

Udział biegłych sądowych i rzeczoznawców w rozpoznaniu patologii budowlanej na przykładzie katastrofy hali MTK w Chorzowie

Prof., dr hab. inż. Marian Gwóźdź
Politechnika Krakowska

1. Wstęp

W dniu 28 stycznia 2006 r., o godzinie 17¹⁵ doszło do katastrofy budowlanej pawilonu wystawienniczego nr 1 w Chorzowie, należącego do Międzynarodowych Targów Katowickich (skrót MTK) – Spółka z o.o., z siedzibą w Katowicach, por. rys. 1. W wyniku katastrofy śmierć poniosło 65 osób, a dalsze 140 osób doznało obrażeń ciała. Była to najpoważniejsza katastrofa budowlana konstrukcji stalowej hali wielkogabarytowej w Polsce¹. Po katastrofie, Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego powołał w 2006 r. Komisję dla ustalenia przyczyn i okoliczności powstania katastrofy. Badania oraz analizy statyczno-wytrzymałościowe opracowały wtedy dwa niezależnie działające zespoły: Politechniki Śląskiej oraz Politechniki Wrocławskiej, wspomagane w zakresie oddziaływań klimatycznych przez specjalistów Instytutu Techniki Budowlanej.

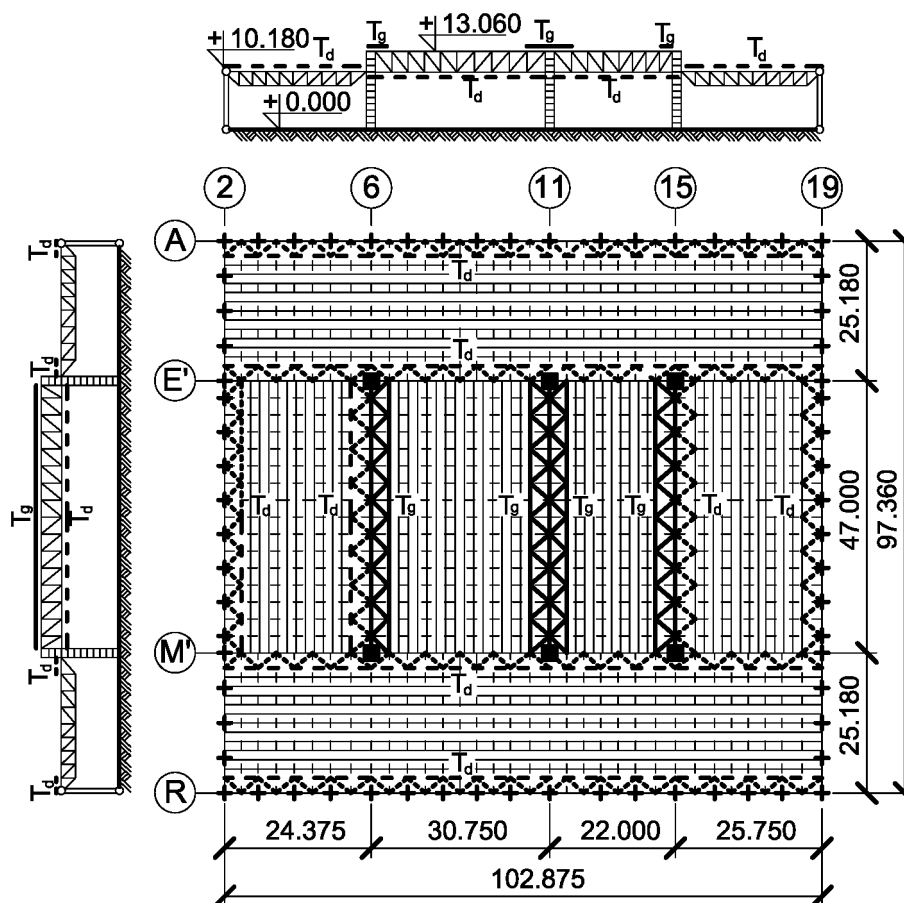
Rezultaty prac obu Komisji zostały w formie syntetycznej opublikowane przez Przewodniczącego Komisji w materiałach konferencyjnych [7], a także opisane szerzej przez Rzeczoznawców z obu Politechnik w publikacjach [1, 2, 6 i 8].

