

# EFECTELE ACȚIUNII FOCULUI ASUPRA STRUCTURILOR DIN OȚEL

**Autor: Petru ROMANCIUC**  
**Conducător științific: conf. univ. dr. Mihail BÎRCĂ**

Universitatea Tehnică a Moldovei

***Abstract:** Se studiază efectele acțiunii focului asupra structurilor din oțel.*

*Scopul studiului este de a cerceta comportamentul construcțiilor din oțel în timpul incendiilor, de a studia etapele unei analize pentru a efectua proiectarea unei structuri din oțel și de a face cunoștință cu metodele pentru determinarea rezistenței la foc a unei structuri. În urma cercetării s-a constatat că comportamentul construcțiilor în timpul incendiilor dificil de apreciat, de aceea la proiectarea construcțiilor din oțel trebuie de atras o atenție sporită acestui aspect.*

***Cuvinte cheie:** structuri din oțel, incendiu, analiza mecanică, acțiuni termice, modele de calcul.*

## 1. Introducere

Focul a fost întotdeauna o amenințare serioasă pentru fiecare aspect al vieții umane. Acesta poate provoca pierderea de vieți omenești și să aducă consecințe economice semnificative. În anul 2013 în Republica Moldova au fost distruse de foc 59 construcții soldate cu persoane care au decedat și care au avut de suferit. Nu în ultimul rând incendiile lasă în urma lor și pagube economice. În întreaga lume, în urma unor incendii devastatoare a fost stimulat interesul în cercetarea comportamentului construcțiilor în timpul incendiilor. Deoarece pierderea de vieți omenești este întotdeauna mai importantă decât pagubele economice, scopul final de proiectare structurală pentru condiții de incendiu este de a preveni prăbușirea atunci când structura este supusă la temperaturi ridicate.

În timpul unui incendiu, rezistența materialelor construcției scade pe măsură ce temperatura crește. Supuse încărcării inițiale, reducerea rezistenței materialelor ar putea conduce la cedarea unui element. Pentru o structură continuă, capacitatea portantă se bazează pe comportamentul plastic și redistribuirea sarcinii în interiorul cadrelor. Prin urmare, în cazul în care cadrele nu au suficientă ductilitate, eșecul unui singur element ar putea duce la colapsul progresiv al întregii structuri.

Prezicerea comportamentului cadrului în timpul incendiului este foarte dificilă. În mod tradițional, proiectarea pentru incendii a structurii se bazează pe comportamentul unui singur element în cadrul testului de rezistență la foc (Lamont, 2001). Acest test nu cuprinde adevăratul comportament al cadrului. Există o relație între elementele cadrului care face comportamentul structural complicat de prezis.

## 2. Analiza mecanică a structurilor din oțel

### 2.1. Etapele unei analize

Informațiile necesare pentru a efectua proiectarea unei structuri din oțel la acțiunea focului sunt:

- a) Bazele proiectării, date în EN 1990.
- b) Acțiunile mecanice, date în principal în EN 1991-1-1.
- c) Acțiunile termice, date în EN 1991-1-2.
- d) Regulile pentru determinarea evoluției temperaturilor în structură și regulile pentru determinarea capacității portante a elementelor, date în EN 1993-1-2.

Schema de bază după care se efectuează analiza mecanică a structurilor din oțel este prezentată în Fig. 1.

