

## **Wyciąg**

**ze**

### **SPRAWOZDANIA z działalności komisji powołanej przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego**

**w sprawie ustalenia przyczyn i okoliczności  
katastrofy budowlanej w dniu 28 stycznia 2006 r.  
pawilonu wystawienniczego przy ul. Bytkowskiej 1 na  
terenie Międzynarodowych Targów w Katowicach”**

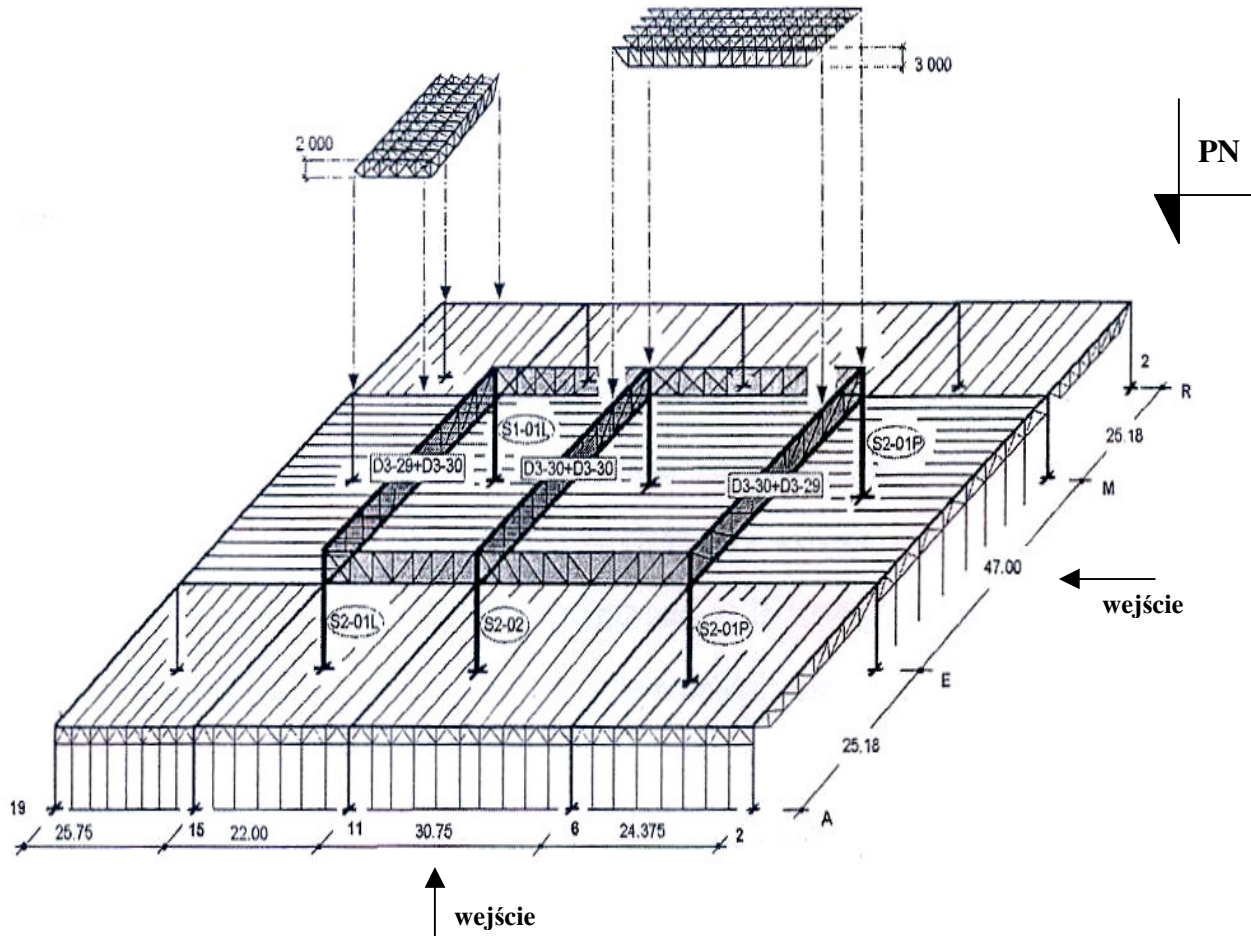
**- WARSZAWA maj 2006 r. -**

## **S p i s t r e ś c i**

	<b>strony</b>
<b>I. Opis obiektu i jego katastrofy</b>	3
<b>II. Postępowanie w sprawie ustalenia okoliczności i przyczyn katastrofy</b>	5
1. Organ prowadzący postępowanie	5
2. Skład i przebieg prac Komisji	5
3. Wyniki prac Komisji	6
<b>III. Stanowisko Komisji w sprawie ustalenia przyczyn i okoliczności katastrofy budowlanej w dniu 28 stycznia 2006 r. pawilonu wystawienniczego przy ul. Bytkowskiej na terenie Międzynarodowych Targów Katowickich</b>	7
1. Ocena działań związanych z procesem budowlanym i użytkowaniem pawilonu do czasu wystąpienia katastrofy w dniu 28 stycznia 2006 roku:	8
2. Ocena działań w zakresie technicznym	8
2.1. Podstawa	8
2.2. Rozwiązanie konstrukcyjne	8
2.3. Wykonawstwo	8
2.4. Użytkowanie	11
2.5. Naprawy konstrukcji w 2002 roku	11
2.6. Obliczenia konstrukcji	12
2.7. Wpływy przeciążenia śniegiem, lodem i obciążeń dodatkowych	13
<b>IV. Wnioski końcowe</b>	14
1. W zakresie spraw związanych z procesem budowlanym i użytkowaniem pawilonu	14
2. W zakresie technicznych problemów projektowych, wykonawczych i użytkowych	15

## I. Opis obiektu i jego katastrofy

Pawilon miał wymiary w rzucie 97,5 m x 103 m. W części środkowej, o wymiarach w rzucie 47,0 m x 52,8 m wysokość obiektu wynosiła 13,2 m, w pozostałej zaś 10,2 m część wyższą hali stanowił centralny świetlik o wysokości 3,0 m. Na niższej połaci części dachu znajdowało się 8 świetlików o wymiarach w rzucie 6 x 6 m i wysokości około 2,0 m.