Przyczyny i okoliczności powstania katastrofy badał w 2006 r. także trzeci niezależny zespół biegłych¹ Politechniki Krakowskiej, powołany przez Prokuraturę Okręgową w Katowicach, który opracował opinię podstawową analizującą nie tylko samą katastrofę, ale także cały budowlany proces inwestycyjny pawilonu nr 1 MTK. Ze względu na prowadzone śledztwo, a następnie postępowanie procesowe, zespół biegłych Politechniki Krakowskiej nie uczestniczył w publicznej dyskusji nad przyczynami katastrofy pawilonu nr 1 MTK. Wyjątek stanowi praca przyczynkowa [3], opublikowana za zgodą Prokuratury Okręgowej w Katowicach.

¹ W artykule wykorzystano wyniki badań i analiz przeprowadzonych w ramach działalności zespołu biegłych Politechniki Krakowskiej w składzie: prof. dr hab. inż. Andrzej Flaga, prof. dr hab. inż. Marian Gwóźdź (przewodniczący zespołu), dr hab. inż. Zbigniew Janowski, prof. dr hab. inż. Janusz Kawecki, prof. dr hab. inż. Andrzej Machowski, i prof. dr hab. inż. Bogumił Wrana. Biegłych powołano dla opracowania opinii podstawowej postanowieniem Prokuratury Okręgowej w Katowicach (2006 r.) oraz dla opracowania opinii uzupełniającej postanowieniem Sądu Okręgowego w Katowicach (2015 r.).



Rys. 1. Widok zawalonego w dniu 27 stycznia 2006 r. pawilonu nr 1 MTK
 Źródło: akta sprawy XVI K 133/08 E.P Sądu Okręgowego w Katowicach



Rys. 2. Schemat i podstawowe wymiary pawilonu nr 1 MTK
 Źródło: badania własne [1]

Obecnie, po wydaniu prawomocnego wyroku przez Sąd Apelacyjny w Katowicach (wrzesień 2017 r.) ustały przyczyny ograniczające możliwości swobodnej dyskusji nad tragicznymi wydarzeniami z 2006 r. Ponadto jest to dostatecznie długi dystans czasowy aby powrócić do szerszej i obiektywnej oceny zjawisk i wydarzeń z lat 1990., które miały wpływ na katastrofę. Jest to właściwy moment, aby zadać szereg pytań, a w szczególności czy i czego katastrofa pawilonu wystawienniczego nr 1 MTK nauczyła środowisko krajowych budowniczych, a w szczególności rzeczoznawców i biegłych sądowych?

2. Ocena rozwiązań konstrukcyjnych pawilonu

Konstrukcja stalowa nośna pawilonu nr 1 MTK w Chorzowie miała liczne cechy rozwiązań prototypowych. W szczególności taki charakter miały:

- stężenia tarczowe, uformowane z blachy trapezowej, stężące pasy górne głównych dźwigarów kratowych o dużej rozpiętości,
- konstrukcja podpór ramowych dachu, z wystającymi górą nie powiązanymi gałęziami,
- styki montażowe śrubowe dźwigarów kratowych,
- konstrukcja oparcia płatwi kratowych na dźwigarach kratowych głównych,
- wklęsła powierzchnia połączenia dachowej świetlika głównego i połączenia dolnych, zaprojektowana tak dla ich odwodnienia systemem spustów o małej średnicy (stąd brak podniesienia wykonawczego dźwigarów głównych) i inne.

