprafață maximă deservită;
- debitul de extragere al unei guri să fie minimum 1m³/s pentru 100 m² suprafață delimitată de eclane, și minimum 1,5 m³/s pentru o încăpere;
- să poată fi realizată suprapresiune în spațiul protejat la fum (încăperi tampon, degajamente protejate, case de scări);
- să fie realizate ventilatoarele de evacuare a fumului astfel încât să poată funcționa la 400⁰C cel puțin o oră;
- instalațiile de desfumare să fie alimentate electric de la o sursă normală și de la una de rezervă;

- sistemul de ventilare normal și/sau de condiționare a aerului dintr-o construcție să poată fi utilizat și pentru evacuarea fumului produs în cazul incendiului (desfumare) dacă îndeplinește toate condițiile specifice desfumării.

Tabelul 6.4 Corelații la dispozitivele de evacuare a fumului și gazelor fierbinți (P118-99)

Densitatea sarcinii termice q_s (MJ/m ² sau Mcal/m ²)	Raportul dintre suma ariilor libere a dispozitivelor (deschiderilor) și aria construită a încăperii	Distanța maximă între: (m)	
		axele a două deschideri	ecranele suspendate sub tavan
$q_s \leq 420$ (100)	1:150	45	75
$420 < q_s \leq 840$ (100) (200)	1:125÷1:80	35	70
$840 < q_s \leq 1680$ (200) (400)	1:80÷1:60	35	70
$1680 < q_s \leq 4200$ (400) (1000)	1:60÷1:40	30	30
$q_s > 4200$ (1000)	1:30	30	30

6.3.3 Termoprotecția produselor pentru construcții combustibile

Termoprotecția elementelor de construcții combustibile se realizează în vederea preîntâmpinării propagării incendiului în interiorul clădirii prin:

- placarea, torcretarea, înglobarea și vopsirea cu materiale incombustibile;
- includerea de bariere incombustibile sau ignifuge;
- tratarea cu produse ignifuge.

Placarea, torcretarea, vopsirea elementelor de construcții cu materiale incombustibile se poate realiza prin:

- zidirea cu blocuri din cărămidă, piatră etc. sau înglobare;
- bordarea cu plăci din ipsos armat cu fibre din sticlă, gresie etc.;
- tencuirea, torcretarea simplă sau în straturi, eventual pe un suport (din rabbit);
- vopsirea cu substanțe termosfumante/intumescente.

Prin termoprotecția elementelor metalice se îmbunătățește gradul de rezistență la foc asociat, de la V la III / II / I (P 118-99), astfel (figura 6.13):

- prin realizarea unor structuri mixte oțel-beton (profile deschise înglobate în beton, profile închise sau planșee cu table profilate umplute cu beton);
- prin bordarea cu plăci care formează o cutie în jurul profilului metalic (plăci din ipsos, vermiculit, fibre minerale sau compuși silico-calcaroși); acestea sunt fixate mecanic (agrafe, șuruburi etc.);

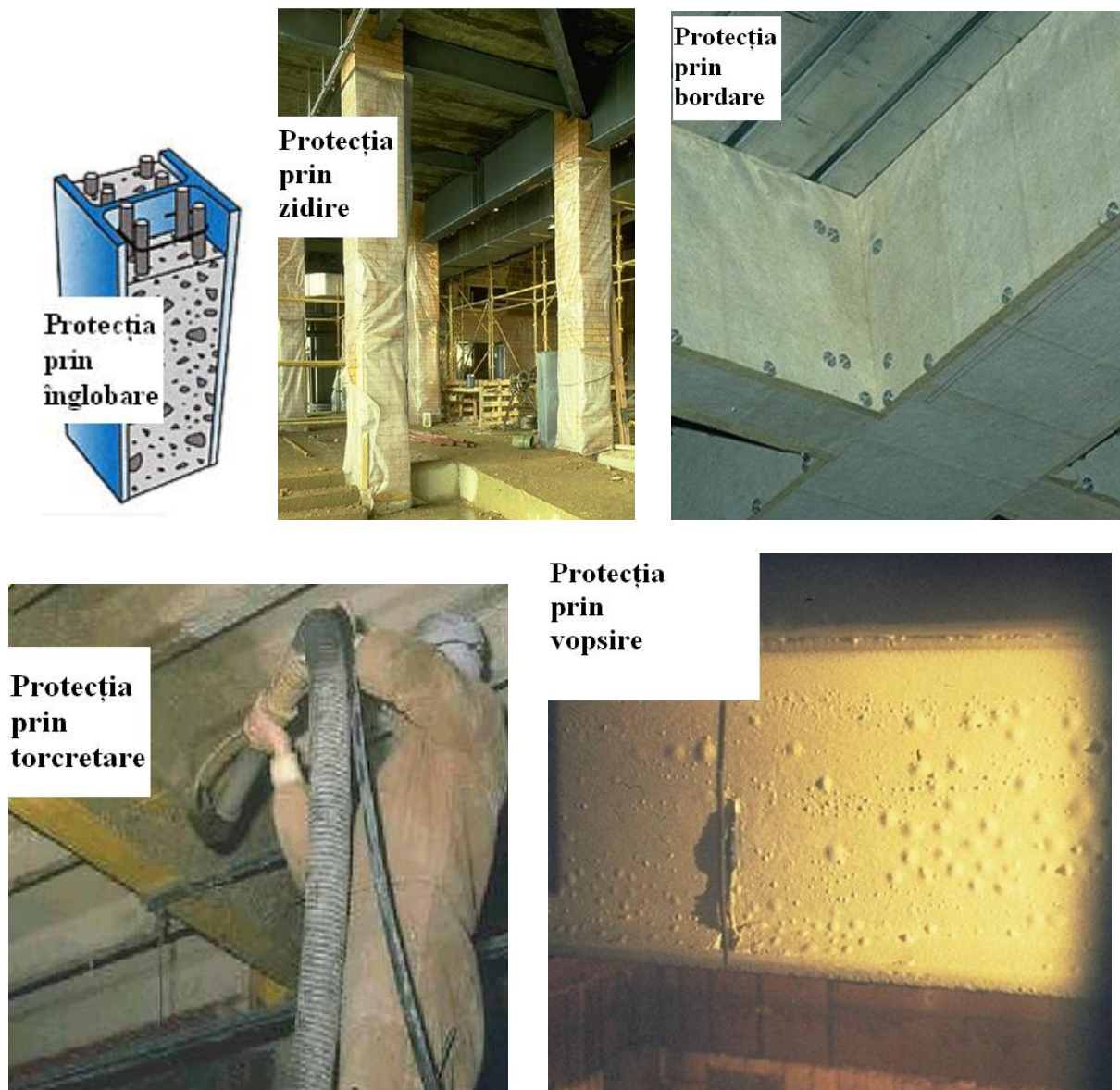


Figura 6.13 Protecții termice la elemente portante metalice
(Jef Robinson, *Fire protection of steel structures*, Sheffield fire course, 2002)

- prin tencuirea sau torcretarea în straturi (vermiculit, fibre minerale aglomerate cu un liant, zgură, ipsos etc., aplicate prin imersie sau pulverizare);

- prin vopsirea cu substanțe termosfumante/intumescente aplicate sub forma unei pelicule având 0,5÷4 mm grosime, care, încălzite la 100÷200⁰C, se umflă, transformându-se într-o spumă cu grosimea de 30÷40 mm și cu proprietățile unei izolații termice (se conservă estetica și greutatea profilului).