Rys. 1. Schemat przestrzenny konstrukcji nośnej pawilonu

Konstrukcję wsporcą dachu stanowiło 6 głównych słupów wewnętrznych, o rozstawie 47 m w kierunku poprzecznym oraz 30,8 m i 22,0 m w kierunku podłużnym, usytuowanych na obrysie części wyższej obiektu oraz 66 słupów zewnętrznych rozmieszczonych co około 6 m wzdłuż ścian zewnętrznych. Na słupach wewnętrznych oparte były 3 główne dźwigarowe podciąg o rozpiętości 46,25 m. W węzłach górnych dźwigarów oparte były wiązary i płatwie, które stanowią konstrukcję nośną dachu części wyższej hali. Na słupach wewnętrznych oparte były również podciąg drugorzędne (podłużne i poprzeczne o rozpiętości od 21,25 m do 30,0 m). Słupy hali wykonane były jako czterogałęziowe z rur okrągłych. Pasy górne i dolne oraz krzyżulce przypodporowe podciągów głównych wykonano w przekroju z 2 ceowników 220, pozostałe krzyżulce i słupki z rur kwadratowych 100x100x4. Wiązary i płatwie z rur kwadratowych 100x100x4 oraz 50x50x3. Konstrukcja wykonana była ze stali St3SX, St3SY i R45. Pokrycie hali stanowiła blacha fałdowa.

**Pawilon uległ katastrofie budowlanej w dniu 28 stycznia 2006 r. o godz. 17<sup>15</sup> podczas odbywającej się dużej imprezy masowej.**

W okresie poprzedzającym katastrofę, w tym rejonie wystąpiły duże opady śniegu w dniach: od 29.12.2005 r. do 4.01.2006 r., a w dniach 21 - 22.01 2006 r. wystąpiły znaczne wahania temperatury dochodzące do 30° C.



Rys. 2. Widok pawilonu wystawienniczego na terenie Międzynarodowych Targów Katowickich - po katastrofie

Zgodnie z protokołem oględzin miejsca katastrofy dokonanych w dnia 29 stycznia 2006 r. o godz. 9<sup>30</sup> przez przedstawicieli organów nadzoru budowlanego, tj. Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego, Śląskiego Wojewódzkiego Inspektora Nadzoru Budowlanego, Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Chorzowie oraz Komendanta Państwowej Straży Pożarnej w Chorzowie stwierdzono, że katastrofa polegała na:

- zniszczeniu konstrukcji dachu budynku,
- częściowym zerwaniu wiązarów dachowych wraz ze stężeniami,
- odkształceniu lub częściowemu zniszczeniu pozostałej części konstrukcji nośnej obiektu (słupy),
- częściowym zniszczeniu a także częściowym wielopłaszczyznowym odkształceniu przegród zewnętrznych (ściany) pawilonu.

Jednocześnie stwierdzono wystąpienie podłużnych spękań posadzki w części północnej zniszczonego obiektu budowlanego, na kierunku Północ – Południe, prostopadle do ściany podłużnej. Zarówno na zawalonej części hali, jak pozostałej części dachu (odkształconej), zalegała warstwa zlodowaciałego i luźnego śniegu o łącznej grubości ok. 50 cm.

Podczas dokonywania oględzin miejsca katastrofy była prowadzona akcja ratownicza przez wyspecjalizowane służby ratownicze, czemu towarzyszyła częściowa ingerencja, w niezbędnym zakresie, w zniszczoną konstrukcję obiektu, związana z koniecznością dotarcia do ofiar katastrofy.

Przeprowadzone przez członków Komisji kolejne oględziny terenu katastrofy w dniu 30 stycznia br. (wstrzymana akcja ratownicza) potwierdziły, że całkowitemu zawaleniu uległa konstrukcja dachu w części środkowej o wymiarach 47 x 52 m (ok. 35 % powierzchni pawilonu). Pozostała część pawilonu uległa poważnej destrukcji i częściowemu zawaleniu.

## II. Postępowanie w sprawie ustalenia okoliczności i przyczyn katastrofy

### 1. Organ prowadzący postępowanie

Ze względu na liczbę ofiar katastrofy i zakres powstałych zniszczeń, Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego, zgodnie z art. 77 ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo budowlane (Dz. U. z 2003 roku Nr 207 poz. 2016 z póź. zm.), przejął postanowieniem z dnia 28 stycznia 2006 roku, znak: ZP-INN/18/06, prowadzenie postępowania wyjaśniającego przyczyny i okoliczności powstania katastrofy budowlanej pawilonu wystawienniczego na terenie Międzynarodowych Targów Katowickich przy ul. Bytkowskiej 1.

W dniu 29 stycznia 2006 r., Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego na podstawie art. 76 ust. 1 pkt. 1 ustawy Prawo budowlane, w związku z powyższym przejęciem prowadzenia postępowania wyjaśniającego przyczyny i okoliczności powstania tej katastrofy budowlanej, powołał postanowieniem z dnia 29.01.2006 r. znak ZP/INN/41/20/06 Komisję, w której skład weszli przedstawiciele: Wojewody Śląskiego, Prezydenta m. Chorzowa, Komendanta Głównego Policji, Komendanta Głównego Straży Pożarnej, Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego, Śląskiego Wojewódzkiego Inspektora Nadzoru Budowlanego, Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Chorzowie, Instytutu Techniki Budowlanej, Politechniki Śląskiej, Politechniki Warszawskiej i Okręgowego Inspektora Pracy.

### 2. Przebieg prac Komisji

Komisja rozpoczęła prace w dniu 29 stycznia 2006 roku i w wyniku jej prac zostały podjęte m.in. następujące działania:

1. Członkowie Komisji przeprowadzili oględziny terenu katastrofy, w tym m.in.: podczas prowadzonej akcji ratowniczej (w dniu 29.01.br.) i bezpośrednio po jej wstrzymaniu, a także podczas likwidacji zagrożenia i porządkowania terenu katastrofy oraz po zakończeniu prac związanych z porządkowaniem terenu po katastrofie (z oględzin sporządzono dokumentację fotograficzną dla potrzeb prac Komisji).
2. Powiatowy Inspektor Nadzoru Budowlanego w Chorzowie wydał w dniu 30 stycznia 2006 r., decyzję znak NB/735/95/2006/N/MK-1, nakazującą właścicielowi zniszczonego obiektu tj., Międzynarodowym Targom Katowickim sp. z o.o., wyłączenie obiektu z użytkowania oraz wykonanie robót zabezpieczających i likwidujących zagrożenie na miejscu katastrofy; decyzji tej nadano rygor natychmiastowej wykonalności.

Wobec uchylecia się przez właściciela obiektu od obowiązku wykonania decyzji w dniu 2 lutego 2006 roku (zgodnie z art. 69 ustawy Prawo budowlane) zostało zlecone, na koszt właściciela obiektu, zastępcze wykonanie robót zabezpieczających i likwidujących zagrożenie na miejscu katastrofy. Roboty te zostały wykonane, przy zapewnieniu przez Wojewodę Śląskiego, niezbędnych środków na ich wykonanie.

Roboty zabezpieczające i likwidujące zagrożenie na miejscu katastrofy były prowadzone pod nadzorem ekspertów – przedstawicieli zespołów z Politechniki Śląskiej i z Politechniki Wrocławskiej.

3. Komisja zdecydowała, podczas posiedzenia w dniu 29 stycznia br., o potrzebie opracowania, w celu ustalenia przyczyn i okoliczności katastrofy, 2-ch ekspertyz technicznych dla potrzeb Komisji, przez dwa niezależnie działające zespoły z Politechniki Śląskiej w Gliwicach i Politechniki Wrocławskiej.

