

## Studium przypadku: Brama Miasta, Düsseldorf, Niemcy

*Użyto technik inżynierii pożarowej do optymalizacji zabezpieczenia przeciwpożarowego tego 19-to piętrowego budynku, składającego się z dwóch wież połączonych tak by utworzyć następane trzy kondygnacje. Budynek został wykonany nad tunelem i zaprojektowany tak by mógł być całkowicie przeszklony, co wymagało zaprojektowania pionowego układu kratownicowego by stworzyć sztywną "portalową" konstrukcję ramową.*



Brama Miejska Düsseldorf, wybudowana nad Rheinuferstrassentunnel  
(Copyright fotografię zamieszczono za zgodą: Petzinka, Pink und Partner)

### Spis treści

|  |   |
|--|---|
| 1. UZYSKANE EFEKTY                                 | 2 |
| 2. WSTĘP   | 2 |
| 3. KONSTRUKCJA                                     | 3 |
| 4. KONCEPCJA ZAPEWNIENIA BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO | 3 |
| 5. INFORMACJE OGÓLNE                               | 5 |
| 6. LITERATURA                                      | 5 |

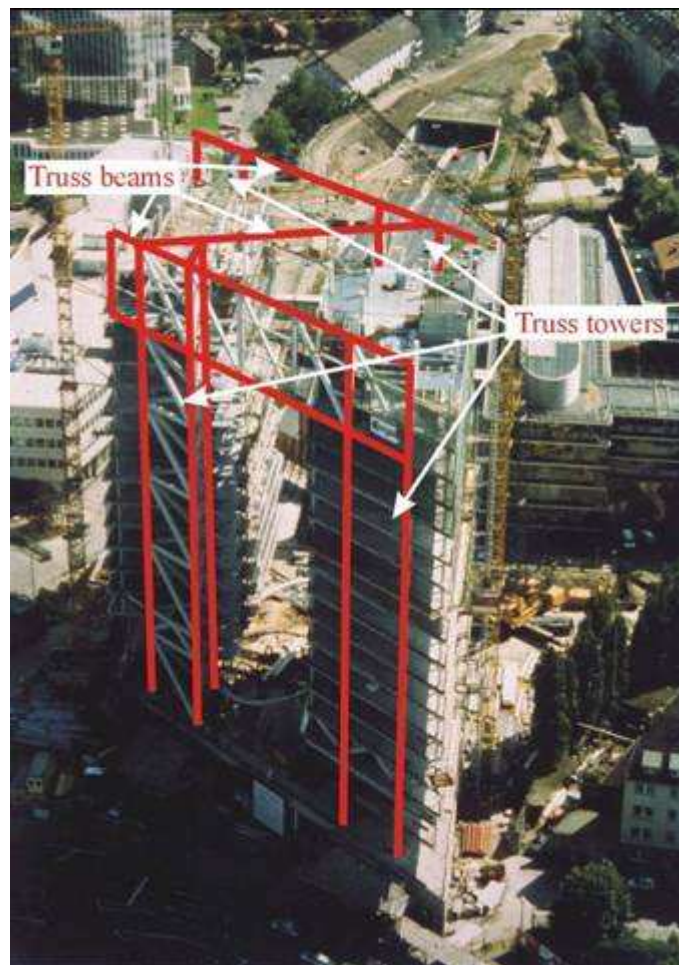
## 1. Uzyskane efekty

Ta w pełni przeszklona przezroczysta konstrukcja była warta odnotowania ze względu na następujące osiągnięcia:

- Budynek w formie dwóch połączonych wież nad tunelem autostrady Renu.
- Projekt zabezpieczenia przeciwpożarowego dający 90-cio minutową odporność pożarową.
- Rurowe słupy wypełnione betonem by uzyskać odporność ogniową i wytrzymałość na ściskanie.
- Stal bez dodatkowych zabezpieczeń w konstrukcji atrium i balkonów.
- W pełni przeszklona fasada wymagająca sztywnej konstrukcji wspierającej.

## 2. Wstęp

Wielopiętrowy budynek jest zlokalizowany na górze południowego wjazdu tunelu autostradowego biegnącego wzdłuż Renu i stanowi bramę do nowej miejskiej promenady. Równoległoboczna forma budynku została zdeterminowana przez kształt fundamentów na tunelu i przez główny kierunek obciążenia wiatrem. Kształt budynku w trakcie budowy przedstawiony jest na 0. Pokazano wieże kratowe i belki tworzące ramę portalową.