Includerea de bariere incombustibile sau ignifuge se poate realiza prin interpunerea unor fâșii incombustibile (la întreruperea produselor combustibile sau termoizolațiilor combustibile, la obturarea golurilor cu materiale termorezistente la foc) sau vopsirea în fâșii cu produse ignifuge sau termosfumante etc..

Tratarea materialelor combustibile cu produse ignifuge se realizează pentru întârzierea aprinderii materialelor combustibile și încetinirii propagării flăcărilor (prin ignifugare nu se elimină posibilitatea aprinderii materialelor protejate); în România, conform normativului C58-96, ignifugarea se poate realiza astfel:

- în masa materialelor, prin introducerea unor inhibitori de flacără în materialul de bază sau în liant (cazul produselor de construcții având la bază lemnul stratificat sau al materialelor plastice);

- la suprafața materialelor, prin aplicarea unor substanțe ignifuge pulverizate sau pensulate (cazul produselor de construcții din lemn, textile și al unor materiale plastice: policlorură de vinil, polipropilenă, poliesteri).

Produsele pentru ignifugare pot avea la bază apa sau un diluant. Ele pot crea pelicule simple sau termosfumante.

Produsele pentru ignifugare se aleg funcție de: performanțele elementului de construcții (rezistența la foc), rolul și locul elementului de construcții (element portant sau pentru finisaj, la interior sau exterior), materialul suport al elementului de construcții.

O ignifugare corect executată poate localiza un incendiu în focarul inițial, prin limitarea aprinderii și arderii în continuare a materialelor de construcții, jucând rolul barierei, sau poate prelungi faza arderii lente, ceea ce duce la neafectarea rapidă a structurii portante și, totodată, la posibilitatea unei intervenții din interior fără a se ajunge la faza arderii generalizate.

Tratarea materialelor combustibile cu produse ignifuge poate îmbunătăți gradul de rezistență la foc al construcțiilor prin modificarea încadrării privind clasa de combustibilitate/clasa de reacție la foc a materialelor din care sunt alcătuite elementele de construcții.

Tratarea cu substanțe ignifuge a elementelor portante din lemn (prin pulverizare, imersie, pensulare) întârzie aprinderea, mărește rezistența la ardere și, după îndepărtarea condițiilor de aprindere, jarul se stinge repede; lemnul ignifugat are rezistența la flacără deschisă 90÷100 min.

6.3.4 Utilizarea instalațiilor de stingere a incendiilor pentru protecție

Preîntâmpinarea propagării incendiului în interiorul clădirilor se poate realiza și prin utilizarea instalațiilor de stingere, amplasate și dimensionate corespunzător, figura 6.14; în acest context, drencerele și, în unele cazuri, sprinklerele se utilizează pentru:

- compartimentarea de perdele din apă a încăperilor cu pericol la incendiu;
- protejarea golurilor din pereții de compartimentare (pentru uși, ferestre etc.), cu scopul împiedicării transmiterii focului de la o încăpere la alta;
- realizarea unor perdele de apă pentru protecția golurilor din pereții antifoc (unde golurile se impun tehnologic);
- realizarea unor perdele de apă sub zonele protejate împotriva incendiilor;
- protecția clădirilor în exterior, când nu sunt amplasate la distanțe de siguranță corespunzătoare; în acest caz, instalațiile de stingere se pot folosi în vederea protecției acoperișului și cornișei combustibile, precum și a ușilor și ferestrelor.



Figura 6.14 Instalațiile de stingere a incendiilor utilizate la protecție

Timpul de funcționare a instalației cu drencere, luat în calcul (P 118-99):

- la proiectarea perdelelor de apă pentru protecția golurilor din pereții interiori de compartimentare, este 60 min;
- la protecția clădirilor în exterior sau la protecția golurilor din pereții sau din zonele antifoc, stabilit după caz, este: 60÷180 min (după durata operațiunilor de stingere a incendiilor).

6.4 Asigurarea căilor de evacuare, acces și intervenție la construcții

6.4.1 Evacuarea persoanelor în situația de incendiu

Comportarea persoanelor în situația de incendiu

Comportarea persoanelor în situația de incendiu este consecința multor factori care o determină (Bryan, 2002), precum cei sociali (vârstă, educație, experiență și antrenament, cultură, capacități mentale și psihice, poziție socială, responsabilitate individuală sau apartenență la un grup, stare dată de droguri sau de alcool etc.), și care pot fi influențați de situațiile în care persoana se poate găsi (faptul că se află în casa proprie sau la locul de muncă, singură sau într-un grup, că se află pe proprietatea personală, cu familia sau colegii de la locul de muncă sau cu necunoscuți, că se află într-un moment din zi sau altul, că este implicată într-o activitate sau alta, că are o anumită stare sufletească etc.); toate acestea sunt valabile, în general, în situații periculoase dar și în cazul particular al situației de incendiu.

Situația de urgență, în condițiile unui incendiu, impune o schimbare rapidă a evenimentelor pentru care cei mai mulți oameni nu sunt pregătiți. Când persoanele dintr-o clădire incendiată sunt în imediata apropiere a fumului și flăcărilor, sunt stresate și nefamiliarizate cu situația; ele sunt obligate să ia decizii urgente care necesită accesul rapid la informațiile disponibile la fața locului. Pentru un neinițiat, această avalanșă de informații și decizii luate poate fi interpretată drept panică. Cercetările arată că, *în cele mai multe cazuri, oamenii nu intră în panică și acționează logic și altruist*; panica în rândul oamenilor se poate declanșa când pericolul pentru viața lor este extrem și imediat.

Abordările evacuării persoanelor în situația de incendiu

Evacuarea este activitatea destinată scoaterii persoanelor și bunurilor (*utilizatorilor*, P118-99) din spațiile în care se manifestă un pericol (incendiu, explozie etc.) care poate provoca moartea, afecta sănătatea oamenilor sau produce pierderi materiale.

Obiectivul cel mai important al securității la incendiu, care trebuie atins prin protecția la incendiu, este salvarea vieții umane și trebuie să se reflecte în planurile de evacuare; reglementările tehnice cu privire la evacuarea persoanelor în situația de incendiu oferă [27]:

- abordări *prescriptive*, care operează cu numărul și mărimea ieșirilor, precum și cu lungimea maximă a căilor de evacuare;
- abordări *bazate pe performanță*, care operează cu timpul în care evacuarea este sigură.