Zgodnie z art. 78 ust. 2 ustawy Prawo budowlane, ekspertyzy zostały zlecone przez GINB – tj. organ prowadzący postępowanie wyjaśniające w sprawie przyczyn katastrofy

budowlanej (zlecenie na koszt właściciela obiektu zgodnie z art. 78 ust. ustawy Prawo budowlane). W umowach ustalono terminy przedłożenia: do dnia 24 marca br. – syntezy oceny w zakresie ustalenia przyczyn katastrofy pawilonu, natomiast do dnia 31 marca br. całości prac (ekspertyz).

Terminy umowne wykonania i dostarczenia powyższych opracowań zostały dotrzymane przez oba zespoły eksperckie.

4. Przewodniczący Komisji dokonał uzgodnień z Prokuratorem Okręgowym w Katowicach, w sprawach współdziałania ekspertów Komisji i Prokuratury podczas wykonywania robót porządkujących i likwidujących zagrożenie na miejscu katastrofy oraz wzajemnego udostępniania dowodów i materiałów związanych z przygotowaniem ekspertyz.
5. Przedstawiciele zespołów eksperckich i Śląskiego Wojewódzkiego Inspektora Nadzoru Budowlanego, przeprowadzili przegląd i sporządzili inwentaryzację dokumentacji, zabezpieczonej (bezpośrednio po wystąpieniu katastrofy pawilonu) i udostępnionej przez prokuraturę i policję, tj. dokumentacji związanej z budową i użytkowaniem zniszczonego obiektu - przydatnej w opracowaniu ekspertyz technicznych oraz do oceny procesu budowlanego i użytkowania tego obiektu.

Dokumentacja ta została udostępniona Komisji oraz zespołom ekspertów z Politechniki Wrocławskiej i Politechniki Śląskiej – do wykorzystania przy opracowaniu ekspertyz technicznych, ustalających przyczyny i okoliczności katastrofy budowlanej w dniu 28 stycznia br.

6. Główny Instytut Górnictwa, Państwowy Instytut Geologiczny oraz Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej przygotowały w trybie pilnym i nieodpłatnie udostępniły Komisji opracowania i dane dotyczące ruchu terenu i wpływów eksploatacji górniczej, oraz dane dotyczące pomiarów opadów śniegu, temperatury i wiatru prowadzonych w rejonie miejsca katastrofy w latach 1999 -2005. Opracowania te zostały również przekazane zespołom ekspertów z Politechniki Wrocławskiej i Politechniki Śląskiej w celu wykorzystania w opracowaniu ekspertyz technicznych, ustalających przyczyny i okoliczności katastrofy budowlanej pawilonu.
7. Wskazani członkowie Komisji pełnili funkcję konsultantów prac prowadzonych przez zespoły eksperckie oraz opracowywali dane i opinie dotyczące obciążeń zniszczonego obiektu, spowodowanych wpływami atmosferycznymi oraz opinie o zakresie opracowań i wynikach ekspertyz technicznych, przygotowanych przez zespoły z Politechniki Śląskiej i Politechniki Wrocławskiej.
8. Opinie dotyczące przebiegu procesu budowlanego i użytkowania zniszczonego obiektu zostały przygotowane przez członków Komisji – przedstawicieli organów nadzoru budowlanego.

### **3. Wyniki prac Komisji**

Na podstawie ekspertyz, opracowanych przez dwa niezależnie działające zespoły eksperckie oraz analiz własnych, Komisja ustaliła przyczyny oraz okoliczności powstania katastrof, z uwzględnieniem:

- procesu budowlanego i użytkowania zniszczonego obiektu,
- zagadnień projektowania obiektu i problematyki techniczno-wytrzymałościowej związanej z projektowaniem, budową i użytkowaniem obiektu.

Podczas posiedzenia Komisji w dniu 29 marca 2006 r. została wypracowana i przyjęta wstępna ocena okoliczności i przyczyn wystąpienia katastrofy budowlanej (na podstawie

przekazanych przez zespoły eksperckie wyników prac, oraz własnych analiz Komisji w tym zakresie), z której wynika, że przyczyną katastrofy były m.in.:

- utrata nośności konstrukcji wiązarów (głównych dźwigarów kratowych i dźwigarów płatwiowych) oraz głównych podciągów kratowych i słupów w części środkowej na skutek przeciążenia konstrukcji śniegiem,
- błędy projektowe (przyjęto nieadekwatny model obliczeniowy konstrukcji w stosunku do rozwiązań rzeczywistych, zbyt małą nośność elementów konstrukcji do przeniesienia obciążeń dachu śniegiem, konstrukcja hali nie spełniała wielu ważnych norm projektowania, wadliwe rozwiązanie elementów konstrukcyjnych hali: dźwigarów i głowic słupów, brak stężeń połączeniowych i pionowych konstrukcji dachowej hali),
- błędy wykonawcze (stwierdzono niestaranny montaż konstrukcji, która nie spełniała wymagań norm odbioru konstrukcji stalowych).

Z innych czynników, które mogły zainicjować katastrofę wykluczono: wpływ temperatury wewnętrznej hali na topnienie się śniegu i lodu na dachu i związaną z tym redystrybucję obciążeń a także wpływ szkód górniczych, odkształceń od wpływów i wstrząsów górotworu oraz głośną muzykę. Oceniono również, że niewielki wpływ mogło mieć napełnienie wodą instalacji tryskaczy i wpływ różnicy temperatur między temperaturą montażu i temperaturą konstrukcji w czasie katastrofy.

O wadliwej konstrukcji pawilonu świadczyła jego awaria w 2002 r., po której cała stalowa konstrukcja przekrycia pawilonu powinna być ponownie obliczeniowo sprawdzona przez niezależnego rzeczoznawcę, a tego nie uczyniono. Nie sprawdzono wówczas także jakości wykonania innych elementów połączeń oraz spoin w głównych elementach nośnych, pomimo uzyskania negatywnych wyników badań nieniszczących wykonanych dla uszkodzonych fragmentów konstrukcji.

W czasie użytkowania nie odśnieżano właściwie dachu hali, pomimo że projektant zwracał już uwagę właścicielowi obiektu na taką potrzebę, zarówno podczas budowy - w styczniu 2000 r. oraz po awarii w 2002 r.

Informacje o pracach Komisji zostały podane do publicznej wiadomości przez Ministra Transportu i Budownictwa Jerzego Polaczka podczas konferencji prasowej w Katowicach w dniu 31 marca 2006 roku.

