

## Studium przypadku: Inżynieria przeciwpożarowa zastosowana do hali Airbusa, Tuluza, Francja

*Wybudowano fabrykę przeznaczoną do montażu największego samolotu świata, Airbusa A380. Fabryka składa się z siedmiu budynków o dużej rozpiętości, o konstrukcji ramowej. Budynki zaprojektowano biorąc pod uwagę różne scenariusze pożarowe, włączając możliwość pożaru w samolocie, i scenariusze te wykazały zadowalający poziom bezpieczeństwa pożarowego.*



Airbus A380 Zakład montażowy  
(Fotografia E. Grimault)

### Spis treści

1. UZYSKANE EFEKTY	2
2. WSTĘP	2
3. KONSTRUKCJA	2
4. STUDIUM BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO	4
5. INFORMACJE OGÓLNE	5
6. LITERATURA	6

## 1. Uzyskane efekty

Można wymienić następujące uzyskane efekty dotyczące tego ważnego zakładu produkcyjnego w Tuluzie, obecnie jednego z największych projektów we Francji:

- Wybudowanie siedmiu hal produkcyjnych o dużych rozpiętościach dla Airbusa A380, największego samolotu na świecie.
- Konstrukcja kratowa składająca się z dźwigarów kratowych o zakrzywionym pasie górnym i wielkich słupów skratowanych. Stateczność jest zapewniona przez odpowiednią sztywność „ramy kratownicowej”.
- Badano różne scenariusze pożarowe, począwszy od pożaru w samochodzie dostawczym po pożar w samolocie w pełni zatankowanym paliwem, by utworzyć model do analizy bezpieczeństwa pożarowego.
- Przebadano scenariusze postępującego zawalenia się i wykazano, że duże zniszczenie jednej części konstrukcji nie spowoduje zawalenia się innych części.