Konstrukcja prototypowa jest rozumiana jako rozwiązanie, które nie ma w Polsce swojego pierwowzoru, nie jest opisana w normach krajowych jak i w dostępnej krajowej literaturze specjalistycznej. Ze względu na brak wcześniejszych doświadczeń nie wiadomo jak prototyp się zachowa w trakcie eksploatacji, zwłaszcza w sytuacjach możliwych w budownictwie dużych przeciążeń. W diagnozie głównych przyczyn katastrofy pawilonu nr 1 MTK opinie wszystkich trzech zespołów biegłych są współbrzmienne, por. [1], [2], [6] i [7] jednak inaczej są rozłożone akcenty i interpretacje specjalistycznych kwestii inżynierskich.

Pawilon wystawienniczy nr 1 MTK wg współczesnych wymagań niezawodności, należał do klasy konsekwencji zniszczenia CC3, której odpowiada klasa konstrukcyjna I wg klasyfikacji przyjętej w normie PN-EN 1993-1-3. Oznacza to, że wykonując współcześnie obliczenia statyczne takiej konstrukcji, należałoby przyjąć co najmniej model przestrzenny prętowy, z uwzględnieniem usztywniającej roli poszycia dachu. Autorzy projektu wykonawczego opracowali model przestrzenny zawałonego pawilonu nr 1, zweryfikowany w śledztwie przez zespół biegłych Politechniki Krakowskiej pozytywnie, jednak popełnili grube błędy na etapie wymiarowania konstrukcji stalowej (liczne zaniżone przekroje prętów wykratowania dźwigarów kratowych głównych i drugorzędnych).

3. Błędy prognozy obciążenia śniegiem

Dach pawilonu nr 1 MTK od początku swojego istnienia (zima 1999/2000) aż do katastrofy budowlanej w dniu 28.01.2006 r. charakteryzował się niespotykaną wcześniej na podobnych budynkach podatnością na kumulowanie pokrywy śnieżno-lodowej. Kończąc budowę, w styczniu 2000 r. zidentyfikowano problem, który wpierw zaskoczył, a później przerósł wszystkich uczestników procesu budowy i utrzymania pawilonu nr 1: projektantów, wykonawcę, inwestora, rzeczoznawców i powiatowego inspektora nadzoru budowlanego. Przypadek początkowych zmagania z żywiołem opisał kierownik budowy, który zeznając w charakterze świadka, poinformował o akcji odsnieżania już w styczniu 2000 r. (podjętej na wniosek Projektanta tuż po zakończeniu budowy, a przed uzyskaniem pozwolenia na użytkowanie pawilonu nr 1 w dniu 26.04.2000). Ciężar pokrywy śnieżno-lodowej zalegającej

wtedy na dachu oceniono wtedy jako „ponadnormatywny”, który jeszcze dzisiaj można oszacować na podstawie zachowanych operatów geodezyjnych (por. [9]). Z pomiarów ugięć pionowych $u = A \cdot (g+s)$ dźwigarów głównych, np. w osi 6, (por. rys. 2) dla dachu: zaśnieżonego $u \{123, 106, 118\}$ mm i niezaśnieżonego $u \{47, 64, 42\}$ mm, otrzymujemy zależności pomiędzy strzałką ugięcia, a obciążeniami (g – ciężar stały, s – śnieg, A – współczynnik proporcjonalności):

$$0,123 \text{ m} = A \cdot (g+s) \cdot (24,375+30,750)/2$$

$$0,047 \text{ m} = A \cdot (g) \cdot (24,375+30,750)/2$$

Dzieląc oba równania przez siebie otrzymujemy

$$(1+s/g) = 2,62 \rightarrow s = 1,62g$$

Szacując ciężar stały pokrycia dachu, stalowych płatek i samych dźwigarów wg dokumentacji projektowej o łącznej wartości $\sim 0,60 \text{ kN/m}^2$ (por. praca [3]) otrzymujemy orientacyjny – uśredniony ciężar śniegu i lodu na dachu:

$$s = 1,62 \cdot 0,60 = 0,97 \text{ kN/m}^2 > 0,8 \cdot 0,70 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

czyli już 21 stycznia 2000 r., w dniu pomiaru ugięć dachu zaśnieżonego, doszło do przeciążenia dźwigara głównego w osi 6 (wg oznaczeń przyjętych na rys. 2). Zbliżone przeciążenie można wykazać w odniesieniu do dźwigara głównego w osi 15, dla którego $s = 1,09 \text{ kN/m}^2 > 0,56 \text{ kN/m}^2$. Należy dodać, że wg ekspertyzy meteorologicznej IMiGW Oddział w Katowicach [9], na stacji pomiarowej w Katowicach Muchowcu ciężar śniegu na gruncie wynosił w tym dniu $s = 0,29 \text{ kN/m}^2$. Tak duże różnice pomiędzy ciężarem śniegu na dachu ($0,97 \text{ kN/m}^2$) i na gruncie ($0,29 \text{ kN/m}^2$) można wytłumaczyć:

- a) zalodzeniem dachu w części dolnej,
- b) brakiem efektu zwiewania śniegu.

Przeprowadzone przez biegłych Politechniki Krakowskiej sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla modelu przestrzennego 3D wykazały, że stan graniczny nośności dachu pawilonu nr 1 MTK zostaje osiągnięty już w wypadku zalegania pokrywy śnieżno-lodowej o wartości charakterystycznej około $0,30 \text{ kN/m}^2$, czyli na poziomie 50% ciężaru „normowego”. Powyższe oszacowania numeryczne oznaczają, że pawilon nr 1, od początku swojego istnienia nie spełniał wymagań podstawowych w zakresie nośności konstrukcji, zatem nie nadawał się ani do odbioru przez inwestora, ani też do ubiegania się o pozwolenie na użytkowanie. Epizod klimatyczny z sezonu zimowego 1999/2000 stworzył przesłanki do weryfikacji projektu wykonawczego, z których jednak główni uczestnicy procesu budowy pawilonu MTK nr 1 nie skorzystali.

Do drugiego dużego przeciążenia dachu pawilonu nr 1 MTK doszło w sezonie zimowym 2001/2002. Zarejestrowana na stacji meteorologicznej Katowice-Muchowiec średnia grubość pokrywy śnieżnej na gruncie, w grudniu 2001 r. i styczniu 2002 r. nie przekraczała wartości charakterystycznej $h < 30 \text{ cm}$ wg normy PN-80/B-02010 [N2]. Jednak w tym czasie często występowały wiatry południowo-zachodnie o prędkości 0-15 m/s. Były to warunki sprzyjające do lokalnego nawiewania śniegu ze świetlika głównego na połąć niższą przyległą do osi 15 (por. rys. 2). Połąć części dolnej zostały zasypane po atyku (około 50 cm) i dodatkowo uformował się potężny worek śnieżny, przyległy do osi 15, o wysokości ok. 3,0 m, czyli dużo większej od prognozowanej wartości $h_w = 0,725 \text{ m}$ wg normy krajowej [N2]. Worek ten wskazywał, że na zaprojektowanym dachu o dużej powierzchni i zróżnicowanych poziomach połąć dachowych możliwa jest inna konfiguracja obciążenia śniegiem niż „normatywna”. Był to kolejny po sezonie zimowym 1999/2000 czytelny sygnał konstrukcji, że przyjęte założenia projektowe w/z obciążenia śniegiem wyraźnie odbiegają od rzeczywistości. Konsekwencją lokalnego przeciążenia dachu było zerwanie śrub w stykach montażowych dźwigara głównego w osi 15 oraz jego załamanie się wraz z opartymi na tym dźwigarze płatekami kratowymi o rozpiętości 22,00 m i 25,75 m wg rys. 2. Incydent ze