### **III. Stanowisko Komisji w sprawie ustalenia przyczyn i okoliczności katastrofy budowlanej w dniu 28 stycznia 2006 r., pawilonu wystawienniczego przy ul. Bytkowskiej na terenie Międzynarodowych Targów Katowickich**

Ocena okoliczności i przyczyn wystąpienia katastrofy budowlanej została przygotowana w oparciu o opracowane ekspertyzy techniczne zespołów z Politechniki Śląskiej i z Politechniki Wrocławskiej oraz analizy własne Komisji w zakresie:

- przygotowania, budowy i użytkowania zniszczonego obiektu,
- zagadnień projektowania, wykonawstwa i problematyki techniczno-wytrzymałościowej obiektu.

## 1. Ocena działań, związanych z procesem budowlanym i użytkowaniem pawilonu do czasu wystąpienia katastrofy budowlanej w dniu 28 stycznia 2006 roku

Prezydent miasta Chorzowa w dniu 13.05.1999 roku wydał Decyzję znak: AB- 7351-490-1999-NI-1, zatwierdzającą projekt budowlany i udzielającą pozwolenia na budowę obiektu określonego jako pawilon handlowy.

Jednocześnie w powyższej decyzji, organ wydający pozwolenie na budowę stwierdził kompletność projektu budowlanego.

Prezydenta Miasta Chorzowa decyzją nr 30 z dnia 26.04.2000 r., znak A/7351-490-1999-NI-4 udzielił pozwolenia na użytkowanie pawilonu wystawowego Nr 1.

Pierwsze zagrożenie konstrukcji (awaria), w postaci ściętych śrub konstrukcji dachowej i ugięcia dźwigarów nośnych dachu zaobserwował inwestor w dniu 2.01.2002 r. Jednocześnie, użytkownik przystąpił do odciążania połaci dachowej polegającego na usuwaniu nagromadzonych warstw śniegu. W dniu 4.01.2002 r., Komenda Miejska PSP sporządziła „Informację ze zdarzenia”, z której wynikało że *belka podciągowa hali jest pęknięta i że przyczyną pęknięcia było nadmierne obciążenie zalegającym śniegiem.*

W międzyczasie inwestor stwierdził dodatkowe ugięcia dachu.

## 2. Ocena działań w zakresie technicznym

### 2.1. Podstawa

Podstawą oceny są przywołane ekspertyzy:

- Politechniki Śląskiej w Gliwicach (oznaczenie dalsze PŚl.)
- Politechniki Wrocławskiej (oznaczenie dalsze PWr.)

oraz wyniki analiz własnych członków Komisji.

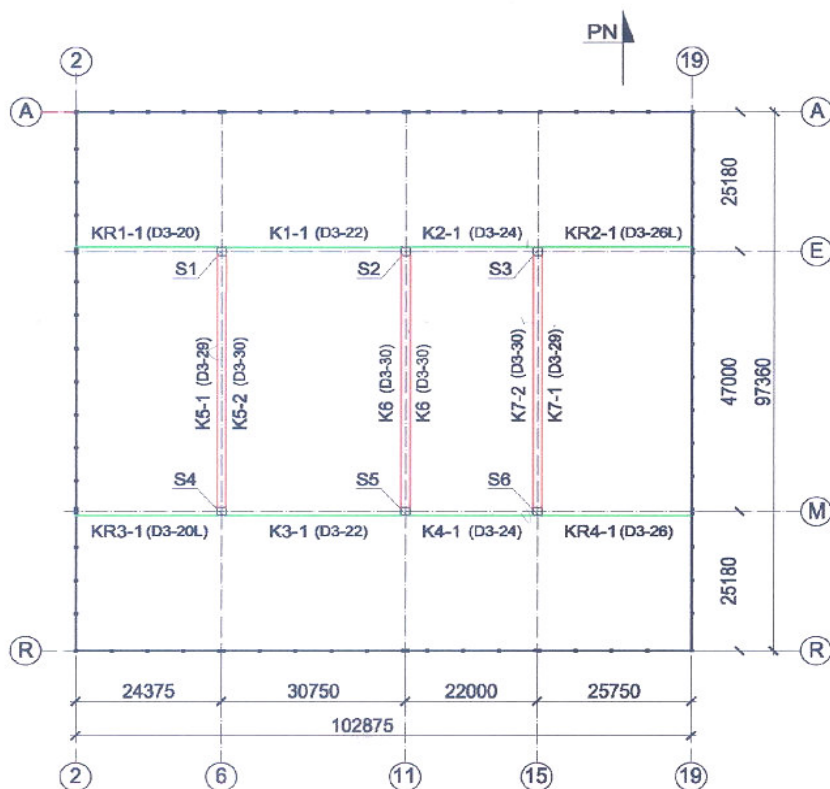
### 2.2. Rozwiązanie konstrukcyjne

W wyniku powyższych analiz stwierdzono zasadnicze błędy w projekcie i uchybienia w wykonawstwie robót. Bezpośrednim następstwem tych błędów była utrata nośności wiązarów (płatwi) oraz głównych podciągów kratowych i słupów w części środkowej (wyższej) hali w warunkach przeciążenia konstrukcji śniegiem i lodem.

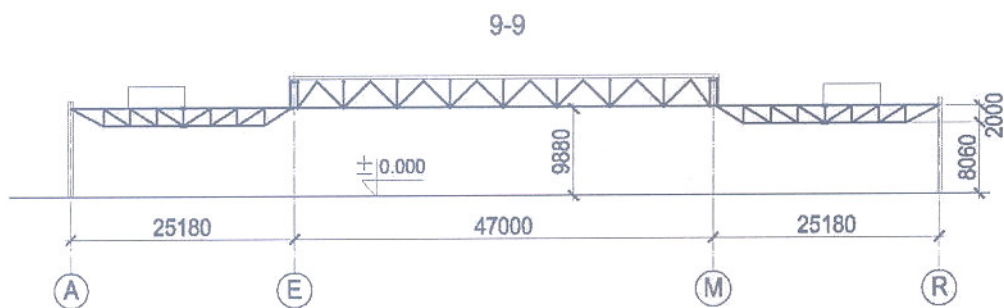
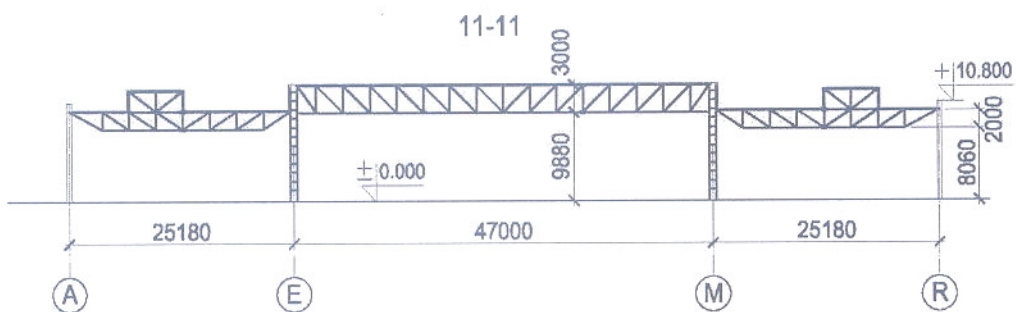
Przyjęty układ konstrukcyjny pawilonu wystawienniczego (hali) był układem niekorzystnym, w którym utrata nośności (stateczności) jednego elementu (pręta) w podciągach głównych mogła potencjalnie spowodować zawalenie się dachu przynajmniej nad dwoma polami. Utrata nośności jednego ze słupów głównych (środkowych), groziła zawaleniem się dachu nad co najmniej czterema polami.