Scopul principal al oricărei reglementări tehnice specifice este furnizarea suportului valid strategiei de evacuare care să permită ocupanților aflați în interiorul construcției să fie în stare să se evacueze într-un loc sigur. În proiectarea clădirilor (mai ales a celor cu o anumită complexitate funcțională, precum cele pentru transport, comerciale, administrative etc.) se caută evitarea încercării oamenilor de a scăpa de efectele incendiilor traversând zona cu fum, prin prevederea unor căi alternative pentru evacuare: bariere fizice între spațiile clădirii sau măsuri pentru îndepărtarea fumului din spațiile afectate (figura 6.15).

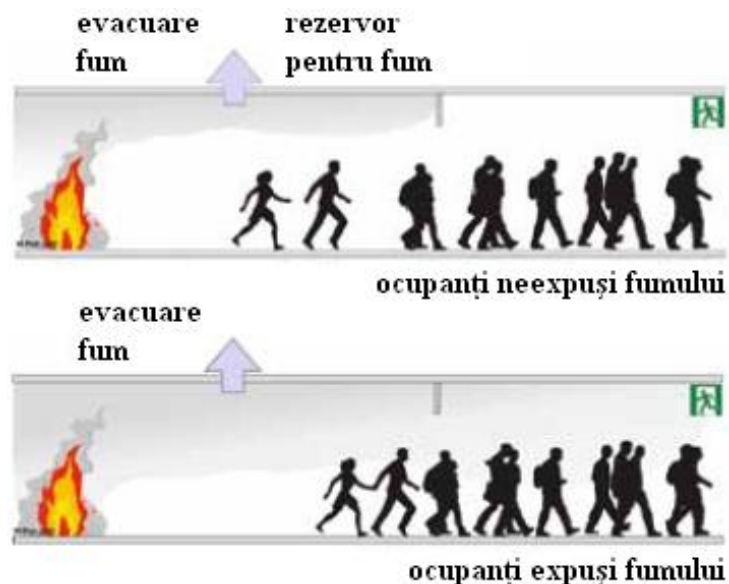


Figura 6.15 Ocupanți aflați în situația de evacuare
(după dr. Weng Poh M. AIRAH)

Calea de evacuare, în situația de incendiu, este ansamblul format din uși, scări, coridoare și încăperi care asigură persoanelor din interior accesul în exteriorul clădirii sau într-un spațiu sigur la incendiu (*degajament protejat*, P118-99); căile trebuie să asigure evacuarea persoanelor în timpul cel mai scurt și în deplină siguranță.

Evacuarea în siguranță a persoanelor în situația de incendiu implică rezolvarea următoarelor aspecte (figura 6.16):

- asigurarea, pentru fiecare cale, a capacității de evacuare (determinarea gabaritului trecerii);
- asigurarea, pentru fiecare cale, a distanței de evacuare (stabilirea lungimii traseului);
- realizarea căilor de evacuare;
- iluminarea și semnalizarea căilor de evacuare.



Figura 6.16 Iluminarea și semnalizarea căilor de evacuare

Abordarea prescriptivă a evacuării

(după *Normativul de siguranță la foc a construcțiilor*, P 118-99)

Majoritatea reglementărilor privind evacuarea în situația de incendiu sunt cu caracter prescriptiv (avându-și originile, ca timp, în secolul 19 [27]), care se bazează pe o prelucrare empirică a experienței și nu pe înțelegerea științifică a fenomenului incendiu.

Dimensionarea căii de evacuare este funcție de destinația și gradul de rezistență la foc asociat construcției, dar are în vedere și influența instalațiilor de detectare, semnalizare și stingere a incendiilor.

Asigurarea capacității de evacuare. Modelul de calcul pentru evacuarea persoanelor dintr-o clădire/construcție presupune organizarea în șiruri a persoanelor (așezate una în spatele celeilalte), denumite *fluxuri*, în vederea parcurgerii căilor de evacuare.

Numărul fluxurilor, F , care trebuie să asigure evacuarea unui număr de persoane se stabilește cu relația 6.1 (P 118-99):

$$F = N/C \quad (6.1)$$

unde: N este numărul maxim simultan al persoanelor care trebuie să treacă prin calea de evacuare pe durata evacuării (stabilit prin proiect pentru fiecare nivel al construcției);

C - capacitatea de evacuare a unui flux, definită ca numărul total al persoanelor care se evacuează prin fluxul respectiv pe toată durata evacuării (stabilită experimental și impusă prin normele specifice, după destinație/categorie în cazul clădirilor civile, și, eventual, grad de rezistență la foc și risc la incendiu asociat în cazul clădirilor industriale, P 118-99, tabelele 6.5, 6.6 și 6.7)).

Lățimea liberă minimă a golurilor pentru deplasarea fluxurilor este normată funcție de numărul acestora (conform P118-99):

- 0,80 m pentru 1 flux;
- 1,10 m pentru 2 fluxuri;
- 1,60 m pentru 3 fluxuri;
- 2,10 m pentru 4 fluxuri;
- 2,50 m pentru 5 fluxuri;

valorile intermediare se rotunjesc la trecerea unui număr imediat mai mic de fluxuri.

Tabelul 6.5 Capacitatea de evacuare a unui flux pentru clădirilor civile (P 118-99)

Nr. crt.	Destinația clădirii sau porțiunii din clădire pentru care se calculează evacuarea	Capacitatea de evacuare a unui flux, C (numărul persoanelor)
1	Clădiri care adăpostesc persoane incapabile să se evacueze singure: maternități, staționare medicale, clădiri pentru copii de vârstă preșcolară, ospicii pentru alienați mintal, cămine pentru bătrâni și infirmi, persoane cu handicap etc.	50
2	Clădiri pentru învățământ de toate gradele, administrative, sociale, laboratoare, studiouri cinematografice și de radio, săli pentru adunări, auditorii, magazine, expoziții, alimentație publică, lectură, sport, așteptare etc. care nu sunt săli aglomerate sau clădiri înalte sau foarte înalte	70
3	Clădiri de locuit, administrative, hoteluri, cămine, cabane etc. care nu sunt clădiri înalte sau foarte înalte	80

Tabelul 6.6 Capacitatea de evacuare a unui flux pentru sălile aglomerate (P 118-99)

Nr. crt.	Categoria sălii aglomerate și gradul de rezistență la foc asociat clădirii	Capacitatea de evacuare a unui flux, C (număr de persoane)	
1	S1	I, II	50 (70)
		III	35 (50)
		IV, V	25
2	S2	I, II	65 (100)
		III	50 (75)
		IV	35
		V	25

Notă:

1. Valorile dintre paranteze se referă numai la circulațiile (trecherile) de evacuare din interiorul sălilor aglomerate (până la ușile de evacuare ale sălii).

Tabelul 6.7 Capacitatea de evacuare a unui flux pentru clădirile industriale (P 118-99)

Construcții de producție și/sau depozitare având asociată categoria de pericol de incendiu	Capacitatea de evacuare a unui flux, C (număr de persoane)
A, B (BE3a, b)	65
C (BE2)	75
D, E (BE1a, b)	90

Asigurarea distanței de evacuare presupune stabilirea lungimii căii/timpului de evacuare, măsurată/măsurat (în axa căii de evacuare) de la punctul de plecare până la o ieșire în exterior sau scară de evacuare sau degajament protejat, ocolind dotările cu amplasament fix.