względu na zasięg uszkodzeń rozpoznanych i nie rozpoznanych, nosił wszelkie znamiona katastrofy budowlanej, ponieważ uwzględniając stan wyjściowy konstrukcji, która nie spełniała wymagań nośności nawet pod obciążeniem pokrywą śnieżną „normową”, po kolejnym dużym przeciążeniu nie nadawała się już do uzdatnienia. Rzeczoznawca, któremu zlecono ekspertyzę powypadkową błędnie rozpoznał stan zagrożenia konstrukcji stalowej (wyroby hutnicze po doznanych nie kontrolowanych przeciążeniach utraciły atesty i nie nadawały się do dalszej eksploatacji) zalecając opracowanie programu naprawczego, który umożliwi dalszą eksploatację pawilonu. Na tej podstawie projektanci podjęli decyzję o naprawie uszkodzonych styków montażowych oraz wybiórczo wzmocnili niektóre pręty .



Rys. 3. Pokrywa śnieżno-lodowa udokumentowana na dachu pawilonu nr 1 MTK w 2006 r.
Źródło: badania własne [1]

Najlepiej został udokumentowany został trzeci incydent klimatyczny, z sezonu zimowego 2005/2006, który doprowadził do katastrofy budowlanej w dniu 27 stycznia 2006 r. Przeprowadzone, bezpośrednio po katastrofie hali MTK, pomiary grubości i masy pokrywy śnieżnej (por. rys. 1 i rys. 3), zalegającej na zachowanych fragmentach dachu i na gruncie w pobliżu hali, wg danych zamieszczonych w opinii opracowanej przez IMiGW Oddział Katowice, por. [9] przytoczono w tablicy 1. Pomiary (A)÷(F) przeprowadzono na dachu hali MTK (w tym punkty (C)÷(F) na niezawalanej części dachu), punkty (G) i (H) były zlokalizowane na dachu tzw. rotundy (budynek przyległy do hali MTK z dachem jedno-spadowym, który nie uległ zawaleniu, por. rys. 1). Pomiar (I) przeprowadzono na gruncie w pobliżu zawalanej hali.

Grubość niezaburzonej, zagęszczonej pokrywy śnieżnej wokół centralnej zawalanej części dachu wynosiła od 30-38 cm, a jej podłoże tworzył lód. Pokrywę śnieżną tworzyły 4 warstwy starego śniegu. Grubość i struktura pokrywy śnieżno-lodowej na dachu pawilonu MTK była

zróznicowana, a do głównych przyczyn tego zróznicowania należało ukształtowanie dachu, selektywne odsnieżanie, oraz działanie wiatru (słabe wywiewanie i nawiewanie śniegu).

Tablica 1

Charakterystyka pokrywy śnieżnej na dachu pawilonu nr 1 MTK wg pomiarów powypadkowych z dnia 29.01.2006 r. Źródło: ekspertyza IMiGW [9]

Miejsce pomiaru	Grubość pokrywy [cm]			Ciężar objętościowy kN/m^3			Masa pokrywy kg/m^2		
	śnieg	lód	całkowita	śnieg	lód	całkowity	śnieg	lód	łącznie
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
A	35	8	43	2,45	5,40	-	86	43	129
B	40	8	48	2,48	5,40	3,14	99	43	142
C	12	2	14	2,40	4,91	-	29	10	39
D	40	5	45	2,40	4,91	-	96	25	121
E	42	5	47	2,40	4,91	-	101	25	126
F	45	5	50	2,40	4,91	-	108	25	133
G	39	0	39	2,59	0	2,59	101	0	101
H	39	0	39	2,59	0	2,59	101	0	101
I	35	0	35	2,38	0	2,38	83	0	83