**Rys. 2.1 Ramy kratownicowe Bramy Miasta Düsseldorf**  
(Copyright fotografię zamieszczono za zgodą: August Heine Baugesellschaft / Prof. J Lange)

### 3. Konstrukcja

Budynek wielokondygnacyjny zbudowano ponad ścianami tunelu Rheinuferstrassentunnel. Dwie 16-to kondygnacyjne wieże zbudowano na konstrukcji pośredniej nad dwoma zewnętrznymi obudowami tunelu. Na wierzchołku budynku dwie wieże połączone są 3-kondygnacyjną przewiązką tak by stworzyć układ konstrukcyjny typu „rama portalowa” (patrz Rys. 2.1).

Żelbetowe płyty stropowe o grubości 150 mm i rozpiętościach od 2,5 m do 4,6 m przenoszą obciążenia pionowe na belki zespolone o rozpiętościach od 7,5 m do 7,6 m. Wybrany układ - ze zmiennymi kierunkami usytuowania belek, krótkimi wspornikami, niskimi belkami bez otworów i wyższymi belkami z otworami – pozwala na uzyskanie niewielkiej wysokości brutto kondygnacji, pomiędzy 2,5 m i 2,98 m. Stalowe rurowe słupy o średnicach 400 mm, 550 mm i 900 mm wypełnione są betonem. Mocno obciążone słupy zbrojone są kształtownikami walcowanymi wstawionymi wewnątrz rur.

Obciążenia poziome przenoszone są przez układ następujących elementów:

- Belki kratowe o wysokości 3 kondygnacji łączą wysokie na około 70 m kratowe wieże, tak więc rama stężona składa się z 3 ram kratownicowych. Konstrukcja ta o kształcie portalu zapewnia stateczność ogólną budynku.
- Dwie żelbetowe klatki schodowe o kształcie litery połączone są z ramami kratownicowymi, i współpracują przy przenoszeniu obciążeń poziomych..

Te klatki schodowe pełnią rolę schodów ewakuacyjnych. Kratowe belki w najwyższych trzech kondygnacjach przenoszą obciążenia ze środkowej części budynku oraz ścian zewnętrznych atrium na kratownice wież..

### 4. Koncepcja zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego

Koncepcja zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego została opracowana w celu utrzymania przezroczystości budynku. Postawiono wymaganie, by widok na zewnętrzną przezroczystą fasadę budynku nie był zaburzony przez masywne ściany. By podkreślić lekkość konstrukcji, przeprowadzono optymalizację aktywnego biernego zabezpieczenia przeciwpożarowego budynku.

Zraszacze są skoncentrowane w pobliżu ścian zewnętrznych i składają się z trzech systemów nadmiarowych. Drogi ewakuacyjne przy użyciu klatek schodowych są krótkie, opracowano odporny na awarie układ oddymiania. Z powyższych powodów udało się osiągnąć dla tego wielopiętrowego budynku kategorię odporności ogniowej R90, co daje redukcję o 30 minut.

Balkony prowadzące do wind nie są częścią dróg ewakuacyjnych, dlatego wykonano je bez użycia materiałów zabezpieczających przed pożarem. Z tego samego powodu poziom holu wejściowego oparty jest na stalowej konstrukcji nośnej bez zabezpieczenia przeciwpożarowego (patrz 0). Ponadto, 19-ta kondygnacja mieszcząca jedynie maszynownię również wykonana jest ze stalowej konstrukcji nośnej bez zabezpieczenia przeciwpożarowego.



**Rys. 4.1 Atrium z widokiem na poziom wejściowy hallu**

*(Copyright fotografię zamieszczono za zgodą ThyssenKrupp Stahl AG)*

Elementy rurowe słupów wypełnione są betonem w celu uzyskania 90-cio minutowej odporności ogniowej (patrz Rys. 4.1). Belki głównej konstrukcji nośnej są częściowo obetonowane. Małe belki (o wysokości pomiędzy 180 mm i 270 mm) są zabezpieczone dzięki użyciu tradycyjnych materiałów służących do zabezpieczania przed pożarem, takich jak pokrycie tynkiem albo skrzynkowe zabezpieczenie płytami gipsowymi.

Ramy kratownicowe przenoszą bardzo duże obciążenia pionowe, i z tego powodu pionowe rury o średnicy 900 mm są również wypełnione betonem. Rury poziome i rury skratowań kondygnacji wyższych niż trzecia zaprojektowano bez użycia materiałów chroniących przed pożarem.