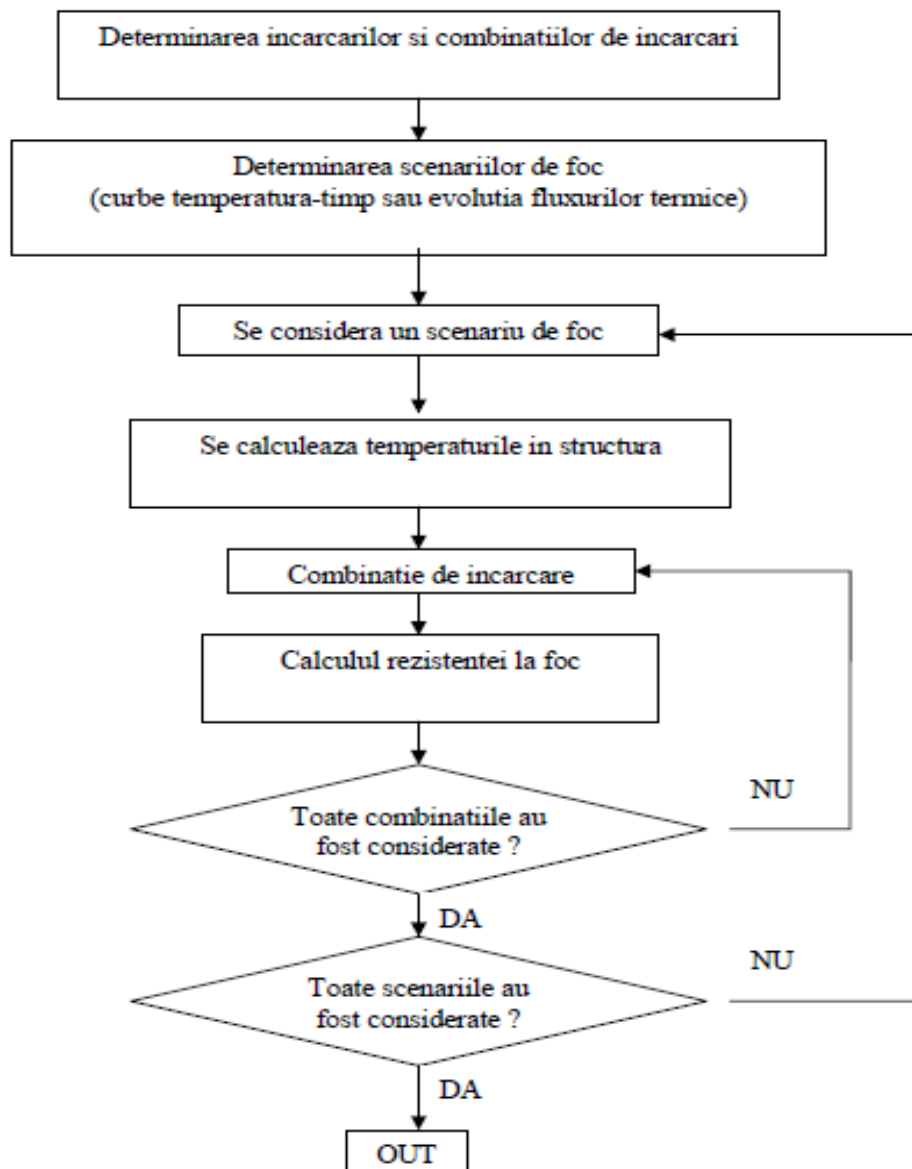


Fig.1. Etapele unei analize

## 2.2. Alegerea structurii pentru analiză

Analiza structurală în situația de incendiu se poate realiza pentru elemente structurale, pentru părți din structură sau pentru întreaga structură. Alegerea îi revine în întregime proiectantului.

### Analiza structurala globală

Dacă structura este simplă, sau în cazul în care structura este complexă dar există un program de calcul adecvat pentru analiza la temperaturi înalte, se poate considera întreaga structură în analiză. În acest caz se va ține seama de modurile de cedare corespunzătoare, de variația proprietăților de rezistență și rigiditate ale materialelor în funcție de temperatura și de efectul deformațiilor și dilatărilor termice (acțiuni indirecte ale focului).

Într-o analiză structurală globală, toate acțiunile indirecte care apar într-o structură în timpul incendiului trebuie luate în considerare.

### Analiza elementelor structurale

Structura poate fi reprezentată ca un ansamblu de elemente, solicitate la încărcări exterioare, cu dimensiunile limitate de rezemări sau de punctele de legătura cu alte elemente. Cuvântul “element” poate desemna o grindă, un stâlp, un planșeu, etc.

În cazul analizei elementelor structurale, condițiile de rezemare sunt deasemenea stabilite la începutul incendiului, dar nu se considera acțiuni indirecte, cu excepția celor care rezulta din diferențele de temperatură dintre fețele secțiunilor transversale. O situație în care efectele diferențelor de temperatură între fețele secțiunii au un efect semnificativ în rezistența la foc, atunci când se face o analiză a elementelor structurale, apare pentru stâlpii sau pereții în consola sau simplu rezemați, expuși la foc pe o singură parte. În aceste cazuri, deplasările laterale importante introduse de diferența de temperatură, pot să genereze momente încovoietoare importante, care pot conduce la o rupere prematură, prin atingerea limitei de rezistență a materialului, sau prin pierderea de stabilitate a elementului.