Układ podstawowych elementów konstrukcyjnych pawilonu przedstawiają rysunki 3 - 6.

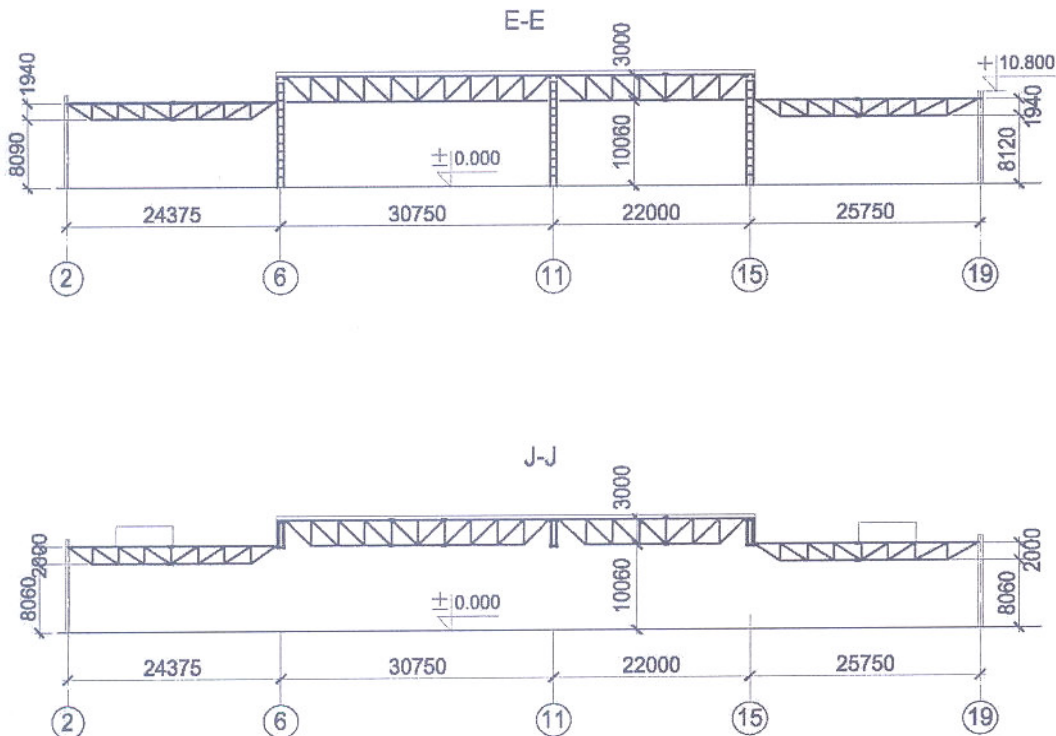




Rys. 3. Układ podciągów konstrukcji dachu hali  
(podciągi główne – kolor czerwony, podciągi podłużne – kolor zielony)



Rys. 5. Przekroje poprzeczne hali



Rys. 6. Przekroje podłużne hali

W konstrukcji dachu hali nie przewidziano stężeń połączeniowych zakładając, że stateczność pasów górnych elementów nośnych zapewni blacha fałdowa. Zgodnie z normą wymagane jest wykonanie obwodowych stężeń połączeniowych, a także pionowego stężenia w każdym polu. Stężenia dachowe hali powinny być także zastosowane w nawach bocznych [PŚI.].

Z uwagi na różne rozpiętości wiązarów i płatwi podciągi niezależnie od ich zginania były także skręcane, co spowodowało dodatkowe ich wyężenie, niezależnie wywołując reakcje poziome na słupach. W dachu hali brak było stężeń międzydźwigarowych, których głównym zadaniem jest zabezpieczenie dźwigarów przed skręceniem. W przedmiotowej hali zgodnie z normą, należało zastosować dwa międzywiązarowe kratowe pionowe podciągi stężające.

Zgodnie z wymaganiami przedmiotowej normy - kratownice o rozpiętości większej niż 30 m powinny być projektowane z podniesieniem wykonawczym – czego nie uczyniono.

Z niewiadomych powodów krzyżulce w podciągach o rozpiętości 30,75 m zaprojektowano z rur kwadratowych 50 x 50 x 3 mm, gdy tymczasem dla podciągów o mniejszej rozpiętości 24,375 mm przyjęto krzyżulce z rur 100 x 100 x 4 mm.

Według projektu pierwotnego montażowe nakładki łączące **pas** podciągów głównych miały [PŚI.] przekrój brutto wynoszący 38,5% przekroju łączonych ceowników (netto 24,4%) przy 96% wykorzystaniu nośności tych ceowników przy obciążeniu obliczeniowym normowym. Tak więc, pierwotna nośność styków tych dźwigarów była **czterokrotnie zaniżona**.

Podobnie zaprojektowane zostały **styki montażowe podciągów** w niższej części hali (osie E i M), w których nakładki łączące miały w projekcie pierwotnym, w stosunku do przekroju ceowników pasa, przekrój 32% netto ( 53% brutto). Było to **trzykrotne zaniżenie** nośności. W **wyższej części** tych samych podciągów nośność obliczeniowa nakładek netto wynosiła 50,7% nośności pasów, a więc **dwukrotnie za mało**.

Zaprojektowane słupy nie były przystosowane do przyjmowania obciążeń poziomych (brak skratowań). Ze względu na skręcanie podciągów pojedyncze gałęzie słupów były zginane w kierunku podciagu [PW.r.]. Nośność pojedynczej gałęzi była za mała dla przeniesienia tych obciążeń. Brak też było wspólnej głowicy dla 4 gałęzi słupa zapewniającej współpracę tych gałęzi.

W projekcie budowlanym przewidziano 3% spadek dachu. W projekcie wykonawczym zmieniono system odwodnienia przewidując, że woda będzie wpływała do spustów dachowych w środkowej części każdej połaci w miejscu największych ugięć. Nie jest to rozwiązanie w pełni bezpieczne, gdyż przy jakimkolwiek zaniedbaniu może dojść do zatkania spustów np. liśćmi, co może prowadzić do istotnego przeciążenia dachu.

Projektując duży obiekt użyteczności publicznej, wskazanym było zastosowanie dodatkowego współczynnika konsekwencji zniszczenia oraz należało uwzględnić wpływy imperfekcji globalnego układu stężającego konstrukcję. W projekcie tego nie uczyniono.