La stabilirea lungimii căii/timpului de evacuare (P 118-99) nu se iau în considerare distanțele parcurse:

- pe scările de evacuare și de la baza acestora spre exterior, precum și la interiorul degajamentelor protejate;

- la interiorul încăperilor în care nu se depășește lungimea căii/timpul de evacuare corespunzător coridoarelor înfundate.

Timpul teoretic necesar de evacuare a utilizatorilor se determină prin raportarea lungimii căii de evacuare la o viteză medie de deplasare a persoanelor, considerată egală cu 0,4 m/s pe traseele orizontale și 0,3 m/s pe traseele la coborâre (exemplu: în tabelul 6.8 sunt indicați *timpii și lungimile normate de evacuare* la clădirile cu specific industrial, P118-99).

Realizarea căilor de evacuare. Măsurile constructive privind proiectarea și execuția căilor de evacuare, în principal, trebuie să urmărească:

- asigurarea circulației, cu ușurință și fără obstacole, prin alcătuire și gabarit;
- asigurarea înălțimii libere normate (minim 2,0 m, P 118-99).
- utilizarea unor materiale incombustibile și/sau cu performanță la foc corespunzătoare;
- evitarea unghiurilor și culoarelor înfundate la concepția clădirii;
- evitarea spațiilor cu pericol la incendiu;
- asigurarea evacuării tuturor persoanelor prin ieșirile construcției afectate de incendiu;
- asigurarea ieșirii evacuaților direct în accesul la clădire și de unde se poate ajunge în exterior în siguranță (curte sau alt spațiu deschis);
- prevederea deschiderii ușilor în sensul evacuării și fără obstacole/praguri mai înalte decât cele normate (se admit planuri înclinate prescrise în reglementările tehnice);
- evitarea folosirii ușilor rotative sau ghilotină de evacuare etc. (figura 6.17).

Tabelul 6.8 Timpi și lungimi normate de evacuare la clădirile industriale (P118-99)

Construcții de producție și/sau depozitare		Timpul (s) sau lungimea căii (m) de evacuare					
Categorია de pericol de incendiu asociată	Gradul de rezistență la foc asociat	În două direcții diferite				Într-o singură direcție (coridor înfundat)	
		pentru parterul construcției		pentru etaje sau subsoluri		pentru parter, etaje, subsoluri	
		s	m	s	m	s	m
A, B (BE3a, b)	I, II	75	30	63	25	50	20
C (BE2)	I, II	250	100	188	75	63	25
	III	200	80	150	60	63	25
	IV	125	50	75	30	63	25
	V	113	45	63	25	63	25
D, E (BE1a, b)	I, II	nu se limitează					
	III	250	100	188	75	63	25
	IV	150	60	125	50	63	25
	V	125	50	100	40	63	25

Notă:

1. Timpul de evacuare (lungimea maximă a căii de evacuare) nu se normează în toate situațiile în care la fiecare nivel al construcției se pot afla, simultan, maximum 10 persoane, indiferent care este categoria de pericol de incendiu și gradul de rezistență la foc asociat construcției.



- uși de evacuare



- dublarea ușilor rotative cu uși de evacuare

Figura 6.17 Uși de evacuare a persoanelor din clădiri

În construcții sau porțiuni independente ale construcției, din punctul de vedere al circulației, de regulă, persoanele trebuie să aibă acces la cel puțin două căi de evacuare, pe cât posibil în direcții opuse; a doua cale de evacuare poate fi o fereastră sau o trapă exterioară, dacă prin acestea se asigură evacuarea în condiții corespunzătoare privind siguranța persoanelor (figura 6.18).

Asigurarea unei singure căi de evacuare este admisă când, conform proiectului, la fiecare nivel se află, simultan, maximum 20 de persoane, precum și în alte condiții stipulate în normativele de specialitate.

La clădirile înalte, foarte înalte și în cazul sălilor aglomerate sunt obligatorii minimum două căi de evacuare.

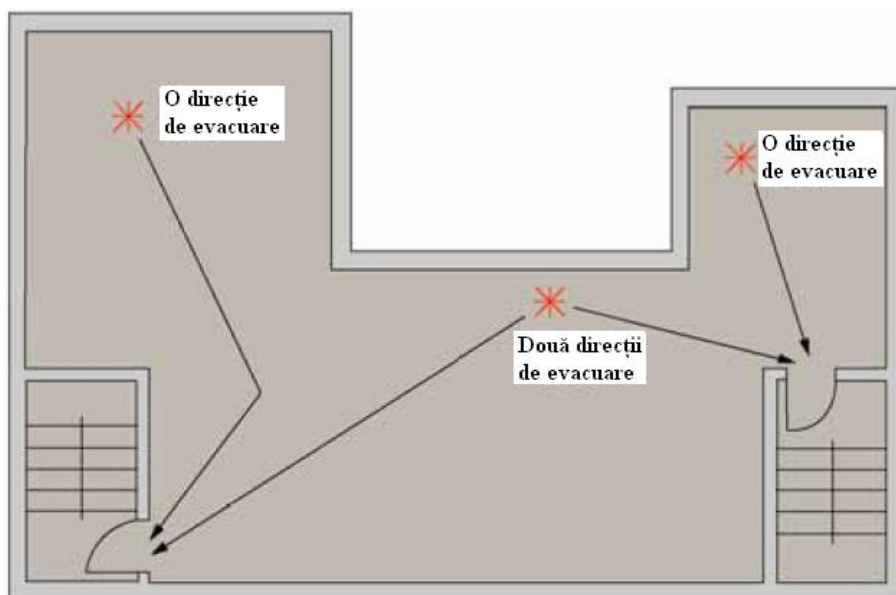


Figura 6.18 Realizarea căilor de evacuare

(după *Fire Protection Guide in Modern Building Construction*, Promat International, 2006)

Abordarea inginerescă a evacuării

(după *Fire Eengineering Design Guide, Third Edition*, 2008)

Timpul de evacuare. Pentru toate spațiile dintr-o clădire, timpul de evacuare a acestora trebuie să fie mai mic decât timpul la care mediul ambiant din spațiul afectat de incendiu începe să devină periculos pentru viață, incluzând și o marjă de siguranță, figura 6.19 și relația 6.2,

$$t_{ev} + t_s < t_{lt} \quad (6.2)$$

unde: t_{ev} este timpul de evacuare, calculat, (eng: *Required Safe Egress Time, RSET*) măsurat de la inițierea incendiului;

t_{lt} - timpul la care condițiile periculoase pentru viață se instalează (eng: *Available Safe Egress Time, ASET*), măsurat de la inițierea incendiului;

t_s - timpul marjă de siguranță.