### **Analiza unor părți din structură**

Aceasta este o soluție intermediară între cazurile menționate mai sus. Orice parte din structură care conține mai mult decât un element este o substructură.

În cazul analizei unor părți din structură, condițiile de frontieră a substructurilor (forțe, rezemări) sunt evaluate la timpul  $t = 0$ , adică la începutul incendiului și se considera că rămân constante pe toată durata incendiului. Pe de altă parte, în cadrul substructurii pot apărea și acțiuni indirecte.

### **2.3. Modele de calcul**

Pentru determinarea rezistenței la foc a unei structuri se pot considera trei metode (modele) de calcul. Acestea diferă mult prin complexitate, dar și prin domeniul de aplicare, respectiv rezultatele pe care le pot oferi.

#### **Metoda tabelară**

Metoda tabelară oferă direct rezistența la foc funcție de un set de parametri simpli, spre exemplu acoperirea cu beton a armaturilor într-o secțiune din beton, nivelul de încărcare, sau dimensiunile secțiunii. Un astfel de model este ușor de utilizat.

#### **Modele simplificate de calcul**

Modelele simplificate de calcul, așa cum sugerează și denumirea, trebuie să fie destul de simple pentru a putea fi aplicate în practica curentă de proiectare, fără să fie necesară utilizarea programelor de calcul. Aceste modele trebuie să se bazeze pe ecuații de echilibru.

#### **Modele de calcul avansat (modele generale de calcul)**

Modelele de calcul avansat sunt reprezentate de programele de calcul sofisticate și trebuie să se bazeze pe principiile recunoscute ale mecanicii structurale și ale fizicii, pentru a oferi o aproximare fiabilă a comportării structurilor în situația de incendiu. Trebuie subliniat faptul că realizarea unui program de calcul bazat pe metodele simplificate de calcul, pentru a facilita utilizarea acestui model de calcul, nu face din acesta un model de calcul avansat. Modelele de calcul avansat sunt aplicabile pentru orice model de foc și se pot utiliza pentru analiza întregii structuri, deoarece iau în considerare și efectele acțiunilor indirecte.

#### **Relații între modelul de calcul și partea din structura care este analizată**

În mod frecvent se face o confuzie între cele trei modele de calcul și cele trei nivele de alegere a structurii pentru analiză. Cu toate că acestea reprezintă două aspecte distincte ale analizei structurale în situația de incendiu, există totuși o legătură între acestea, cum se arată în tabelul 1.

Tabelul 1. Legătura între modelele de calcul și alegerea structurii pentru analiză

	Element	Substructura	Structura
Metoda tabelară	++	-	-
Modele simplificate	++	+	-
Modele avansate	+	++	++

Acest tabel evidentiază următoarele aspecte:

- ✓ Metoda tabelară se utilizează pentru analiza elementelor. Cu toate că se poate imagina că acest model de calcul poate fi dezvoltat și pentru substructuri simple, astfel de studii nu au fost încă realizate.
- ✓ Modelele simplificate se utilizează în principal pentru analiza elementelor și, într-o oarecare măsură, pot fi considerate și pentru anumite substructuri.

1. Modelele avansate de calcul se utilizează în principal pentru analiza globală a structurilor, sau, dacă timpul pentru analiză poate fi redus, pentru analiza substructurilor. Pot fi deasemenea utilizate pentru analiza elementelor, dar, în cele mai multe cazuri, acestea vor fi analizate cu ajutorul celorlalte modele de calcul.

### **Concluzii**

- Comportamentul construcțiilor în timpul incendiilor sunt complicat de prezis, de aceea la proiectarea construcțiilor din oțel trebuie de atras o atenție sporită acestui aspect.
- Utilizarea modelului de calcul potrivit va conduce la excluderea surprizelor neplăcute în caz de incendiu.

### **Bibilografie**

1. Calculul structurilor la acțiunea focului. Partea a I-a: Eurocoduri
2. EN 1993-1-2
3. <http://www.structuresinfire.com/>