



Konferencja Użytkowników Komputerów Dużej Mocy 2013

Politechnika Krakowska

Instytut Mechaniki Budowli

Joanna Dulińska i Maria Fabijańska-Kopacz

**Dynamiczna analiza numeryczna
czteroprzęsłowego mostu sprężonego
na naturalny wstrząs sejsmiczny w Polsce
z zastosowaniem metod THA i RSA**

1 marca 2013

Cel pracy:

Wstęp

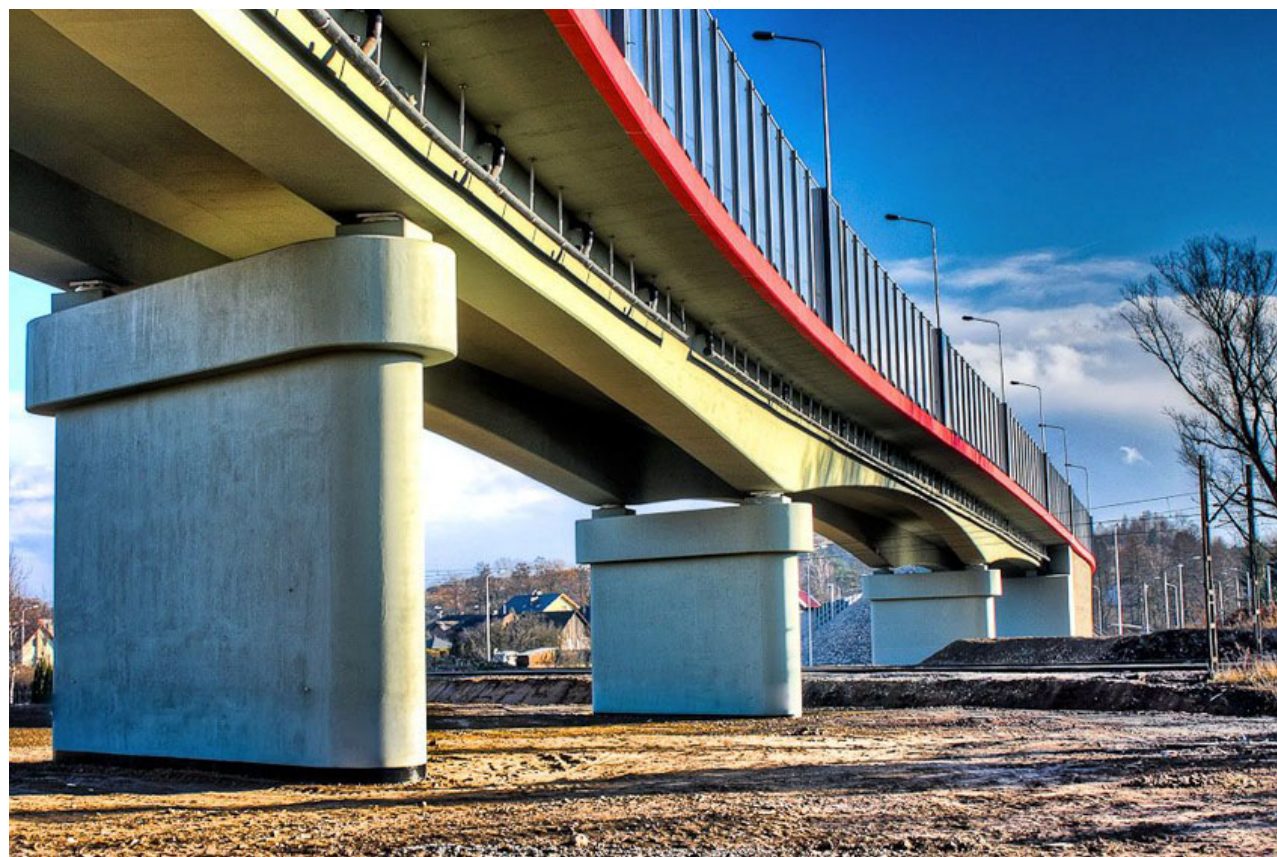
Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcz
a

Wnioski

Analiza porównawcza odpowiedzi dynamicznej obiektu na wstrząs sejsmiczny z zastosowaniem metody bezpośredniego całkowania równań ruchu i metody spektrum odpowiedzi z zastosowaniem krzywej spektralnej wg Eurokodu 8.