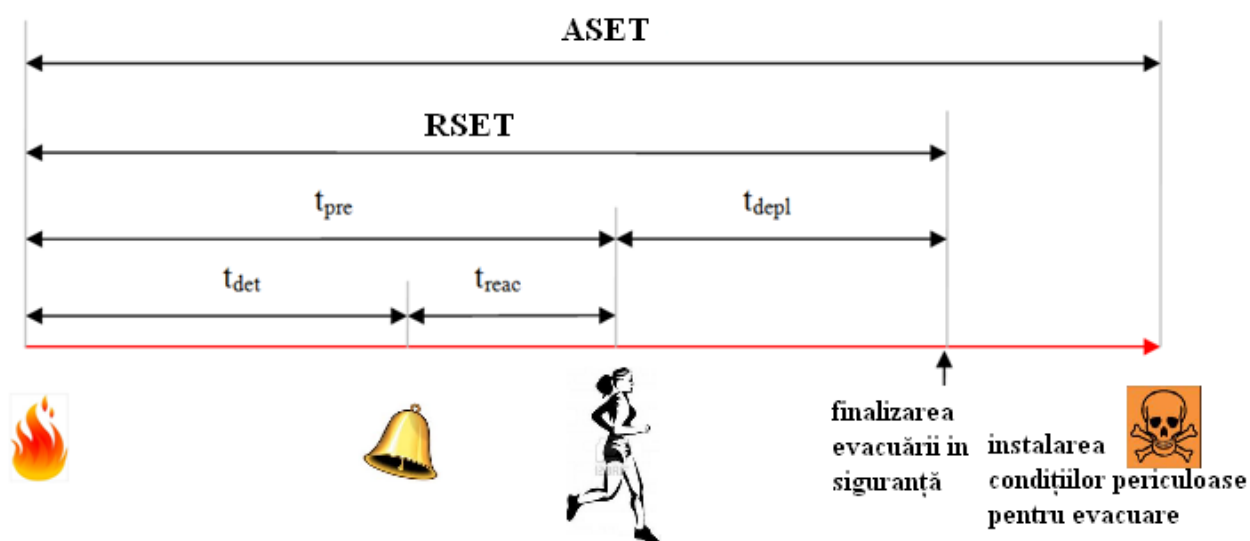


Figura 6.19 Validarea procesului evacuării în siguranță

Timpul de evacuare este dat de relația 6.3:

$$t_{ev} = t_d + t_a + t_o + t_i + t_t + t_q \quad (6.3)$$

unde: t_d este timpul de la inițierea incendiului până la detectarea lui (de către un ocupant al clădirii sau de un sistem automat de detecție);
 t_a - timpul de la momentul detectării până la momentul alarmării (sonor, luminos);
 t_o - timpul de la momentul alarmării până la momentul în care ocupanții iau decizia să răspundă;
 t_i - timpul în care ocupanții investighează incendiul, colectează bunurile, luptă cu focul;
 t_t - timpul de deplasare, începând cu timpul cerut pentru traversarea căilor de evacuare până la ajungerea în locația sigură, incluzând găsirea căii;
 t_q - timpul de așteptare la ușile de trecere sau obstrucții.

Termenul t_d poate fi determinat automat, cu ajutorul programelor pentru aprecierea dezvoltării incendiilor și răspunsului detectoarelor. Termenul t_a poate fi obținut din cunoașterea sistemului de alarmă sau a limitelor comportării umane. Termenii t_o și t_i sunt mai dificil de calculat.

Marja de siguranță este cerută pentru a prevedea un nivel adițional al acesteia, între timpul de evacuare calculat și timpul în care ocupanții trebuie să se evacueze. Calcularea timpului de evacuare poate fi numai aproximat și poate varia considerabil în funcție de natura și mobilitatea ocupanților.

Marja de siguranță este impusă de incertitudinile calculului, precum și de cele ale evacuării și timpilor de suportabilitate (*tenability*), ale dificultăților în găsirea căilor de evacuare și ale altor condiții neprevăzute. Mărimea siguranței poate varia după caracteristicile ocupanților (vârstă, dizabilități, stare de somn sau de trezie a ocupanților), de prezența sistemelor de stingere și de mărimea sau de complexitatea clădirii. În absența mai multor informații, o marjă de siguranță nu este mai mică decât t_{ev} , fiind sugerată de alertarea persoanelor fizic neafectate. O analiză mai detaliată poate fi făcută ca justificare pentru utilizarea unei marje de siguranță diferite. Selectarea unei marje de siguranță depinde de timpii comparați și sunt valorile așteptate sau valorile extreme ale distribuțiilor adoptate utilizate în analizele de senzitivitate.

Limitele de suportabilitate (eng. *tenability*). Efectul incendiului asupra oamenilor este o dificultate excepțională supusă cuantificării. Răul poate fi fizic, fiziologic sau psihic. Acuratețea datelor privitoare la oameni este cu adevărat dată de acțiunea unui incendiu de incintă real. Experimentele pe oameni supuși efectelor incendiilor sunt obținute cu dificultate chiar dacă astfel de experimente au fost realizate.

Unele modele pentru dezvoltarea incendiului sunt utilizate pentru predicția umplerii cu fum a compartimentelor și, în acest caz, criteriile de suportabilitate sunt uzual cerute pentru a stabili acceptabilitatea proiectului (sau nu). Criteriul de suportabilitate stabilește timpul de inițiere a condițiilor periculoase pentru viață.

Supportabilitatea [27], definită ca expunerea maximă la pericolul de incendiu și care poate fi tolerată fără cauzarea incapacității, poate fi analizată după:

- căldura prin convecție;
- căldura prin radiație;
- vizibilitatea prin fum;
- concentrația gazelor toxice;
- concentrația gazelor iritante.

Când analizăm fenomenul de evacuare în corelație cu rezultatele unui program de calcul, în vederea evaluării, trebuie presupusă o limită de comparație; aceasta corespunde poziției la care condițiile se evaluează și, în mod normal, trebuie să fie deasupra înălțimii nasului sau capului. Când fumul este peste această referință, condițiile sunt aplicabile în partea de jos a stratului, iar când fumul este sub această referință, condițiile sunt aplicabile în partea de sus a

stratului. Înălțimea de 2,0 m sau mai mare este recomandată la proiectare (2,50 m pentru România [26]).

Căldura prin convecție. Niveluri crescute ale căldurii prin convecție pot conduce la hipertermie și durere la nivelul pielii. Nivelurile hipertermiei depind de activitatea persoanei și hainele cu care este îmbrăcată. Temperatura critică pentru căldura transmisă prin convecție depinde de timpul expunerii și umiditatea conținută în gazele arderii. Un criteriu de suportabilitate acoperitor pentru expunerea la căldură prin convecție este *expunerea timp de 30 min la 60°C în atmosferă saturată.*

Căldura prin radiație. Acest tip de transmitere a căldurii cauzează eritem (durere și roșeață la nivelul pielii), arsură parțială a pielii și, eventual, arsură pe toată grosimea pielii. Un criteriu de suportabilitate acoperitor pentru expunerea la căldură radiantă este ca *fluxul de căldură radiantă din stratul superior să nu depășească 2,5 kW/m² la înălțimea capului (corespunzând unei temperaturi, la partea inferioară a stratului superior al fumului, de aproximativ 200°C);* peste această limită, timpul de toleranță este sub 20 s.

