



KRYTERIUM NOŚNOŚCI OGNIOWEJ W BADANIACH ODPORNOŚCI OGNIOWEJ WYBRANYCH DACHÓW

ANDRZEJ BOROWY, *a.borowy@itb.pl*

BOGDAN WRÓBLEWSKI

Zakład Badań Ogniwych, Instytut Techniki Budowlanej

Streszczenie: W artykule omówiono wpływ zmiany kryterium nośności ogniowej wprowadzonej w normie PN-EN 1363-1:2012 na klasyfikacje wybranych dachów w zakresie odporności ogniowej. Przedstawiono przykłady wyników badań odporności ogniowej wybranych dachów. Analiza wyników badań odporności ogniowej dachów wskazuje, że wprowadzona zmiana kryterium nośności ogniowej prowadzi do istotnych zmian w klasyfikacjach dachów w zakresie odporności ogniowej, a być może także w klasyfikacjach innych elementów zginanych.

Słowa kluczowe: odporność ogniowa, dachy, badania, kryterium nośności ogniowej, ugięcie, prędkość przyrostu ugięcia.

1. Wprowadzenie

Odporność ogniową dachów obiektów budowlanych określa się na podstawie badań odporności ogniowej przeprowadzanych w warunkach laboratoryjnych. Kryterium nośności ogniowej dachów – elementów zginanych, związane jest z osiągnięciem granicznego ugięcia w środku rozpiętości elementu badanego. W Polsce do końca XX wieku przyjmowano, że osiągnięcie kryterium nośności ogniowej następuje w momencie osiągnięcia strzałki ugięcia równej $L/30$, gdzie L – rozpiętość elementu badanego w osiach podpór. Obowiązujące wówczas normy PN-EN 1363-1:2001 [1] oraz PN-EN 1365-2:2002 [2] wprowadzały zasadę określania nośności ogniowej w badaniach odporności ogniowej poprzez osiągnięcie dwóch kryteriów:

– granicznego ugięcia $D = L^2/400d$ [mm] (1)

oraz

– granicznego przyrostu ugięć $dD/dt = L^2/9000d$ [mm/min] (2)

gdzie:

L – rozpiętość elementu próbnego [mm],

d – odległość między skrajnymi włóknami w przekroju strefy ściskanej i strefy rozciąganej [mm].

Przez szereg lat badania odporności ogniowej prowadzono zgodnie z tymi normami. Przeprowadzono badania wielu rozwiązań dachów, dla których opracowano klasyfikacje w zakresie odporności ogniowej zgodnie z powyższymi kryteriami, ponieważ także norma określająca zasady nadawania elementom budynku klasyfikacji w zakresie odporności ogniowej PN-EN 13501-2 [4] odwoływała się i odwołuje się nadal do osiągnięcia obu kryteriów określonych podanymi powyżej wzorami (1) i (2).

W roku 2012 została opublikowana norma PN-EN 1363-1:2012 [3], w której wprowadzono istotną zmianę przy określaniu spełnienia kryterium nośności ogniowej w badaniach odporności ogniowej zginanych elementów budowlanych. Przyjęto, że osiągnięcie kryterium nośności ogniowej następuje po uzyskaniu jednego z kryteriów:

– granicznego ugięcia $D = L^2/400 d$ [mm] (1)

lub

– granicznego przyrostu ugięć* $dD/dt = L^2/9000 d$ [mm/min] (2)