Poza budynkiem, średnia grubość nienaruszonej pokrywy śnieżnej na gruncie wynosiła około 30 cm, a w jej spągu nie było lodu (gruboziarnisty śnieg, którego ekwiwalent wodny wynosił 77 kg/m^2). Wykazane w kolumnie (1) w poz. (A) do (F) wartości równoważnika wodno-śnieżnego są obiektywną miarą obciążeń niszczących konstrukcję nośną pawilonu nr 1 MTK. Wartość „uśredniona” ciężaru pokrywy śnieżno-lodowej $s_{ult} \sim 0,130 \text{ kN/m}^2$ – interpretowana jako obciążenie niszczące obiekt jest drastycznie zaniżona względem standardowych wymagań nośności budynków realizowanych w Polsce. Dla porównania można przywołać normowe wymagania dotyczące obciążeń użytkowych na stropach, które nawet w budynkach jednorodzinnych zapewniają użytkownikowi wartości charakterystyczne $p_k = 0,200 \text{ kN/m}^2$, a wartości obciążeń niszczących takie stropy są zwykle 2-3 krotnie wyższe.

Pomiary powypadkowe obciążenia pokrywą śnieżno-lodową wg tablicy 1, uzupełniają charakterystyki meteorologiczne zebrane na stacji pomiarowej w Katowicach Muchowcu w sezonie zimowym 2005/2006 (por. akta sprawy [9]). Zima była w tym okresie mroźna, z dużymi opadami śniegu w grudniu 2005 r i na początku stycznia 2006 r., które jednak nie miały charakteru klęski żywiołowej.

4. Podsumowanie

Katastrofa budowlana pawilonu wystawienniczego nr 1 MTK to rezultat niekompetencji i niefrasobliwości wielu prominentnych uczestników procesu budowlanego, niedostatecznie rozpoznane w tamtych latach oddziaływania środowiskowe na wielko-gabarytowe lekkie hale stalowe nowej generacji oraz brak w okresie wdrażanych wtedy przemian ustrojowych - skutecznych zabezpieczeń systemowych. Generalny Wykonawca, wyłoniony w przetargu

według kryterium najniższej ceny, zainicjował proces, który doprowadził do późniejszej katastrofy budowlanej. Trudno zrozumieć motywy, którymi kierował się Generalny Wykonawca, powierzając opracowanie projektu wykonawczego podmiotowi, który wcześniej nie istniał, nie był merytorycznie i kadrowo przygotowany do realizacji odpowiedzialnych zadań projektowych w zakresie nowoczesnych konstrukcji stalowych. Autor projektu wykonawczego, bez przygotowania zawodowego, bez doświadczeń projektowych i bez uprawnień budowlanych nie został zweryfikowany przez nikogo. Opisane wydarzenia wskazują na to, że istniały i istnieją nadal braki w uregulowaniach prawnych dotyczących dokumentacji budowlanych przedsięwzięć inwestycyjnych. Projekt wykonawczy, niezbędny do realizacji praktycznie każdej budowy jest dokumentem nieformalnym, ponieważ nie został w pełni zdefiniowany w obowiązujących przepisach prawa. Nie wiadomo czym kierował się Ustawodawca pomijając w zapisach Prawa Budowlanego tak ważną dokumentację jak projekt wykonawczy. Jeżeli za takim rozwiązaniem przemawiały prawa autorskie firm budowlanych dostarczających swoim klientom budynki i budowle wykonane wg oryginalnej dokumentacji projektowej, to można i należy to uszanować. Zdaniem autora należy jednak uznać także racje szeroko rozumianego bezpieczeństwa państwa, które powinno mieć choćby ograniczoną kontrolę nad tą częścią dokumentów każdej budowy. Aby to zapewnić należy zdefiniować w prawie budowlanym kategorię „projektu wykonawczego”, który niekoniecznie musiałby być zatwierdzany i udostępniany w pełnym zakresie organom samorządowym wydającym pozwolenie na budowę oraz urzędom nadzoru budowlanego.