Vizibilitatea. Vizibilitatea prin fum se bazează pe *densitatea optică a fumului, tipul fumului și caracteristicile obiectului țintă ce trebuie vizualizat.* Unii oameni pot refuza să treacă prin fum chiar diluat, în timp ce alții vor încerca să se deplaseze prin fum dens (cazul particular al situațiilor extreme). Oamenii care traversează prin fum se deplasează mai încet decât în condițiile inexistenței acestuia. Proiectarea corectă și vizibilitatea semnalizării căilor de evacuare pot ajuta evacuarea. Semnalizarea luminoasă pentru ieșire este ușor de văzut în condițiile existenței fumului. Marcarea sau iluminatul la nivelul pardoselii reduce efortul ocupanților de a căuta, prin fum, calea ce trebuie urmată spre ieșire. Unele programe evaluează *vizibilitatea* (în m), în timp ce altele *densitatea optică* (în m⁻¹). Calculul vizibilității este în mare măsură influențat de *producția de funingine* (în g/g), selectată ca dată de intrare pentru programul de calcul; valoarea trebuie cu atenție și justificat selectată. FCRC (1996) recomandă ca și criteriu de suportabilitate:

- în cazul încăperilor mici: 8 m vizibilitate minimă sau 0,2 m⁻¹ densitate optică;
- în cazul altor încăperi: 10 m vizibilitate minimă sau 0,1 m⁻¹ densitatea optică.

Gazele asfixiante. Gazele asfixiante pot cauza pierderea conștienței sau moartea, lipsind țesuturile creierului de oxigen. Gazele asfixiante produse prin combustie includ *monoxid de carbon, acid cianhidric, dioxid de carbon și oxigen insuficient.* Pentru o persoană sănătoasă, în mod obișnuit, următoarele concentrații (în ppm-părți pe milion) pot conduce la *incapacitate în 30 min* (Purser, 2002):

- de la 1400 ppm pentru CO (în cazul copiilor, incapacitatea intervine în jumătate din timp);

- de la 80 ppm pentru HCN;
- la mai puțin ca 12% pentru O₂;
- la mai mult ca 5% pentru CO₂.

(aceste limitele, când este cazul, pot fi ajustate pentru membrii vulnerabili ai populației).

Fractional Effectiv Dose (FED). Cu ajutorul parametrului FED se poate evalua cu mai multă acuratețe impactul gazelor asfixiante în situația de incendiu (Purser, 2002) și presupune calculul efectului cumulat al expunerii simultane la mai multe gaze asfixiante. *Când FED crește peste valoarea 1, se presupune instalarea incapacității; valori de 0,1=0,3 sunt acceptate ca și criteriu de proiectare.*

Gazele iritante. Gazele iritante cauzează disconfort, durere sau distrugerea țesutului la nivelul mucoaselor ochilor, nasului, traheei și plămânilor, și pot conduce la incapacitate și moarte. Gazele iritante, care sunt produse ale combustiei, includ acizi anorganici gazoși (precum acidul cianhidric) și compuși organici precum formaldehida și acroleina, ca să numim numai câteva. Purser (2000) sugerează că *o densitate optică a fumului de 0,5 m⁻¹ poate fi utilizată ca indicator al iritabilității care poate reduce eficiența evacuării.* FCRC (1996) sugerează o abordare simplificată și anume că este improbabil a fi depășite condițiile limită pentru toate produsele toxice (asfixiante și iritante) dacă *densitatea optică a fumului nu depășește 0,1 m⁻¹ sau vizibilitatea nu este redusă sub 10 m.*

Căi de evacuare a animalelor adăpostite în construcțiile zootehnice

Numărul căilor de evacuare a animalelor adăpostite, în situația de incendiu, se stabilește pe baza unei metodologii specifice care are în vedere categoriile animalelor adăpostite și gradul de rezistență la foc asociat construcției (tabelul 6.9).

Tabelul 6.9 Numărul maxim al animalelor admis pentru evacuarea pe o ușă (NPCI-1984)

Nr. crt.	Animale adăpostite în construcția-grajd	Gradul de rezistență la foc asociat construcția-grajd	
		I-IV	V
1	bovine	35	25
2	tineret taurin	50	30
3	animale de muncă	35	25
4	cai de elită	25	-
5	scroafe cu porci și vieri	35	25
6	îngrășătorie porci	200	150

Lățimea minimă a unei ieșiri pentru evacuarea animalelor adăpostite, în situația de incendiu, trebuie să fie cel puțin:

- 2,00 m, în cazul grajdurilor pentru taurine și cabaline;
- 1,50 m, în cazul grajdurilor pentru viței până la 6 luni;
- 0,90 m, în cazul grajdurilor pentru porci.

Lungimea căii de evacuare a animalelor adăpostite, în situația de incendiu, până la ieșirea din clădire, trebuie să fie maximum:

- 30 m pentru animalele aflate în stabulație fixă (legate);
- 50 m pentru animalele aflate în stabulație liberă.

Realizarea căilor de evacuare a animalelor adăpostite, în situația de incendiu, trebuie să respecte următoarele condiții: ușile să fie distribuite, pe cât posibil, uniform, să nu prezinte praguri și să se deschidă în sensul evacuării.

6.4.2 Căi de acces și intervenție la incendii (prescripții naționale)

Pentru asigurarea condițiilor de acces, de intervenție și de salvare în situația de incendiu, la construcții se proiectează și execută căi de acces, care pot fi:

- drumuri necesare funcțional;
- fâșii de teren libere, corespunzător amenajate pentru accesul utilajelor și autospecialelor de intervenție ale pompierilor.

Drumurile necesare funcțional, destinate și circulației în cazul incendiului, trebuie să formeze, de regulă, un circuit închis, să asigure accesul forțelor de intervenție fără obstacole și pe distanța cea mai scurtă către toate construcțiile, depozitele deschise pentru materiale combustibile și sursele de apă (bazine, rezervoare, hidranți, rampe de alimentare etc.); asigurarea căilor pentru accesul autospecialelor de intervenție la sursele de alimentare cu apă, în cazul incendiului, și a posibilităților folosirii acestor surse, în orice anotimp, constituie o condiție a securității la incendiu.

Fâșiile de teren libere se prevăd pentru circulația mașinilor de intervenție a pompierilor (dacă din procesul funcțional nu rezultă necesitatea unor drumuri pentru circulații curente la anumite obiective), cu lățimea minimă prescrisă, nivelate și cu panta necesară asigurării scurgerii și îndepărtării apelor de pe acestea; când terenul natural nu asigură circulația mașinilor pe orice vreme, fâșiile amenajate se consolidează. Se iau măsurile necesare pentru protecția construcțiilor subterane pe care le întretaie (canale, cămine, rețele subterane pentru conducte) și marcarea lor vizibilă.

Fâșiile de teren destinate circulației în situația de incendiu trebuie să se regăsească în documentațiile specifice.