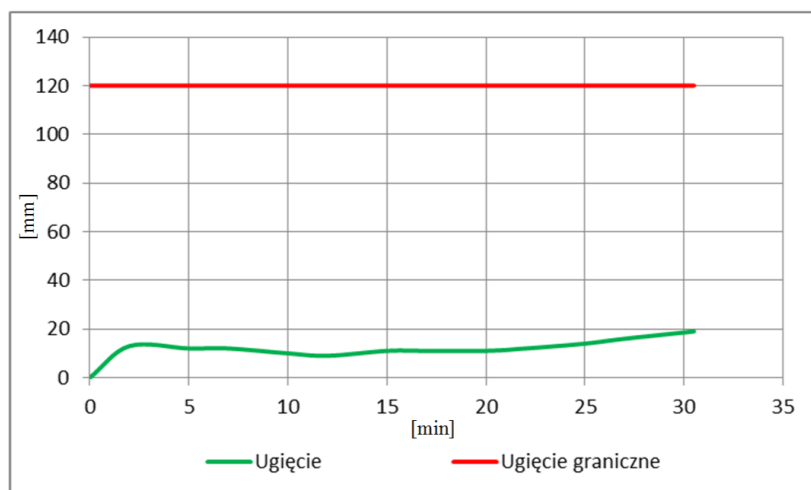
* nie dotyczy pierwszych 10-ciu minut badania – p. 11.1 normy [3].

Ta zmiana jest o tyle istotna, że może doprowadzić do zmiany klasyfikacji w zakresie odporności ogniowej zbadanych dachów. W dalszej części przedstawiono wykresy ugięć i wykresy przyrostów ugięć zarejestrowanych w trakcie badań odporności ogniowej wybranych dachów ilustrujące tę sytuację.

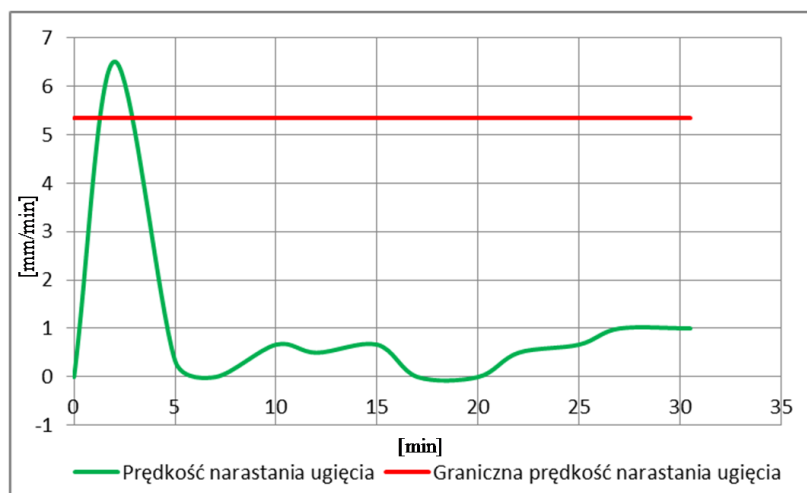
2. Przykłady badań odporności ogniowej wybranych dachów

2.1. Dach z płyt warstwowych z rdzeniem z wełny mineralnej

Do analizy wybrano badanie odporności ogniowej dachu z płyt warstwowych z rdzeniem z wełny mineralnej z okładzinami z blach stalowych. Element próbny wykonany był jako dwuprzęsłowy o rozpiętości każdego z przęseł 2460 mm z obciążeniem 0,18 kN/m². Wykresy maksymalnego ugięcia oraz prędkości przyrostu ugięcia przedstawiono na rys. 1A i rys. 1B.



Rys. 1A. Wykres ugięcia



Rys. 1B. Prędkość przyrostu ugięcia

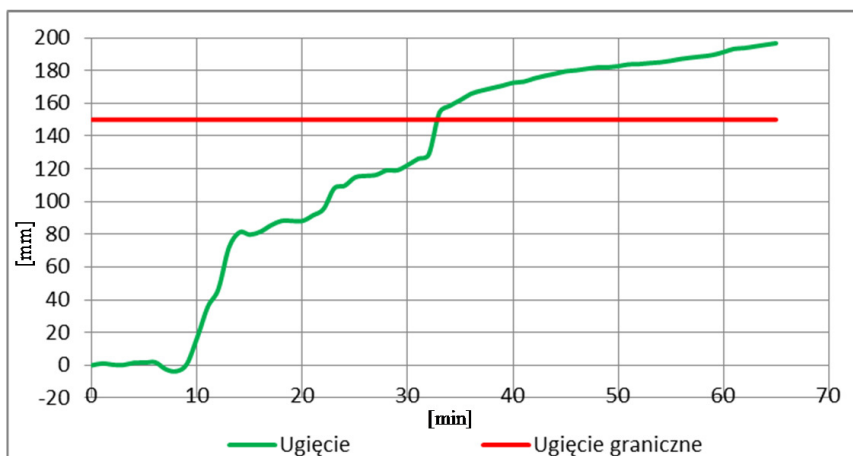
Wyliczone graniczne ugięcie $D = 120$ mm nie zostało osiągnięte do końca badania tj. do 31 minuty. Wyliczona graniczna prędkość przyrostu ugięcia $dD/dt = 5,3$ mm/min nie została osiągnięta do końca badania tj. do 31 minuty.

