



Universitatea Tehnică a Moldovei

CALCULUL LA PRABUȘIREA PROGRESIVĂ A CLĂDIRILOR MULTIETAJATE DIN BETON ARMAT

Masterand: gr. IS – 1501M
Viorica BRAGOI

Conducător: conf. univ. dr.
Mihail BÎRCĂ

Chișinău – 2017

REZUMAT

Prăbușirea progresivă a unei clădiri se produce atunci când acțiunile asupra structurii de rezistență sau condițiile de margine sunt schimbate astfel încât unele elemente componente sunt încărcate dincolo de capacitatea lor portantă și cedează. Partea rămasă din structură este nevoită să realizeze o redistribuire a forțelor interioare pentru a prelua încărcările exterioare. Ca rezultat al acestei redistribuiri, alte elemente pot să cedeze, fie structura găsește o alternativă de echilibru stabil.

Cauzele inițiale care pot duce la o prăbușire progresivă sunt multiple și adesea la baza unui eveniment sunt mai multe cauze combinate. Astfel putem enumera schimbarea violentă a presiunii aerului (explozia din acumulările de gaze, atacurile cu bombă, tornadele), explozia controlată, cutremurul, focul, impactul cu vehicule, condițiile climatice (zăpada, chiciura, vântul), aglomerările de oameni, greșelile de proiectare, greșeli de execuție.

ABSTRACT

Progressive collapse of a building occurs when the actions on the resistance structure or boundary conditions are changed so that some components are loaded beyond their bearing and collapse. The remainder of the structure needs to create a redistribution of inner forces to take external loads. As a result of this redistribution, other elements may collapse, or find an alternative structure stable equilibrium.

The initial causes that can lead to a progressive collapse are multiple and often based on an event are several causes combined. This can include violent change of air pressure (accumulation of gas explosion, bomb attacks, tornadoes) controlled explosion, earthquake, fire, impact of vehicles, weather conditions (snow, frost, wind), agglomerations of people, design mistakes, execution errors.

CUPRINS

INTRODUCERE	3
1. DEFINIREA NOȚIUNII	5
1.1. Dispoziții generale	5
1.2. Metodologia de calcul	7
2. STUDII ANALITICE	9
2.1. Soluții arhitectural - constructive	9
2.2. Materiale	9
2.3. Încărcări	10
2.4. Calculul clădirii	12
2.5. Rezultatele calculului – varianta 1.....	14
2.5.1. Protocolul calculului.....	14
2.5.2. Scheme de prăbușire a clădirii	23
2.5.3. Deplasările clădirii	26
2.6. Rezultatele calculului – varianta 1.....	29
2.6.1. Protocolul calculului.....	29
2.6.2. Scheme de prăbușire a clădirii	38
2.6.3. Deplasările clădirii	41
2.7. Rezultatele calculului – varianta 1.....	44
2.7.1. Protocolul calculului.....	44
2.7.2. Scheme de prăbușire a clădirii	53
2.7.3. Deplasările clădirii	56
CONCLUZII	59
BIBLIOGRAFIE	60

INTRODUCERE

Conceptul de prăbușire progresivă a fost introdus pentru prima dată în literatura de specialitate din ingineria structurală odată cu cedarea structurii de rezistență a clădirii Ronan Point din Londra în anul 1968, ca urmare a unei explozii din acumulare de gaze. Ronan Point a fost un bloc cu 22 de etaje și parcaj subteran amplasat în estul Londrei, construit între anii 1966-1968 cu o structură de rezistență alcătuită în soluția planșee, panouri și stâlpi prefabricați din beton armat. Deși a rezistat exploziei inițiale datorate unei acumulări de gaze ce a avut loc într-un apartament de la etajul 18, structura de rezistență a imobilului a cedat în momentul înlăturării pereților și implicit a rezemărilor etajele 19- 22, fragmentele de moloz antrenate determinând prăbușirea progresivă a acestora. La ancheta ulterioară a evenimentului, experții tehnici nu au evidențiat greșeli de proiectare sau execuție, bilanțul evenimentului fiind de patru victime.