Realizarea căilor de acces și intervenție, în general, trebuie să mai aibă în vedere:

- asigurarea lățimii minime: 6,0 m sau 12,0 m pentru clădirile înalte;
- realizarea curbelor și ramificațiilor astfel încât să asigure și înscrierea mașinilor de intervenție ale pompierilor (figura 6.20);

- realizarea a două intrări din drumul public (unde este necesar), dimensionate ca să se asigure accesul mașinilor de intervenție ale pompierilor (în cazul unităților industriale cu activități din categoria pericolului la incendiu A, B sau C și cu aria suprafeței incintei peste 2,5 ha, P 118-99;

- încrucișările la nivel cu liniile căii ferate pe care se pot gara vagoane, unde trebuie prevăzută a doua încrucișare la nivel situată, față de prima, la o distanță cel puțin egală cu lungimea unei garnituri de tren care circulă în mod obișnuit pe linia respectivă.

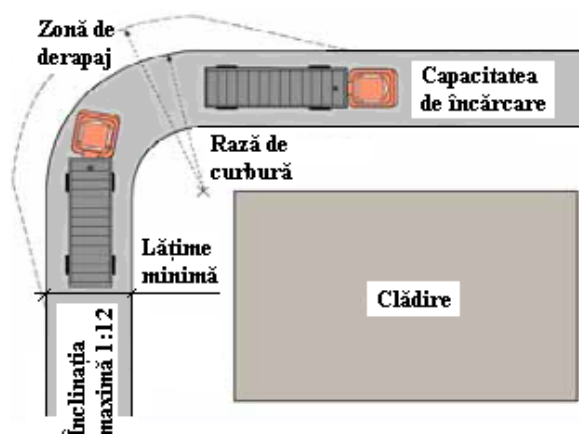


Figura 6.20 Drumuri necesare funcțional accesului autospecialelor de intervenție
(după *Fire Protection Guide in Modern Building Construction, Promat International, 2006*)

Numărul căilor de acces și intervenție la incendiile din incintele industriale, grupările clădirilor social-administrative și ansamblurile locuințelor, necesare circulației obișnuite, se proiectează avându-se în vedere ca:

- fiecare construcție să fie deservită de un drum;
- clădirile înalte, precum și clădirile industriale blindate și monobloc să fie deservite pe cel puțin două laturi;
- fiecare sector al depozitelor deschise pentru materiale combustibile solide, lichide sau gazoase să fie deservit pe toate laturile.

Accesul în clădirile blindate trebuie să aibă asigurat accesul personalului de intervenție în situația de incendiu prin deschideri de cel puțin 1,00 m lățime și 1,80 m înălțime, situate pe conturul clădirii la distanțe maxime de 80,0 m una de alta; acestea pot fi închise prin panouri care să poată fi ușor desfăcute în cazul incendiului și marcate vizibil.

Accesul în curțile închise (la construcțiile etajate), unde autospecialele pompierilor nu pot intra, se face, pentru salvarea persoanelor din clădire de către forțele de intervenție, prin ferestre sau goluri practice în fațadele construcției, marcate corespunzător pentru a fi ușor recunoscute în situația de incendiu.

Curțile interioare neacoperite, cu aria peste 600 m², închise pe toate laturile de construcții și situate la nivelul terenului sau al circulațiilor carosabile adiacente sau la o diferență de nivel mai mică de 0,50 m față de aceste circulații, se prevăd obligatoriu cu *accese carosabile* pentru autospecialele de intervenție în cazul incendiului, amplasate la maximum 160 m unele de altele, cu gabarite minime precizate (3,80 m lățime și 4,20 m înălțime, iar pentru pasajele carosabile din interiorul clădirilor 3,80 m înălțime). În cazul curților situate la diferențe de nivel mai mari de

0,50 m (fără acces carosabil), se asigură numai *accese pietonale* personalului de intervenție, cu gabarite minime precizate (1,50 m lățime și 1,90 m înălțime), situate la maximum 80 m distanță între ele.

Pereții care limitează pasajele în clădiri trebuie să fie incombustibili și să aibă rezistența la foc minimă 90 min.

Accesul în construcțiile închise cu pereți cortină trebuie să se facă prin panouri vitrate marcate și care să permită intervenția pompierilor direct din exterior în circulațiile comune orizontale (holuri, vestibuluri, coridoare etc.) sau în încăperi cu acces permanent în circulațiile comune. Marcarea vizibilă din exterior a cel puțin unui acces pe fiecare etaj al construcției este obligatorie la etajele situate până la 28 m față de carosabil, pe toate fațadele accesibile autospecialelor de intervenție. Construcțiile închise perimetral cu pereți cortină trebuie să asigure circulații carosabile în dreptul panourilor fațadei marcate pentru accesul echipelor de intervenție. În interiorul construcțiilor, căile de intervenție pentru personalul serviciilor și unităților de pompieri vor fi stabilite, amenajate și marcate corespunzător astfel încât să fie ușor recunoscute în cazul incendiului.

Accesul pe acoperiș la clădirile cu pod al personalului de intervenție în situația de incendiu se va asigura prin *casele de scări, lucarne și/sau tabachere* (figura 6.21).

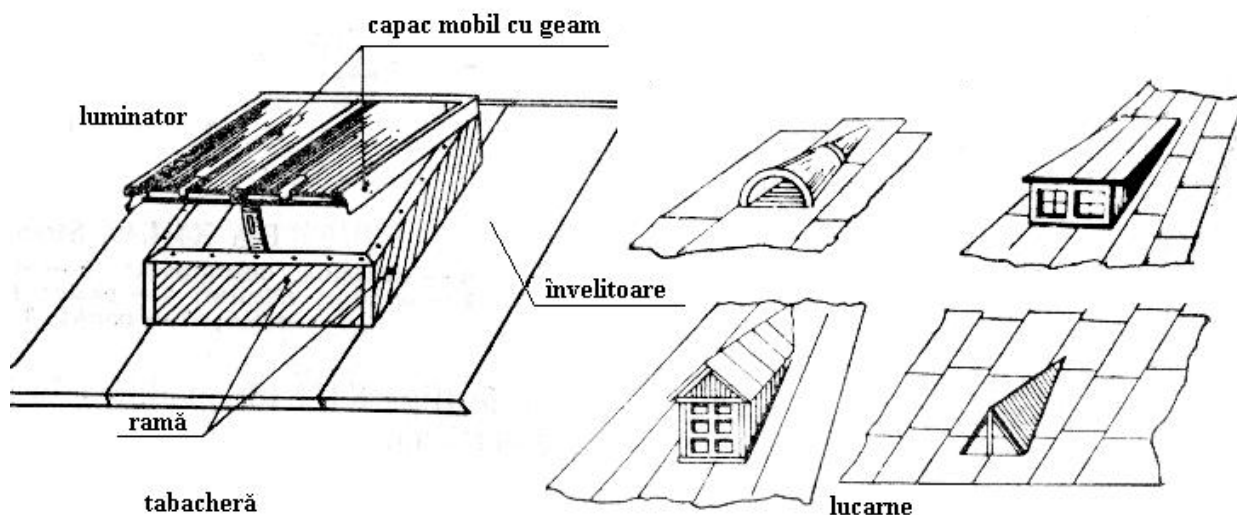


Figura 6.21 Accesul pe acoperiș la clădirile cu pod al personalului de intervenție
(*Construcții-curs general, C. Peștișanu, Editura didactică și pedagogică, București, 1971*)

Accesul prin scări exterioare de incendiu (executate conform standardelor: STAS 6168) se va realiza la:

- clădirile cu înălțimea la cornișă mai mare de 12 m;
- clădirile ce adăpostesc persoane care nu se pot evacua singure, având mai puțin de trei scări interioare sau cele cu săli aglomerate, indiferent de gradul de rezistență la foc asociat acestora;
- construcțiile având gradul de rezistență la foc asociat III÷V, situate în localități unde nu există unități de pompieri;
- zonele antifoc.