Według normy PN-EN 1363-1:2001 [1] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach nie osiągnął kryterium nośności ogniowej przez 31 minut.

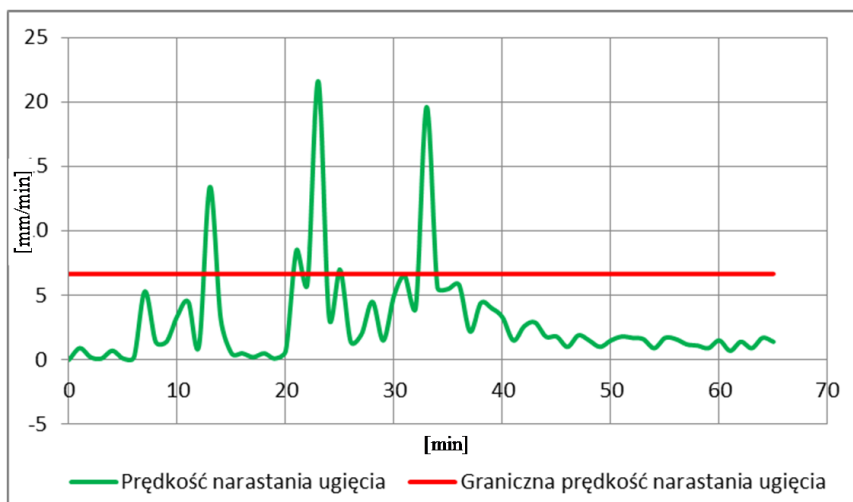
Według normy PN-EN 1363-1:2012 [3] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach nie osiągnął kryterium nośności ogniowej do końca badania tj. do 31 minuty.

2.2. Dach z płyt warstwowych z rdzeniem ze styropianu

Do analizy wybrano badanie odporności ogniowej dachu z płyt warstwowych z rdzeniem ze styropianu z okładzinami z blach stalowych. Element próbny wykonany był jako jednoprzęsłowy o rozpiętości 3000 mm bez obciążenia. Wykresy ugięć w środku rozpiętości elementu próbnego oraz prędkość przyrostu ugięć przedstawiono na rys. 2A i rys. 2B.



Rys. 2A. Wykres ugięcia



Rys. 2B. Prędkość przyrostu ugięcia

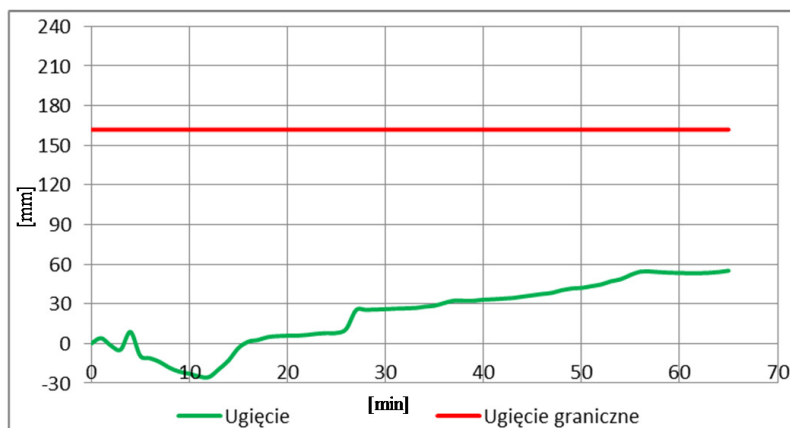
Wyliczone graniczne ugięcie $D = 150$ mm zostało osiągnięte w 32 minucie badania. Wyliczona graniczna prędkość przyrostu ugięcia $dD/dt = 6,67$ mm/min została osiągnięta w 12-tej minucie badania. Badanie trwało 65 minut.