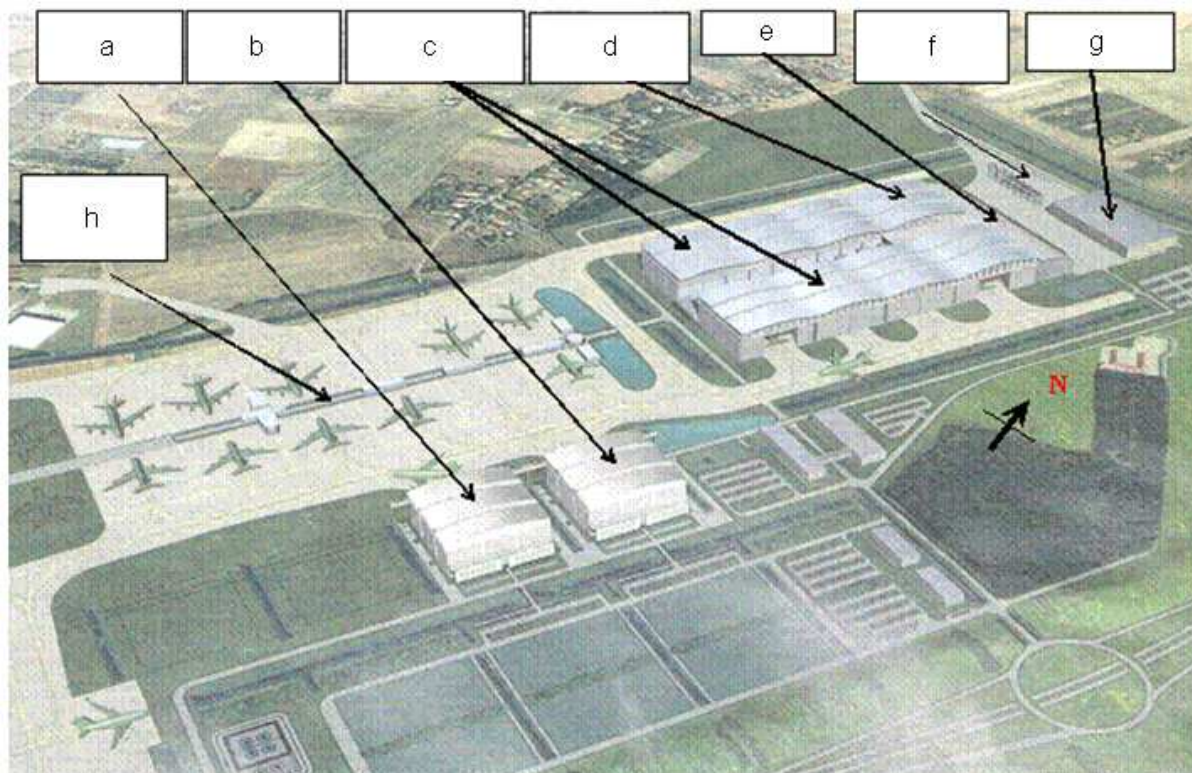
## 2. Wstęp

Zakład montażowy Airbusa A380, przyszłego największego samolotu pasażerskiego na świecie, zajmuje obszar 300 hektarów. Jest to też jeden z najważniejszych przemysłowych projektów w toku we Francji. Pierwszy samolot A380 montowany w tej fabryce będzie dostarczony w lipcu 2006. Wymagało to budowy konstrukcji o dużej rozpiętości zdolnej do pomieszczenia tak dużego samolotu w czasie jego montażu.

## 3. Konstrukcja

Budynki zakładu montażowego są rozmieszczone wzdłuż osi północ-południe odpowiadającej trasie pokonywanej przez montowany samolot A380, od dostawy jego sekcji od strony północnej aż do odholowania skończonego samolotu ku strefie lotniska. Ogólnie plan sytuacyjny jest pokazany schematycznie na Rys. 3.1.

Po przewiezieniu sekcji na miejsca są one rozładowane w budynku po północnej stronie a następnie przemieszczane do budynku nazwanego „absydą” dla wstępnego przygotowywania do montażu. Samolot jest montowany w „hali montażowej” a następnie przemieszczony do „hali wyposażania” dla zmontowania dodatkowych instalacji (urządzenia hydrauliczne i elektryczne), i w celu przeprowadzenia kilku testów oraz instalacji silników. W końcu, samolot jest przesuwany do zewnętrznego obszaru, gdzie będzie poddany próbom końcowym przed jego pierwszym lotem. Niezależna i odseparowana „hala prób statycznych” jest wybudowana by wykonać statyczne próby dla atestacji A380. Druga hala podobnego rozmiaru, w odległości 40 m od „hali prób statycznych”, jest używana podczas końcowych prac wykończeniowych, ważenia i uzupełnienia powłok malarskich samolotu.



Opis:

- |   |                                       |   |                        |   |   |
|---|---------------------------------------|---|------------------------|---|---|
| a | Próby statyczne                       | d | Hale montażowe         | g | Magazyn logistyczny                               |
| b | Hala ważenia i uzupełnienia malowania | e | Absyda                 | h | Obszar zewnętrzny przeznaczony na próby i dostawy |
| c | Hale wyposażania                      | f | Hala rozładunku sekcji |   |   |

**Rys. 3.1** *Stalowe ramy zakładu montażowego Airbusa A380*  
(Copyright fotografia za zgodą EADS Airbus)

Podstawowe charakterystyki budynku:

- Hala rozładunku sekcji: pole powierzchni – 44 m × 135 m, wysokość wewnętrzna netto – 14 m, maksymalna wysokość zewnętrzna – 16 m;
- Magazyn logistyczny: pole powierzchni – 85 m × 70 m, wysokość wewnętrzna netto – 10 m, maksymalna wysokość zewnętrzna – 14 m;
- Budynek absydy, służący do przygotowania montażu: pole powierzchni – 50 m × 250 m, wysokość wewnętrzna netto – 20 m, maksymalna wysokość zewnętrzna – 23 m;
- Hala montażu: pole powierzchni – 115 m × 250 m, wysokość wewnętrzna netto – 32,30 m, maksymalna wysokość zewnętrzna – 46 m;
- Hala wyposażania: pole powierzchni – 6 części O wymiarach 95 m × 100 m, wysokość wewnętrzna netto – 32,30 m, maksymalna wysokość zewnętrzna – 44 m;
- Hala testów statycznych: pole powierzchni – 100 m × 100 m, wysokość wewnętrzna netto – 32,30 m, maksymalna wysokość zewnętrzna – 44 m.
- Hala ważenia i malowania końcowego: pole powierzchni – 100 m × 100 m, wysokość wewnętrzna netto – 32,30 m, maksymalna wysokość zewnętrzna – 44 m.