Pentru construcțiile anterior menționate trebuie prevăzute scări de incendiu exterioare și între acoperișuri denivelate (pentru asigurarea circulației între părțile acestora situate la diferite înălțimi) dacă denivelarea minimă depășește 1,50 m, respectiv la acoperișurile clădirilor prevăzute cu luminatoare mai lungi de 80 m (pentru a se asigura circulația peste acestea).

Scările de incendiu exterioare se vor amplasa în lungul perimetrului clădirii la maximum 200 m; pe fațada principală a clădirilor se admite să nu se prevadă asemenea scări.

Accesul la clădirile înalte și foarte înalte al personalului de intervenție la incendiu se poate realiza și cu ajutorul *ascensorului*; astfel, la clădirile înalte se va prevedea cel puțin un ascensor de intervenție pentru pompieri, iar pentru cele foarte înalte cel puțin două astfel de ascensoare.

Ascensoarele de intervenție în situația de incendiu vor asigura capacitatea pentru transportul a 3÷5 servanți cu echipamentul aferent (minim 500 kg) și vor fi realizate ca să funcționeze cel puțin 2 ore de la izbucnirea incendiului. Aceste ascensoare vor asigura accesul pompierilor la toate nivelurile clădirii, fiind echipate cu dispozitive pentru apel prioritar în cazul incendiului.

Bibliografie

1. Bălulescu P., Crăciun I., *Agenda pompierului*, Editura Tehnică, București, 1993.
2. Bryan J.L., A selected historical review of human behaviour in fire, *The official magazine of the Society of Fire Protection Engineers*, nr. 16, Cleveland, OH 44114 USA, 2002.
3. Burlacu, L., Alexandrescu, I., *Considerații asupra corelării nivelului de risc de incendiu cu gradul de dotare cu instalații speciale de detectare și stingere*, Conferința tehnico-științifică "Instalații pentru construcții și economia de energie", 1 - 2 iulie 1999, Editura Venus, pp. 446 – 455, Iași, 1999.
4. Burlacu L., Diaconu-Șotropa D., *Performanța privind securitatea la incendiu a construcțiilor*, *Review AICPS*, nr. 1/2007 Ediție nouă, ISSN 1454-928X, București, 2007.
5. Crăciun, I., Secară, V., Calotă, S., Niță, A., Șerbu, T., Gherghinoiu, I., Roth, M., Vale, I., Bălulescu, R., *Protecția împotriva incendiului, ghid pentru aplicarea normelor generale de prevenire și stingere a incendiilor*, Editura Service Pompieri, București, 2000.
6. Calotă, S., Lencu, V., Șerbu, T., *Protecția împotriva incendiilor*, vol.1, Editura Service Pompieri, București, 1998.
7. Farcaș, D., *Protecția activă împotriva incendiilor*. *Pompierii Români* nr.9/1990, pp.20-21, București, 1990.
8. Roitman, M.I., *Măsuri de prevenire a incendiilor în construcții*. Direcția Paza Contra Incendiilor, București, 1957.
9. ***, *Normativ pentru proiectarea și executarea construcțiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor*. Indicativ NPCI 1957. Editura Tehnică. București 1957.
10. ***, *Normativ pentru proiectarea și executarea construcțiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor*. Indicativ NPCI 1961. Editura Tehnică. București 1961.
11. ***, *Normativ pentru proiectarea și executarea construcțiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor*. Indicativ NPCI 1964. Editura Tehnică. București 1964.
12. ***, *Normativ republican pentru proiectarea și executarea construcțiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor*. Indicativ NPCI 1972 Ediția 1974. *Buletinul Construcțiilor* nr.3/1974.
13. ***, *Normativ departamental pentru proiectarea și executarea construcțiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor în industria chimică*, indicativ NPCICh-1977 emis de Ministerul Industriei Chimice cu ordinul nr. 1862/1976
14. ***, *Prevenirea incendiilor în proiectarea lucrărilor de construcții și instalații*. Ministerul de Interne - Comandamentul Pompierilor - Serviciul Cultural, Presă și Editorial, București 1973
15. ***, *Norme tehnice privind protecția construcțiilor contra focului*. Indicativ P.118/1983.
16. ***, *Normativ departamental privind proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor din punct de vedere al protecției contra acțiunii focului în ramura agriculturii și industriei alimentare*. Indicativ NPCIA/1984.
17. ***, *Prevenirea incendiilor în proiectarea lucrărilor de construcții și instalații*, Ministerul de Interne - Comandamentul Pompierilor-Serviciul Cultural, Presă și Editorial, București, 1973.
18. ***, *Termeni și expresii P.S.I.*, Ministerul de Interne-Comandamentul Pompierilor, Serviciul Editorial, București, 1991.

19. Regulamentul privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 766/1997, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 352 din 10 decembrie 1997.
20. ***, Norme generale de prevenire și stingere a incendiilor aprobate prin Ordinul nr. 775 din 22 iulie 1998, Monitorul Oficial partea I, nr. 348 din 09.10.1998, București, 1998.
21. ***, Normativ de siguranță la foc a construcțiilor indicativ P.118/1999, IPCT, București 1999.
22. ***, Manual privind exemplificări, detalieri și soluții de aplicare a prevederilor Normativului P.118/1999-Siguranța la foc a construcțiilor. Indicativ MP008-2000, IPCT, București, 2000.
23. ***, Ghid pentru proiectarea, executarea și exploatarea dispozitivelor și sistemelor de evacuare a fumului și a gazelor fierbinți din construcții în caz de incendiu-Indicativ GP-063-2001, IPCT-SA, București, 2001.
24. ***, Norme generale de apărare împotriva incendiilor aprobate cu ordinul nr. 163 din 28.02.2007.
25. ***, Fire EGINEERING Design Guide, Third Edition, Editor Michael Spearpoint, New Zealand Center For Advanced Engineering, Christchurch-New Zealand, 2008.
26. ***, CEN/TR 12101-5, Sisteme de control al fumului și gazelor fierbinți și metode de calcul pentru sisteme de ventilare pentru evacuarea fumului și gazelor fierbinți, București, 2005.
27. ***, European Guideline, CFPA-E No 19, Fire safety engineering concerning evacuation from buildings, 2009.