Według normy PN-EN 1363-1:2001 [1] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach osiągnął kryterium nośności ogniowej w 32-jej minucie.

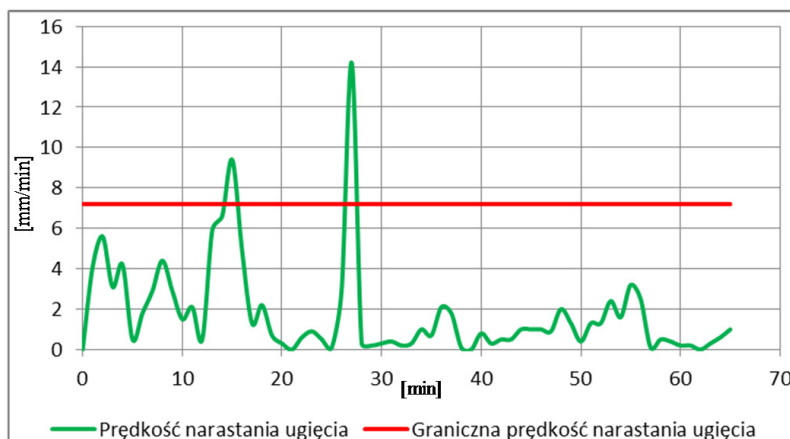
Według normy PN-EN 1363-1:2012 [3] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach osiągnął kryterium nośności ogniowej w 12-tej minucie badania.

2.3. Dach z płyt warstwowych z rdzeniem z poliuretanu

Do analizy wybrano badanie odporności ogniowej dachu z płyt warstwowych z rdzeniem z poliuretanu z okładzinami z blach stalowych. Element próbny wykonany był jako jednoprzęsłowy o rozpiętości 3000 mm bez obciążenia. Wykresy ugięć w środku rozpiętości elementu próbnego oraz prędkość przyrostu ugięć przedstawiono na rys. 3A i rys. 3B.



Rys. 3A. Wykres ugięcia



Rys. 3B. Prędkość przyrostu ugięcia

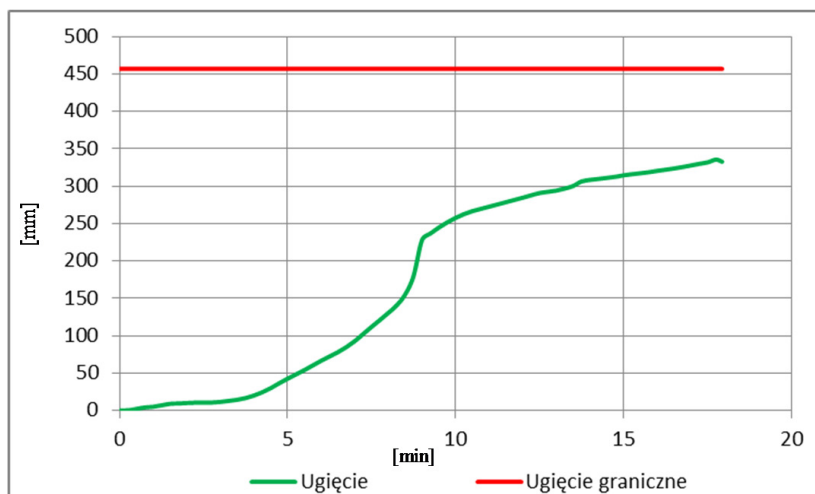
Wyliczone graniczne ugięcie $D = 161,9$ mm nie zostało osiągnięte do końca badania tj. do 65 minuty. Wyliczona graniczna prędkość przyrostu ugięcia $dD/dt = 7,19$ mm/min została osiągnięta w 14-tej minucie badania. Badanie trwało 65 minut.