Przypadek katastrofy budowlanej pawilonu nr 1 MTK ujawnia jeszcze jedno, zdaniem autorów artykułu wadliwe uregulowanie prawne obowiązujące w Polsce. Chodzi o „Oświadczenie kierownika budowy o zakończeniu budowy”, które należałoby uzupełnić o oświadczenie projektanta, o zgodności projektu wykonawczego z zatwierdzonym projektem budowlanym. Projekt wykonawczy pawilonu nr 1 MTK nie był zgodny z zatwierdzonym projektem budowlanym, o czym piszą wszyscy biegli, jednak kierownik budowy nie był w stanie tych rozbieżności wykryć, ponieważ zakres jego obowiązków i kompetencji nie obejmuje weryfikacji projektu wykonawczego (por. art. 22 Prawa Budowlanego).

Literatura

- [1] Biegus A., Rykaluk K.: *Katastrofa hali Międzynarodowych Targów Katowickich w Chorzowie*. Inżynieria i Budownictwo. Nr 4/2006, s. 183-189.
- [2] Biegus A. Rykaluk K.: *Aspekty konstrukcyjne przyczyn katastrofy hali Międzynarodowych Targów Katowickich w Chorzowie*. Konstrukcje Stalowe, październik 2006, s. 28-32.
- [3] Gwóźdź M., Machowski A., Żwirek P.: *Influence of the shape of columns on behavior of the exhibition hall*. Archives of Civil Engineering. LIV, 2/2008, p. 349-370.
- [4] Lutomirski Sz., Kwaśniewski L., Kozyra Z., Winnicki A.: *Analiza mechanizmów zniszczenia konstrukcji pawilonu wystawienniczego w Chorzowie*. XXIII Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane 2007. Szczecin-Międzyzdroje 2007, s. 631-638.
- [5] Kajfasz S.: *Po katastrofie hali MTK w Katowicach – wybrane problemy i uwagi*. Inżynieria i Budownictwo. Nr 12/2006, s. 653-655.
- [6] Mendera Z.: *Analiza przyczyn katastrofy hali wystawowej w Katowicach*. XXIII Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane 2007. Szczecin-Międzyzdroje 2007, s. 93-112.
- [7] Urban A.: *Okoliczności i przyczyny katastrofy budowlanej pawilonu wystawienniczego na terenie Międzynarodowych Targów w Katowicach*. IX Konferencja Naukowo-Techniczna Problemy Rzeczoznawstwa Budowlanego. Cedzyna 2006, s. 31-36.

- [8] Wuwer W., Kowolik B., Kucz P., Zamorowski J. *Połączenia w konstrukcji hali Międzynarodowych Targów Katowickich w Chorzowie*. XXIII Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane 2007. Szczecin-Międzyzdroje 2007, s. 673-690.
- [9] Akta sprawy sygn. XVI K 133/08. Sąd Okręgowy w Katowicach, XVI Wydział Karny.
- [10] Żurański A., Sobolewski A.: *Obciążenie śniegiem w Polsce*. Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa 2009.

Normy cytowane

- [N1] PN/B-03200: *Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie*. PKN Warszawa (wyd. 1951, 1956, 1962, 1976, 1980, 1990).
- [N2] PN-80/B02010. *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem*. PKN Warszawa 1980.
- [N3] EN 1990:2002. *Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji*. Wyd. w 2002 r. (wersja w języku polskim ukazała się w październiku 2004 r.).
- [N4] EN 1991-1-3:2003. *Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem*. Wyd. 2003 r. (wersja w języku polskim ukazała się w październiku 2005 r.).
- [N5] EN 1993-1-1:2005. *Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*. Wyd. w 2005 r. (wersja w języku polskim ukazała się w czerwcu 2006 r.).
- [N6] EN 1993-1-3:2006. *Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych, Część 1-3: Reguły ogólne. Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach*. Wyd. 2006 r. (wersja w języku polskim ukazała się w czerwcu 2008 r.).