Wstrząs sejsmiczny z okolic Jarocina – 6 stycznia 2012

Przebiegi czasowe drgań gruntu w kierunku NS

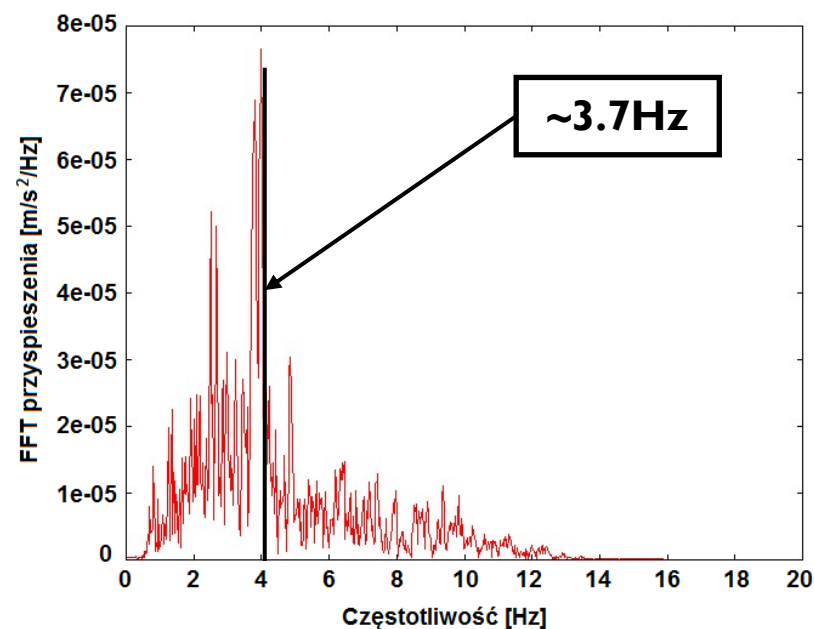
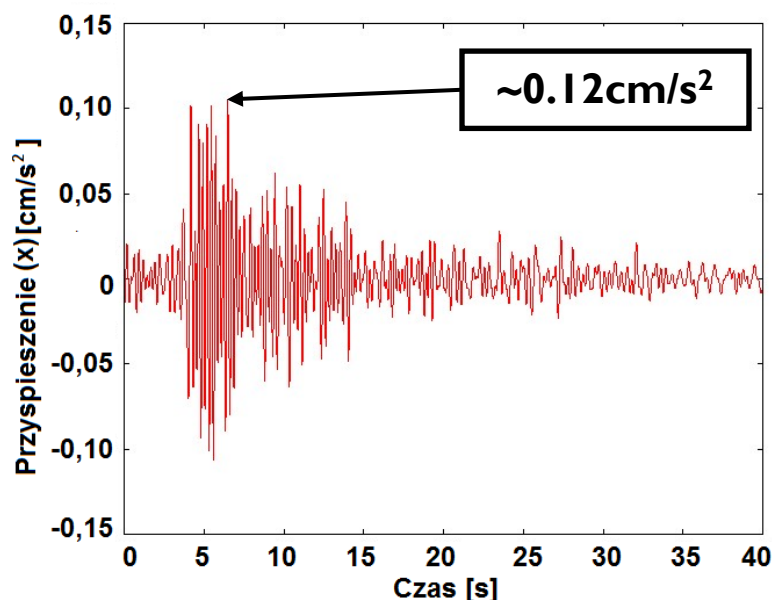
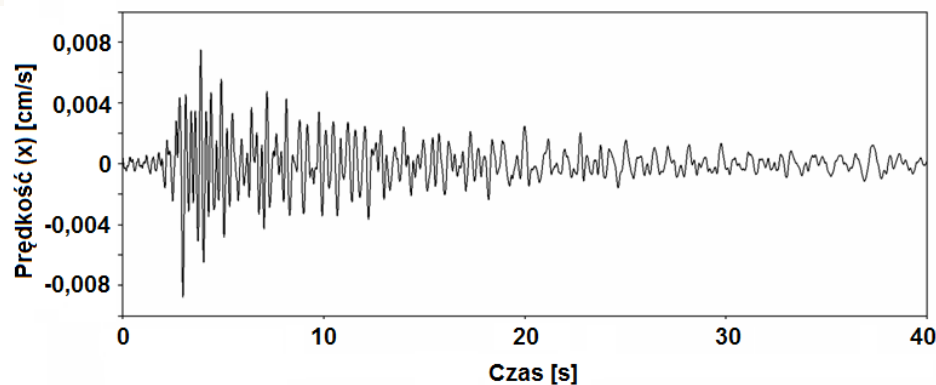
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski



przebieg czasowy

struktura
amplitudowo-częstotliwościowa
przebiegu

Wstrząs o magnitudzie 3,8 w skali Richtera

Wstrząs sejsmiczny z okolic Jarocina – 6 stycznia 2012

Przebiegi czasowe drgań gruntu w kierunku WE

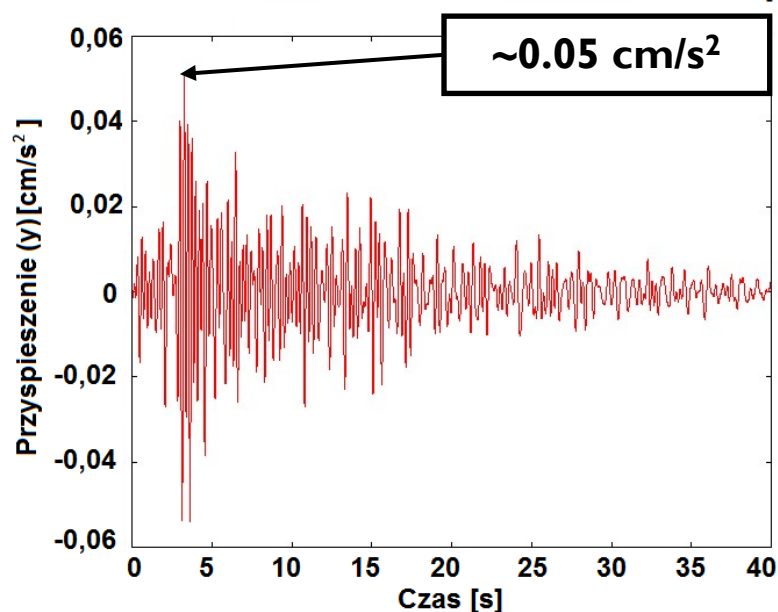
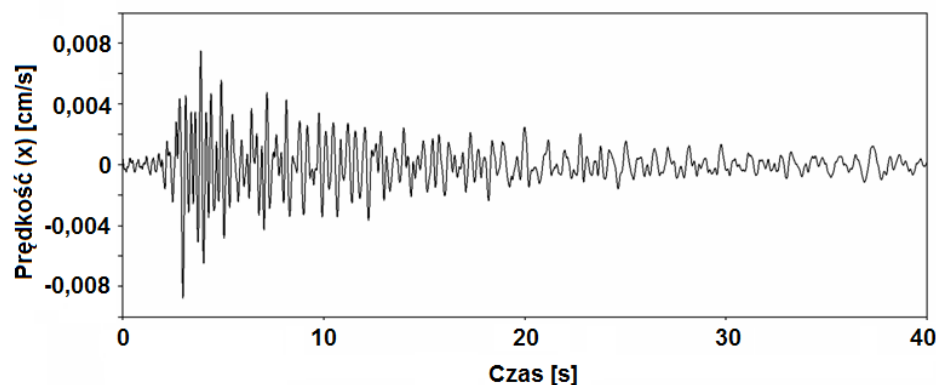
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