Wszystkie budynki zostały wybudowane jako stalowe konstrukcje o dużej rozpiętości. W większości przypadków ich stateczność pozioma jest zapewniona przez system stężający wykorzystujący ramy kratowe. Konstrukcję stalową pokazano na Rys. 3.2.



a) Widok zewnętrzny w czasie budowy



b) Widok wnętrza

*Rys. 3.2 Hala montażu  
(Copyright fotografia za zgodą EADS Airbus)*

## 4. Studium bezpieczeństwa pożarowego

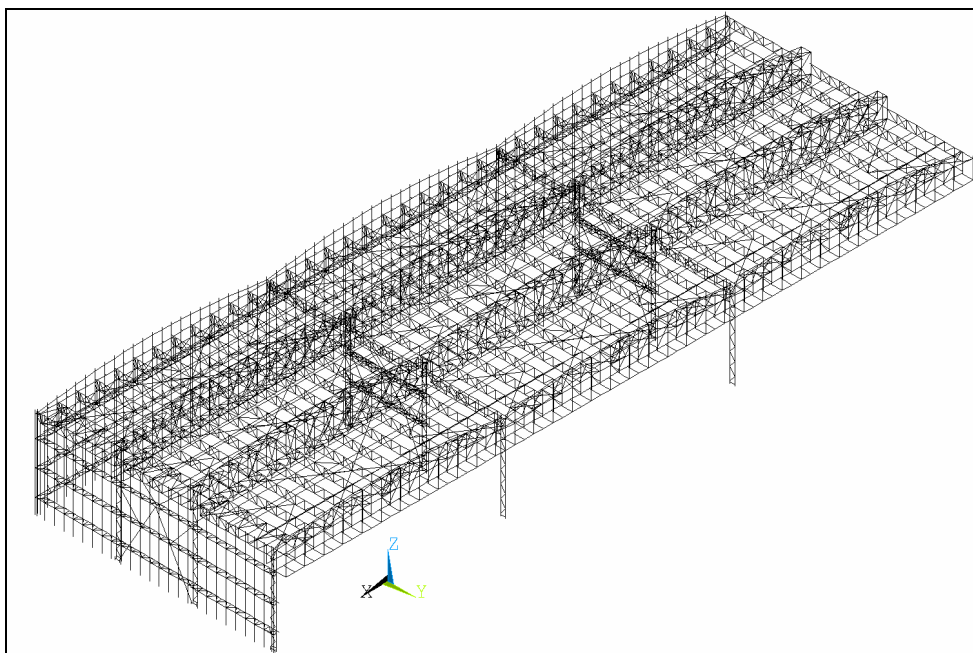
Normalne wymagania bezpieczeństwa pożarowego nie są odpowiednie do tak ważnego obiektu produkcyjnego. Konsekwencją powyższego stwierdzenia była konieczność ważnej dyskusji ze strażą pożarną i towarzystwem ubezpieczeniowym by zidentyfikować odpowiednie strategie i rozwiązania oraz zdobyć doświadczenia analizując podobne realizacje. Zdecydowano by użyć ściany oddzielenia pożarowego między halą montażu a halami wyposażeniowymi by ograniczyć potencjalne straty w wypadku groźnego pożaru. Pytanie powstaje o możliwość postępującego zniszczenia przyległych budynków wywołanego katastrofą jednego z nich z powodu pożaru.

By odpowiedzieć na to pytanie, wykonano w CTICM studium bezpieczeństwa pożarowego wykorzystując koncepcję pożaru naturalnego i uwzględniając trzy następujące scenariusze pożaru:

- Pożar w ciężarówce zaopatrzeniowej w pobliżu słupa o kluczowym znaczeniu;
- Pożar w samolocie bez paliwa i pożar różnych narzędzi;
- Pożar samolotu z pełnymi zbiornikami paliwa.

Model konstrukcyjny użyty do oceny bezpieczeństwa pożarowego pokazano na Rys. 4.1.

Zastosowano globalną analizę konstrukcyjną. Wykazała ona że zniszczenie słupów może spowodować dynamiczne oddziaływanie stalowych belek kratowych na betonowe ściany działowe, prowadząc do ich zniszczenia. W rezultacie zwiększono wydajność instalacji tryskaczowej wokół słupów, by zapobiec takiej potencjalnej formie zniszczenia.