### 2.3. Wykonawstwo

Jak wykazały badania materiałowe [PW.r.], w zrealizowanym obiekcie na kształtowniki walcowane na gorąco zastosowano stal St3S o wytrzymałości obliczeniowej 215 MPa, a na kwadratowe, zimnogięte rury, stal o wytrzymałości obliczeniowej 255 MPa. Słupy wykonano ze stali R45 o wytrzymałości obliczeniowej 225 MPa. Były to stale spełniające wymagania zapisane na rysunkach konstrukcyjnych (jakkolwiek o parametrach znacznie niższych, niż przyjęto w obliczeniach)

Stwierdzono niestaranny montaż, niedokręcone śruby, wypalane otwory w blachach na śruby, a także wadliwe wykonanie prętów skośnych wiązarów dachu. Przykładem jest pręt ukośny połączony jedną niedokręconą śrubą w otworze owalnym.

Ponadto bardzo zła była jakość spoin łączących przewiazki rurowe z gałęziami słupów. Spoiny były „przyklejone” do przewiazek bez wymaganego przetopu. Można przypuszczać, że gdyby wykonane zostały spoiny dobrej jakości, czas trwania katastrofy mógłby być nieco dłuższy.

Już w trakcie budowy i na początku eksploatacji obiektu, występowały nieszczelności dachu.

W świetle losowo dobranych przykładów stwierdzono [PW.r.], że konstrukcja nie spełniała norm wykonania i odbioru konstrukcji stalowych.

### 2.4. Użytkowanie

Projektant domagał się wykonania na dachu przelewów, twierdząc że przy założonym systemie odwodnienia dachu może nastąpić niekontrolowane spiętrzenie wody o pojemności przekraczającej nośność konstrukcji [PŚl.]. Ponieważ w protokołach z 2003 i 2005 r., stwierdzono zanieczyszczenie liśćmi części przepustów, a ponadto można wnioskować, że główną przyczyną tworzenia się lodu na dachu był brak przewidzianych projektem budowlanym spadków .

Projektant zwracał użytkownikowi uwagę na konieczność odśnieżania hali zarówno już w trakcie budowy (pismo 26.01.2000 r.), jak i po awarii (pismo 15.10.2002 r.).

Użytkownik nie przestrzegał tych zaleceń, a także analogicznych, płynących z innych źródeł, dopuszczając do powstania nadmiernego zaśnieżenia.

Jeszcze przed 2002 r., a więc przed awarią, inwestor zgłaszał projektantowi problem zbyt dużych ugięć dachu.

## 2.5. Naprawy konstrukcji w 2002 r.

Już w trakcie budowy, gdy styki montażowe wiązarów znajdowały się jedynie pod obciążeniem ciężarem własnym konstrukcji, połączenia pasów dolnych wiązarów głównych zostały, na żądanie projektanta, wzmocnione przez przyspawanie od spodu pasa blachy. Wytworzył się w ten sposób styk niesymetryczny, przy czym przekrój łączących nakładek w styku wynosił, w stosunku do przekroju łączonych ceowników pasa dolnego, zaledwie 59,1% netto (73 % brutto) – czyli był to przekrój w dalszym ciągu za mały. Należy dodać, że przepisy normowe nie pozwalają na jednoczesne łączenie połączeń zakładkowych z połączeniami spawanymi, jak uczyniono w tym przypadku.

Podobnie wzmocniono pasy dolne podciągów w niższej części hali (w osi E i M). W tym przypadku jednak, na skutek mimośrodowego działania sił w styku, nośność połączenia obniżyła się do 31% netto (43% brutto) nośności pasów [PŚl.]. Jak widać, w zakresie sprężystym było to wzmocnienie nieefektywne.

Wzmocnienie styków pasów dolnych wyższej części dachu w osiach E i M zwiększyło nośność tych styków do 59% netto (83% brutto) nośności pasów - było w dalszym ciągu za mało.

Po awarii w 2002 r., dokonano wymiany węzłów pasów dolnych w dźwigarach. Wymiana nakładek w stykach spowodowała wzrost nośności styków do 76% netto (brutto do 100%) [PŚ] nośności pasów, czyli w dalszym ciągu nośność styków była za mała. Zastosowane nakładki były ponadto za krótkie, przez co, jak to się uwidoczniło w czasie awarii, nie włączyły się one do współpracy. Przeprowadzone wówczas badania spoin dały wyniki negatywne [PŚl.]. Brak jest danych czy ta informacja została wykorzystana do poprawy jakości spoin.

Po tej awarii zaprojektowano też wzmocnienie połączenia krzyżulców rozciąganych. Blachy łączące zaprojektowano i wykonano jako przyspawane jedynie spawami podłużnymi do krzyżulców, nie łącząc ich z pasami - co w żaden sposób nie mogło i nie zwiększyło nośności połączenia.

Awaria w roku 2002 powinna spowodować sprawdzenie całej hali najlepiej przez rzeczoznawcę, nie związanego z projektantem. Tymczasem stosowne opracowanie i projekt wzmocnienia wykonało biuro autorskie projektu hali. Wynika stąd, że sprawę potraktowano jako uszkodzenie miejscowe. Zdaniem Komisji było to nieprawidłowe i niedopuszczalne.

## 2.6. Obliczenia konstrukcji

### 2.6.1. Obliczenia konstrukcji przez autorów projektu

W pierwszych obliczeniach hali datowanych na dzień 29.10.1999 r., halę zaprojektowano ze stali ST3SX, ST3SY i R35. W drugich obliczeniach, wykonanych w rok po zakończeniu budowy (niemożliwych do sprawdzenia z uwagi na brak kompletu danych), dla wszystkich elementów przyjęto stal gatunku 18G2 i jej wytrzymałość obliczeniową 310 MPa, a na rysunkach konstrukcyjnych stal St3S [PŚl.] o wytrzymałości obliczeniowej 215 MPa. **Taka zamiana gatunku stali prowadziła do zniżenia nośności przekrojów o 31%.**

Obliczenia wykonano dla schematów statycznych niezgodnych ze zrealizowanymi w rzeczywistości, co spowodowało uzyskanie w poszczególnych elementach sił niezgodnych z wartościami rzeczywistymi. W obliczeniach tych nie uwzględniono także m.in. mimośródów konstrukcyjnych oraz skręcania elementów nośnych. Niezależnie jednak od tego **wymiarowanie projektowe przeprowadzono na siły o ok. 20% mniejsze od sił wynikających z obliczeń statycznych oraz nie sprawdzono warunków nośności dla ściskanych górnych pasów głównych podciągów kratowych.**

Zamiana gatunku stali konstrukcyjnej i zaniżenie wartości sił przyjmowanych do wymiarowania elementów w sposób drastyczny, obok czynników konstrukcyjnych, **zaniżyła wymagane bezpieczeństwo konstrukcji.**

#### 2.6.2. Eksperckie obliczenia sprawdzające

Eksperckie obliczenia sprawdzające przeprowadzono dla rzeczywistej sytuacji konstrukcyjnej przed awarią 2006 r., przyjmując normowe obciążenia śniegiem i typowe postępowanie stosowane przy projektowaniu (obciążenia obliczeniowe, wytrzymałości obliczeniowe stali).