Według normy PN-EN 1363-1:2001 [1] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach nie osiągnął kryterium nośności ogniowej do 65 minuty badania.

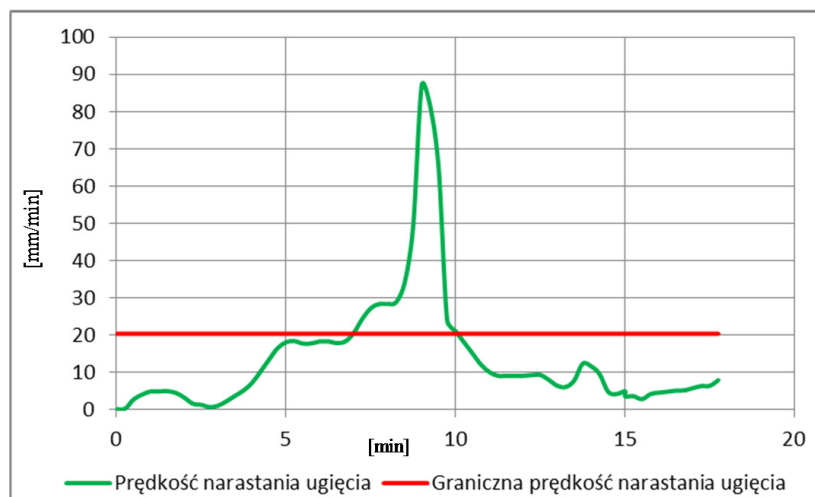
Według normy PN-EN 1363-1:2012 [3] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach osiągnął kryterium nośności ogniowej w 14-tej minucie badania.

2.4. Dach z blachy trapezowej z izolacją cieplną z płyt styropianowych

Do analizy wybrano badanie odporności ogniowej dachu ze stalowej blachy trapezowej z izolacją cieplną z płyt styropianowych. Element próbny wykonany był jako jednoprzęsłowy o rozpiętości 4100 mm z obciążeniem $0,56 \text{ kN/m}^2$ + obciążenie podwieszane $0,60 \text{ kN/m}^2$. Wykresy ugięć w środku rozpiętości elementu próbnego oraz prędkość przyrostu ugięć przedstawiono na rys. 4A i rys. 4B.



Rys. 4A. Wykres ugięcia



Rys. 4B. Prędkość przyrostu ugięcia

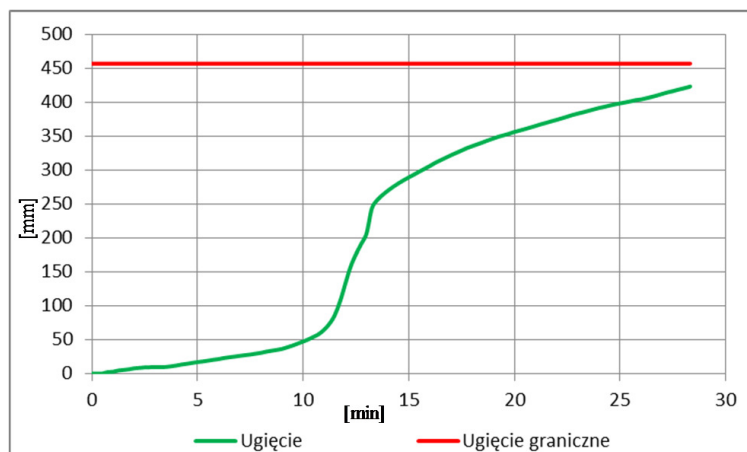
Wyliczone graniczne ugięcie $D = 456,8$ mm nie zostało osiągnięte do końca badania tj. do 18 minut. Wyliczona graniczna prędkość przyrostu ugięcia $dD/dt = 20,3$ mm/min została osiągnięta w 10-ej minucie i 11-ej sekundzie badania. Badanie trwało 18 minut.