Podstawą techniczną do wykonania analizy bezpieczeństwa pożarowego były postanowienia Eurokodu 1994-1-2.



**Figure 4.1** *Kratowa wieża wykonana z przekrojów rurowych*  
(Copyright fotografia za zgodą ThyssenKrupp Stahl AG)

## 5. Informacje ogólne

- Klient: Engel Projektentwicklung GmbH & Co KG für GbR Düsseldorfer Stadttor mbH
- Architekt: Overdiek, Petzinka und Partner (blueprint planning, approval planning)  
Petzinka, Pink und Partner (implementation planning, realisation)
- Projekt konstrukcji stalowej: Stahlbau Lavis GmbH
- Wykonawca: ARGE Düsseldorfer Stadttor ; Stahlbau Lavis GmbH ; A. Heine Baugesellschaft
- Konsultacja w sprawie bezpieczeństwa pożarowego: Prof. Dr.-Ing. W.Klingsch
- Czas budowy: 1995 – 1997
- Łączna wysokość: 72,55 m
- Rzut parteru: 51 x 68 m (równoległobok)
- Fundamentowanie: Fundamenty na ścianach tunelu Rheinuferstrassentunnel

## 6. Literatura

- Bauen mit Stahl 2000. Brandsicher bauen mit Stahl. In Bauen mit Stahl documentation 608
- Petzinka, Pink und Partner, 1997. Höher, weiter, leichter. In Baumeister vol. 12/97

## Protokół jakości

|   |   |                     |             |
|---|---|---------------------|-------------|
| <b>TYTUŁ ZASOBU</b>                                       | Studium przypadku: Brama Miasta, Düsseldorf, Niemcy |                     |             |
| <b>Odniesienie</b>  |   |                     |             |
| <b>DOKUMENT ORYGINALNY</b>                                |   |                     |             |
|   | <b>Imię i nazwisko</b>                              | <b>Instytucja</b>   | <b>Data</b> |
| <b>Stworzony przez</b>                                    | Prof Schaumann                                      | Uni Hanover         | 2003        |
| <b>Zawartość techniczna sprawdzona przez</b>              | Haller Mike   | PARE                | 08/11/05    |
| <b>Zawartość redakcyjna sprawdzona przez</b>              | Lawson Mark   | SCI                 | 25/11/05    |
| <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. Luxembourg</b>                                      | M Haller  | PARE                | 20/1/06     |
| <b>Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego</b> | G W Owens   | SCI                 | 20/5/06     |
| <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: Brama Miasta, Düsseldorf, Niemcy</b>  |  |
| <b>Seria</b>           |   |  |
| <b>Opis*</b>           | Użyto technik inżynierii pożarowej do optymalizacji zabezpieczenia przeciwpożarowego tego 19-to piętrowego budynku, składającego się z dwóch wież połączonych tak by utworzyć następne trzy kondygnacje. Budynek został wykonany nad tunelem i zaprojektowany tak by mógł być całkowicie przeszklony, co wymagało zaprojektowania pionowego układu kratownicowego by stworzyć sztywną "portalową" konstrukcję ramową. |  |
| <b>Poziom dostępu*</b> | Umiejętności specjalistyczne  | Do użytku ogólnego                       |
| <b>Identyfikator*</b>  | Nazwa pliku   | D:\ACCESS_STEEL_PL\SP\3\SP013a-PL-EU.doc |
| <b>Format</b>          | Microsoft Word 9.0; 8 Pages; 240kb;   |  |
| <b>Kategoria*</b>      | Typ zasobu  | Studia przypadków                        |
|                        | Punkt widzenia  | Klient, Architekt. Inżynier              |
| <b>Temat*</b>          | Obszar stosowania   | Budynek wielokondygnacyjny               |
| <b>Daty</b>            | Data utworzenia   | 29/04/2009                               |
|                        | Data ostatniej modyfikacji  | 20/01/2006                               |
|                        | Data sprawdzenia  |  |
|                        | Ważny od  |  |
|                        | Ważny do  |  |
| <b>Język(i)*</b>       | Polski  |  |
| <b>Kontakt</b>         | Autor   | Prof Schaumann, Uni Hanover              |
|                        | Sprawdził   | Haller Mike, PARE, Mark Lawson, SCI      |
|                        | Zatwierdził   |  |
|                        | Redaktor  |  |
|                        | Ostatnia modyfikacja  |  |
| <b>Słowa kluczowe*</b> | Bezpieczeństwo pożarowe; Budynki wielokondygnacyjne; Biura; 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> |                     |    |