Ponadto przeprowadzono obliczenia dla obciążeń w chwili katastrofy, przyjmując obciążenia rzeczywiste od śniegu i lodu oraz od ciężaru konstrukcji (bez współczynników obciążenia oraz obliczeniowe wytrzymałości stali).

Eksperckie obliczenia sprawdzające [PŚl.] i PWr.], wskazują na dochowanie nośności blach fałdowych. Także jako wystarczającą uznano nośność płatwi i podpórek.

Wyniki obliczeń sprawdzających wykonanych w ramach ekspertyz wskazują, że obliczeniowe wyężenia głównych podciągów w osiach 6 i 11 były przekroczone odpowiednio o 83% [PŚl.] i 55% [PWr.] (w pasie górnym) oraz o 52% [PŚl.] i 49% [PWr.] (w krzyżulcu). Wyężenie styków montażowych po wzmocnieniach dokonanych zarówno w czasie budowy (1999 r.) hali jak i w 2002 r., obliczone dla stanu sprężystego było przekroczone o 93% i 78%. Wyężenie pozostałych podciągów, oprócz podciągów o rozpiętości 30,75 m, było większe od ich nośności o około 40% w niższej części dachu [PŚl.] i 67% w wyższej, a według obliczeń [PWr.] o ponad 100%. Wyężenie styków montażowych w stanie sprężystym, w podciągach niższej części dachu, dwukrotnie przekraczało ich nośność. W podciągach o rozpiętości 30,75m, obliczeniowe wyężenie krzyżulców sięgało 270 % ich nośności [PŚl.]. Nośność niektórych płatwi, w wyższej części dachu, była przekroczone o 58% (dla  $f_d = 255$  MPa), a w partiach niższych, uwzględniając worki śnieżne nawet o 150%.

Wykazano, że dla obciążeń normowych nośność gałęzi słupów wykorzystana została w 100%, nośność przewiązek słupów została przekroczone o 48% [PŚl.] i 90% [PWr.], a nośność spoin o 75% [PŚl.] i 131% [PWr.].

Należy zwrócić uwagę, że zapasy nośności elementów podstawowych podciągów i słupów były mniejsze niż wiązarów i płatwi – dla zapewnienia wymaganego bezpieczeństwa konstrukcji powinno być odwrotnie.

#### 2.7. Wpływy przeciążenia śniegiem, lodem i obciążeń dodatkowych.

Jak wynika ze szczegółowej analizy uwzględniającej rzeczywisty stan rozłożenia śniegu i lodu spoczywającego na konstrukcji dachu hali w stanie awarii, obciążenie to było na niektórych dużych połaciach dachu większe średnio o ok. 34% od obciążeń normowych śniegiem, w tym dodatkowe obciążenie lodem wynosiło ok. 70% obciążeń normowych śniegiem.

W części środkowej dla dźwigarów K6-1 i K6-2 (D3-29 i D3-30), rzeczywiste obciążenie śniegiem przekraczało obciążenie normowe śniegiem o 63% [PŚl.]. Należy tu wziąć pod uwagę, że spowodowane tym obciążeniem wyężenie konstrukcji (obejmujące także wszystkie obciążenia stałe), wzrosło z tego względu, w stosunku do wyężenia liczonego dla obciążeń normowych wg ekspertyzy [PŚl.] o 27% , a wg ekspertyzy [PWr.] maksymalnie o 36%.

Natomiast dla wiązarów D3-07 wzrost wyężenia z tytułu lokalnego przeciążenia śniegiem i lodem wyniósł 40% [PWr.].

W przypadku prawidłowo zaprojektowanej i wykonanej konstrukcji te wzrosty wyężenia pokryte byłyby z zapasem przez obliczeniowe współczynniki bezpieczeństwa i rezerwy tkwiące w plastycznej pracy stalowych przekrojów.

Analiza możliwych ruchów podłoża oraz ruchów tego podłoża na podstawie wcześniejszych pomiarów geodezyjnych wskazuje, że były to wpływy o charakterze lokalnym [PŚl.], związane ze starą eksploatacją górnictw. Wpływy górnictw, jakkolwiek niewielkie, mogły jedynie skrócić czas trwania zawałania się obiektu, z uwagi na zwiększenie wyężenia spoin łączących przewiązki z gaężami słupów.

Z rozważanych czynników sprawczych wykluczono także wpływ różnicy między temperaturą wewnętrzną w hali i temperaturą na zewnątrz na powstanie lodu na górnej powierzchni dachu i związaną z tym redystrybucję obciężń.

Wyeliminowano również wpływ ruchu podłoża na spowodowanie katastrofy oraz wpływ głośnej muzyki.

#### **IV. WNIOSKI KOŃCOWE**

W wyniku analizy problemu katastrofy hali w oparciu o braki i uchybienia stwierdzone w ramach szczegółowych ekspertyz przygotowanych przez Politechnikę Ślaską [PŚl.] i Politechnikę Wrocławską [PW.] oraz własne analizy stwierdza się, że:

##### **1. W zakresie spraw związanych z procesem budowlanym i użycowaniem obiektu**

- 1) Wobec krytycznej oceny Komisji dotyczącej przyjętych rozwiązań technicznych w zatwierdzonym projekcie budowlanym oraz zakresu ekspertyzy technicznej opracowanej po wystąpieniu awarii hali w 2002 r., a także wobec braku pełnego udokumentowania posiadania odpowiednich kwalifikacji zawodowych przez osoby, które realizowały prace, uznane w przepisach prawa budowlanego za wykonywanie samodzielnych funkcji technicznych niezbędnym jest przeprowadzenie przez właściwy organ nadzoru budowlanego, postępowania wyjaśniającego i złożenia ewentualnych wniosków, na podstawie ustaleń art. 97 oraz art. 92 i art. 93 ustawy Prawo budowlane, o wszczęcie postępowania w sprawie:
  - odpowiedzialności zawodowej projektanta konstrukcji pawilonu wystawowego i sprawdzającego ten projekt,
  - odpowiedzialności osób, które wykonywały takie funkcje (m.in. projektując konstrukcje, wykonując obliczenia i ekspertyzy związane z budową i eksploatacją zniszczonego pawilonu), prawdopodobnie nie posiadając odpowiednich uprawnień budowlanych.
- 2) Inwestor-właściciel pawilonu nie utrzymywał obiektu w odpowiednim stanie technicznym, w szczególności nie respektując poleceń projektanta.