Według normy PN-EN 1363-1:2001 [1] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach nie osiągnął kryterium nośności ogniowej do 18 minuty badania.

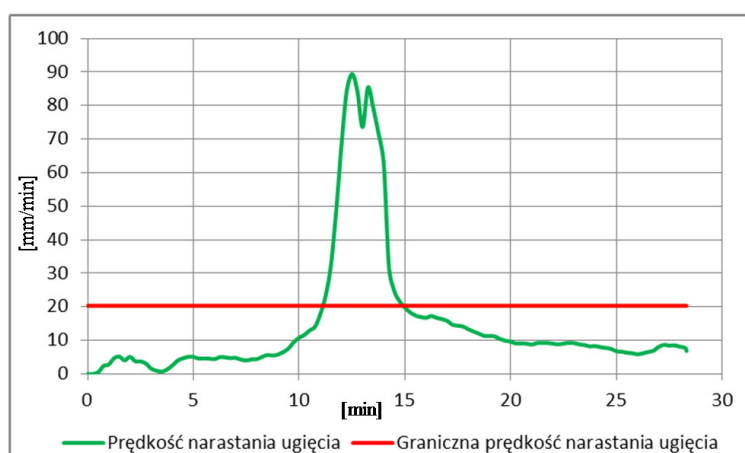
Według normy PN-EN 1363-1:2012 [3] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach osiągnął kryterium nośności ogniowej w 10-ej minucie i 11-ej sekundzie badania.

2.5. Dach z blachy trapezowej z izolacją cieplną z płyt z wełny mineralnej i z płyt styropianowych

Do analizy wybrano badanie odporności ogniowej dachu ze stalowej blachy trapezowej z izolacją z cieplną z płyt z wełny mineralnej i z płyt styropianowych. Element próbny wykonany był jako jednoprzęsłowy o rozpiętości 4100 mm z obciążeniem $0,56 \text{ kN/m}^2$ + obciążenie podwieszane $0,63 \text{ kN/m}^2$. Wykresy ugięć w środku rozpiętości elementu próbnego oraz prędkość przyrostu ugięć przedstawiono na rys. 5A i rys. 5B.



Rys. 5A. Wykres ugięcia



Rys. 5B. Prędkość przyrostu ugięcia

Wyliczone graniczne ugięcie $D = 456,8$ mm nie zostało osiągnięte do końca badania tj. do 28 minuty. Wyliczona graniczna prędkość przyrostu ugięcia $dD/dt = 20,3$ mm/min została osiągnięta w 12-ej minucie badania. Badanie trwało 28 minut.

Według normy PN-EN 1363-1:2001 [1] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach nie osiągnął kryterium nośności ogniowej do 28 minuty badania.

Według normy PN-EN 1363-1:2012 [3] i PN-EN 1365-2:2002 [2] dach osiągnął kryterium nośności ogniowej w 12-ej minucie badania.

3. Analiza uzyskanych wyników badań

W tabeli 1 zestawiono wyniki badań odporności ogniowej wybranych do analizy dachów.

Tabela 1 Zestawienie wyników badań

Lp.	Dach wg.	Osiągnięcie kryterium nośności ogniowej wg norm [1] i [2]	Osiągnięcie kryterium nośności ogniowej wg norm [3] i [2]	Uwagi
1	2.1	Nie osiągnięto do 31 min	Nie osiągnięto do 31 min	
2	2.2	32 min	12 min	Bez obciążenia
3	2.3	Nie osiągnięto do 65 min	14 min	Bez obciążenia
4	2.4	Nie osiągnięto do 18 min	10 min 11 sek	
5	2.5	Nie osiągnięto do 28 min	12 min	

Na rysunku 6 przedstawiono widok elementu próbnego dachu z płyt warstwowych podczas badania odporności ogniowej.



Rys. 6. Widok elementu próbnego dachu z płyt warstwowych podczas badania odporności ogniowej

Na rysunku 7 przedstawiono widok elementu próbnego dachu z blach trapezowych po badaniu odporności ogniowej od strony nienagrzewanej.