Figura 1 - Clădirea de apartamente Ronan Point, Anglia

Sursa: Geograph - Photograph every grip square, <http://www.geograph.org.uk/photo/2540469>

Un al doilea caz de colaps progresiv ce a atras atenția specialiștilor a fost cel al Clădirii Federale Alfred P. Murrah din Oklahoma, SUA, 1995, sursa în acest caz fiind un atentat terorist, cu un camion capcană plin cu explozibil (aproximativ 180 kg TNT potrivit estimărilor date publicității),

amplasat la circa 10 m distanță de intrarea principală. Explozia cauzată de acesta a spulberat patru stâlpi de rezistență de la primul nivel, dispuși pe latura nordică a structurii. Ca urmare a lipsei elementelor de susținere verticale, grinzile de la nivelurile superioare au cedat, iar aproximativ jumătate din structura din beton armat, cu o înălțime de nouă niveluri, s-a prăbușit. Numărul victimelor s-a ridicat la 167 de persoane ucise, respectiv la 782 de persoane rănite.



Figura 2 - Clădirea Federală Alfred P. Murrah, Oklahoma, S.U.A.

Sursa: Murderpedia, <http://www.murderpedia.org/maleM/ml/mcveigh-timothy-photos-5.htm>

Deși evenimentele anterior amintite au generat atât pierderi de vieți omenești cât și importante pagube materiale, totul a culminat în anul 2001 odată cu evenimentele catastrofice de la WTC din New York, SUA când un număr de 2978 de persoane și-au pierdut viața. Turnurile gemene, WTC 1 și WTC 2, au fost supuse unui atac terorist în care avioane de linie de mare capacitate au fost deturnate și conduse direct înspre acestea (Figura 3). Colapsul structurilor din oțel s-a datorat unui cumul de trei factori în cazul ambelor turnuri: impactul inițial, propagarea incendiului în interior la mai multe etaje precum și cedarea progresivă a elementelor structurale. Se estimează că în cazul primului turn au fost distruși între 31-36 de stâlpi, iar în cazul celui de-al doilea au fost distruși între 27-32 de stâlpi. Chiar și așa, datorită proiectării minuțioase și considerării diferitor scenarii excepționale, clădirile nu au cedat imediat după impact, având o capacitate de redistribuire a eforturilor considerabilă. Colapsul total a avut loc după 1 oră și 43 de minute în cazul primului turn, respectiv după 56 de minute în cazul celui de-al doilea.



Figura 3 - World Trade Center, 9/11-2001, New-York, S.U.A.

Sursa: Comcast.net, <http://home.comcast.net/~skydrifter/wtc.htm> 2

1. DEFINIREA NOȚIUNII

1.1 DISPOZIȚII GENERALE

Majoritatea standardelor internaționale de proiectare în construcție iau în considerație posibilitatea apariției consecințelor de prăbușire progresivă în urma unei situații de accident.

Cu toate acestea nu există un termen comun cu privire la această problemă.

O definiție mai clară este dată în standardul ASCE 7-02.

Prăbușirea progresivă – distribuția distrugerii locale sub forma unei reacții în lanț de la un element la altul, ceea ce duce la prăbușirea întregii structuri sau a unei părți componente.

Standardul prevede, de asemenea, că clădirea trebuie proiectată astfel ca structura de rezistență să rămână stabilă și să nu fie deteriorată într-o măsură disproporțională în raport cu impactul local inițial.

Cauza distrugerii poate fi oricare din multitudinea de situații, care nu se prevăd în proiectarea de bază. În același timp cutremurile, incendiile, vânturile puternice, nu trebuie să conducă la prăbușirea progresivă.

În standard deasemenea se specifică că schema constructivă trebuie să asigure rezistența și stabilitatea în cazul cedării structurii portante a clădirii, cel puțin pe perioada necesară de evacuare a oamenilor.