##### **2. W zakresie technicznych problemów projektowych, wykonawczych i użycowania**

###### **2.1 Projektowanie**

W procesie projektowania popełniono szereg błędów i niedopatrzeń. Zostały one szczegółowo podane w pkt. 2.2 cz. III. Dotyczą one zarówno kształtowania konstrukcji, konstruowania poszczególnych elementów, jak i przede wszystkim błędów obliczeniowych,

w tym podmiany zastosowanej stali. Nośność konstrukcji była wyczerpana przy obciążeniach niższych niż obciążenie śniegiem normatywnym.

- **Przyjęty układ konstrukcyjny hali pawilonu wystawienniczego był układem niekorzystnym.** Eliminacja (przekroczenie nośności, utrata stateczności itp.) jednego elementu powodowała zawalenie się dużego obszaru dachu hali. Nie zastosowano przewidzianych przedmiotową normą stężeń połączeniowych i stężeń pionowych, powierzając tą funkcję blachom pokrycia. Projektant nie przewidział wstępnego wygięcia podciągów o rozpiętości większej niż 30 m.
- **Słupy główne**, złożone z czterech rur, pozbawione były wspólnej głowicy i skratowań zdolnych do przeniesienia sił poziomych.
- **W podciągach głównych** (47 m), zastosowano stosunkowo wiotkie krzyżulce z rur kwadratowych giętych na zimno łączone bezpośrednio do pasów bez blach węzłowych; w efekcie nie wszystkie spoiny zostały wykonane poprawnie pod względem jakości. Krzyżulce dla podciągu o większej rozpiętości (30,75 m), zaprojektowano z mniejszych przekrojów (50 x 50 x 3) a dla podciągów krótszych (24,375 m), z większych przekrojów (100 x 100 x 4).
- **Styki montażowe** zaprojektowano o mniejszej nośności niż nośność elementów łączonych.
- W trakcie budowy projektant dokonywał zmian dotyczących m.in. połączeń montażowych oraz spadków i odprowadzenia wody z dachu. **Nieprawidłowości w odwodnieniu dachu** spowodowane brakiem spadku, wpłynęły na powstanie warstwy lodu, stanowiącego dodatkowe obciążenie o ok. 60 – 80 % normowego obciążenia śniegiem.
- W trakcie budowy projektant wydał również zalecenie o konieczności sprzątnięcia śniegu z dachu.
- W obliczeniach (komputerowych) wykonanych w październiku 2000 r. (po wybudowaniu hali) - wszystkie połączenia traktowane były jako sztywne, co nie zawsze odpowiadało rzeczywistości (część połączeń podatnych) oraz rozrózniono tylko 7 różnych przekrojów prętowych.
- Do obliczeń (wymiarowanie) przyjęto stal 18G2 o wytrzymałości  $f_d = 310$  MPa, natomiast na rysunkach projektowych podano stal St3S ( $f_d = 215$  MPa). Konstrukcja była zgodna z projektem i rysunkami (zaprojektowano je ze stali St3SX o wytrzymałości  $f_d = 215$  MPa).
- Natomiast, po wybudowaniu i przekazaniu do użytku hali wykonano drugie obliczenia w 2000 r., w których przyjęto stal 18G2 o wytrzymałości  $f_d = 305$  MPa. Do wymiarowania elementów stalowych hali przyjęto siły obciążające o 20% mniejsze niż wynikało to z obliczeń statycznych. Zwymiarowano tylko 23 elementy.
- Dla niektórych elementów na wydruku komputerowym występują znaczne **przekroczenia** wyteżeń w stosunku do nośności obliczeniowych: **max 9,88 razy** (element drugorzędny przy dużej smukłości) dla pasów płatwi przekroczenia sięgają 2,26 razy (to już jest element zdecydowanie główny). Podobne przekroczenia nośności występują dla elementów podciągów.
- Nie sprawdzono (wymiarowanie) warunków nośności dla niektórych elementów płatwi i podciągów (zasadnicze dla konstrukcji) oraz nośności blach fałdowych.

## 2.2 Wykonawstwo

Stwierdzono uchybienia wykonawcze w tym braki przetopów (przyklejenia) spoin oraz niestaranny montaż. W niektórych połączeniach zastrzałów z płatwiami brakowało śrub, były też nakrętki nie dokręcone i wypalane otwory na śruby.

## 2.3 Użytkowanie

- Od początku eksploatacji stwierdzano **nieszczelności dachu** i były kłopoty z jego odwodnieniem. Hala była użytkowana od kwietnia 2000 r.
- **W styczniu 2002 r. hala uległa awarii.** Wykonano wówczas badania spoin w obszarze, który został uszkodzony. Badania wskazywały na **nieprawidłowości we wszystkich** badanych spoinach. Nie podjęto wówczas działań dla całej konstrukcji, mimo że wyniki badań były niekorzystne i analogiczne do uszkodzonych fragmentów konstrukcji znajdowały się w całej hali. Nie dokonano również **ponownego sprawdzenia nośności przekrycia konstrukcji dachowej hali.**
- Po wystąpieniu tej awarii wykonano **naprawy** bez dokonania ich zgłoszenia właściwemu organowi. Polegały one na lokalnym wzmacnianiu konstrukcji i nie wszystkie były skuteczne.

## Podsumowanie

**Do katastrofy doprowadziły błędy projektowe: obliczeniowe i konstrukcyjne, a także błędy wykonawcze oraz niewłaściwe użytkowanie obiektu przy nadmiernym obciążeniu śniegiem.**

**Sprawozdanie przyjęła i podpisała Komisja podczas posiedzenia w dniu 28 kwietnia 2006 roku w Katowicach w poniższym składzie:**

*Andrzej Urban*, Zastępca Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego  
– Przewodniczący Komisji

*Elżbieta Janiszewska-Kuropatwa* – Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, *Jerzy Grzybowski* - Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, *Alicja Podgórska* - Śląski Wojewódzki Inspektor Nadzoru Budowlanego, *Maria Król* - Powiatowy Inspektor Nadzoru Budowlanego w Chorzowie, *Zoja Bednarek* - Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, *Paweł Rybicki* - Komenda Główna Policji, *Wiesław Maśka* - Wicewojewoda Śląski, *Marek Kopel* - Prezydent Miasta Chorzowa, *Jerzy Żurański* - Instytut Techniki Budowlanej, *Leonard Runkiewicz* - Instytut Techniki Budowlanej, *Włodzimierz Starosolski* - Politechnika Śląska, *Henryk Zobel* - Politechnika Warszawska, *Jerzy Hamróż* - Zastępca Okręgowego Inspektora Pracy w Katowicach.

*Warszawa, maj 2006 r.*

*Niniejszy materiał opracowano w Głównym Urzędzie Nadzoru Budowlanego na podstawie „Sprawozdania z działalności komisji powołanej przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w sprawie ustalenia przyczyn i okoliczności katastrofy budowlanej w dniu 28 stycznia 2006 roku pawilonu wystawienniczego przy ul. Bytkowskiej 1 na terenie Międzynarodowych Targów w Katowicach”.*