Rys. 7. Widok elementu próbnego dachu z płyt warstwowych po badaniu odporności ogniowej od strony nienagrzewanej

Na rysunku 8 przedstawiono widok elementu próbnego dachu z blach trapezowych po badaniu odporności ogniowej od strony nagrzewanej



Rys. 8. Widok elementu próbnego dachu z płyt warstwowych po badaniu odporności ogniowej od strony nagrzewanej

Na podstawie wyników badań przedstawionych w p. 2 i zestawionych w tabeli 1 można stwierdzić, że wprowadzenie w normie PN-EN 1363-1: 2012 [3] zmiany w zapisie kryterium nośności ogniowej dachów polegającej na zastąpieniu spójnika „i” spójnikiem „lub” prowadzi do zmiany klasyfikacji w zakresie odporności ogniowej wielu dachów wykonywanych z płyt warstwowych lub o konstrukcji nośnej ze stalowej blachy trapezowej.

W normie klasyfikacyjnej PN-EN 13501-2+A1:2010 [4] nie wprowadzono zmiany kryterium nośności ogniowej, tak jak w normie PN-EN 1363-1:2012 [3]. Zwraca uwagę fakt, iż w żadnym z analizowanych badań nie doszło do zawalenia elementu próbnego, nie nastąpiło więc wyzerowanie nośności dachu. Gdyby badania zostały przerwane po osiągnięciu kryterium nośności ogniowej według normy PN-EN 1363-1:2012 [3], nie byłoby możliwe przyznanie wyższych klas odporności ogniowej wg normy PN-EN 13501-2+A1:2010 [4], na co ta norma pozwala.

4. Podsumowanie

Aktualnie na forum CEN w różnych grupach roboczych trwa ożywiona dyskusja dotycząca uzgodnienia kryterium nośności ogniowej w przypadku elementów zginanych. Zmiana kryterium nośności ogniowej prowadząca do zmiany klasyfikacji w zakresie odporności ogniowej nie jest akceptowalna. Nie wiadomo przy tym czy zmiana wprowadzona w normie dotyczącej ogólnych warunków badań odporności ogniowej PN-EN 1363-1:2012 [3], nie prowadzi do zmiany klasyfikacji także innych elementów zginanych, nie tylko dachów z płyt warstwowych i o konstrukcji ze stalowej blachy trapezowej. Rozważana jest możliwość rezygnacji z kryterium przyrostu prędkości ugięć dD/dt . Jak dotychczas Zakład Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej opracowuje klasyfikacje dachów według normy klasyfikacyjnej PN-EN 13501-2+A1:2010 [4]. Zdaniem autorów omawianą zmianę w stosowaniu kryteriów nośności ogniowej wprowadzono pochopnie, bez analizy konsekwencji dla klasyfikacji w zakresie odporności ogniowej różnych elementów budynku. W pracy przedstawiono przykłady tylko konstrukcji dachowych, ale nie można wykluczyć, iż zasygnalizowany problem może dotyczyć także odporności ogniowej innych elementów. Pochopna rezygnacja z kryterium przyrostu ugięć może jednak przynieść podobne skutki.

Literatura

1. PN-EN 1363-1:2001 Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne
2. PN-EN 1365-2:2002 Badania odporności ogniowej elementów nośnych – Część 2: Stropy i dachy
3. PN-EN 1363-1:2012 Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne
4. PN-EN 13501-2+A1:2010 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.

LOADBEARING CAPACITY CRITERIA IN FIRE RESISTANCE TESTS OF CHOSEN ROOFS

Abstract: In the paper the influence of the change in loadbearing capacity criterion introduced in PN-EN 1363-1:2012 on fire resistance classification of chosen roofs is discussed. The examples of fire resistance test results of chosen roofs are presented. Analysis of fire resistance test results of chosen roofs shows that the introduced change leads to substantial changes in fire resistance classification of chosen roofs. The introduced change can affect also the fire resistance classifications of other flexural elements.

Keywords: fire resistance, roofs, tests, loadbearing capacity, deflection, rate of deflection.