*Rys. 4.1 Hale wyposażania – Zastosowano modelowanie umożliwiające globalną analizę konstrukcyjną i inżynierię pożarową*

## 5. Informacje ogólne

- Klient: EADS - AIRBUS Francja
- Architekt: ADPi and CARDETTE et HUET
- Projekt konstrukcji stalowej: Jaillet-Rouby
- Firmy wykonawcze:
  - URSSA (Hiszpania)
  - CIMOLAI (Włochy)
  - CASTEL et FROMAGET
  - JOSEPH PARIS

- RICHARD DUCROS
  - BUICK
  - GAGNE
  - RENAUDAT
- Ekspertyza dotycząca bezpieczeństwa pożarowego: CTICM i inni.
  - Czas budowy: 2000 – 2004
  - Główne parametry: najczęstsza rozpiętość budynków  $\geq 100$  m
  - Średnia wysokość budynku  $\approx 45$  m
  - Rzut poziomy: 200 000 m<sup>2</sup>

## 6. Literatura

- CTICM Revue Construction Métallique N°1 2004, «Usine d'assemblage de l'Airbus A380 sur le site aéro-constellation à toulouse».

## Protokół jakości

<b>TYTUŁ ZASOBU</b>	Studium przypadku: Inżynieria przeciwpożarowa zastosowana do hali Airbusa, Tuluza, Francja		
<b>Odniesienie</b>			
<b>DOKUMENT ORYGINALNY</b>			
	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Instytucja</b>	<b>Data</b>
<b>Stworzony przez</b>	Bin Zhao	CTICM	2003
<b>Zawartość techniczna sprawdzona przez</b>	Haller Mike	PARE	08/11/05
<b>Zawartość redakcyjna sprawdzona przez</b>	Brasseur Marc	PARE	08/11/05
<b>Zawartość techniczna zaaprobowana przez:</b>			
<b>1. WIELKA BRYTANIA</b>	G W Owens	SCI	20/1/06
<b>2. Francja</b>	A Bureau	CTICM	20/1/06
<b>3. Szwecja</b>	A Olsson	SBI	20/1/06
<b>4. Niemcy</b>	C Müller	RWTH	20/1/06
<b>5. Hiszpania</b>	J Chica	Labein	20/1/06
<b>6. Luksemburg</b>	M Haller	PARE	20/1/06
<b>Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego</b>	G W Owens	SCI	13/7/06
<b>TŁUMACZENIE DOKUMENTU</b>			
<b>Tłumaczenie wykonał i sprawdził:</b>		B. Stankiewicz, PRz	
<b>Tłumaczenie zatwierdzone przez:</b>	B. Stankiewicz	PRz	

## Informacje ramowe

<b>Tytuł*</b>	<b>Studium przypadku: Inżynieria przeciwpożarowa zastosowana do hali Airbusa, Tuluza, Francja</b>	
<b>Seria</b>		
<b>Opis*</b>	Wybudowano fabrykę przeznaczoną do montażu największego samolotu świata, Airbusa A380. Fabryka składa się z siedmiu budynków o dużej rozpiętości, o konstrukcji ramowej. Budynki zaprojektowano biorąc pod uwagę różne scenariusze pożarowe, włączając możliwość pożaru w samolocie, i scenariusze te wykazały zadowalający poziom bezpieczeństwa pożarowego.	
<b>Poziom dostępu*</b>	Umiejętności specjalistyczne	Do użytku ogólnego
<b>Identyfikator*</b>	Nazwa pliku	D:\ACCESS_STEEL_PL\SP\3\SP014a-PL-EU.doc
<b>Format</b>	Microsoft Word 9.0; 9 Pages; 1577kb;	
<b>Kategoria*</b>	Typ zasobu	Studia przypadków
	Punkt widzenia	Klient, Architekt. Inżynier
<b>Temat*</b>	Obszar stosowania	Budynki przemysłowe
<b>Daty</b>	Data utworzenia	17/06/2009
	Data ostatniej modyfikacji	03/02/2006
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
<b>Język(i)*</b>		Polski
<b>Kontakt</b>	Autor	Bin Zhao, CTICM
	Sprawdził	Haller Mike, PARE, Lawson M, SCI
	Zatwierdził	
	Redaktor	Brasseur M., PARE
	Ostatnia modyfikacja	
<b>Słowa kluczowe*</b>	Bezpieczeństwo pożarowe; Projektowanie architektoniczne; Projektowanie koncepcyjne	
<b>Zobacz też</b>	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	



<b>Obszar stosowania</b>	Przydatność krajowa	EU
<b>Instrukcje szczególne</b>		