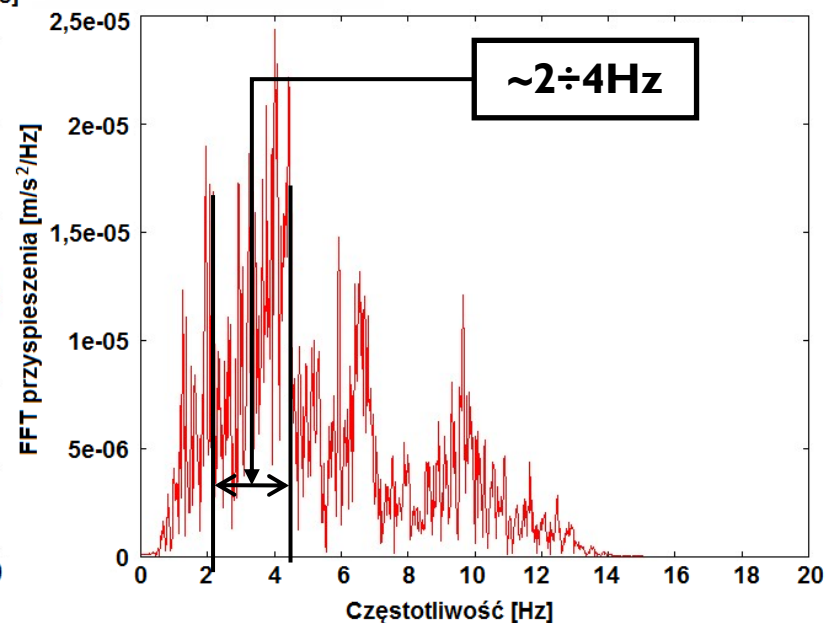
Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski



przebieg czasowy



struktura
amplitudowo-częstotliwościowa
przebiegu

Wstrząs sejsmiczny z okolic Jarocina – 6 stycznia 2012

Przebiegi czasowe drgań gruntu w kierunku pionowym

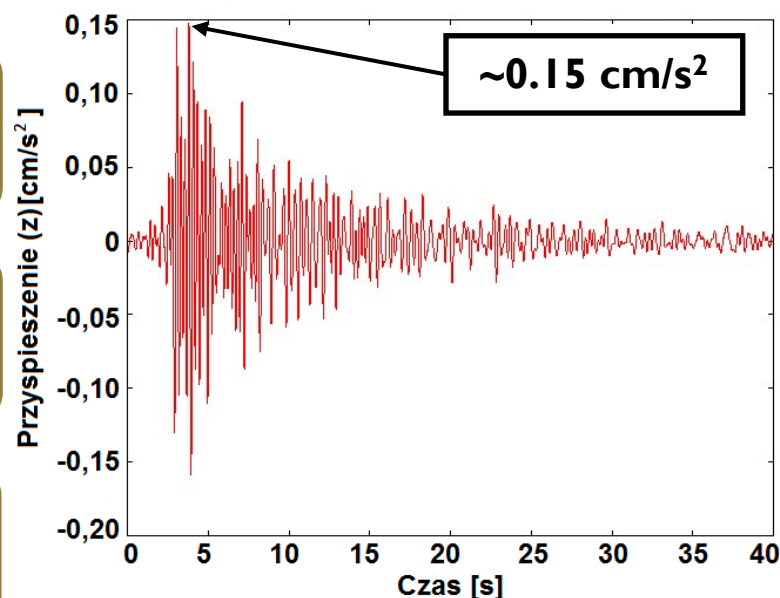
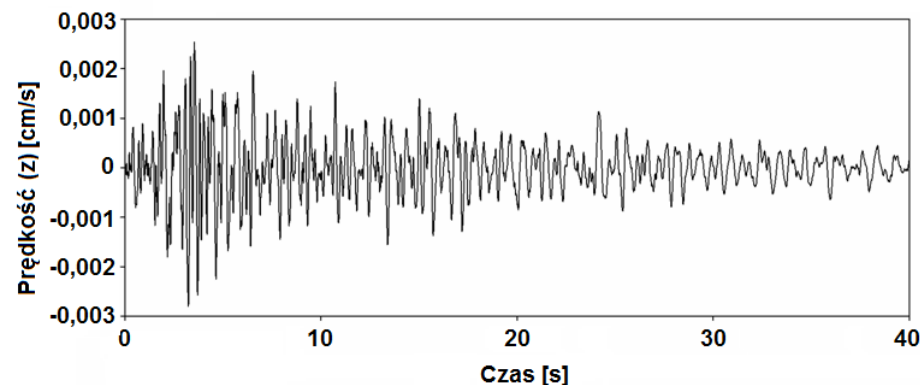
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

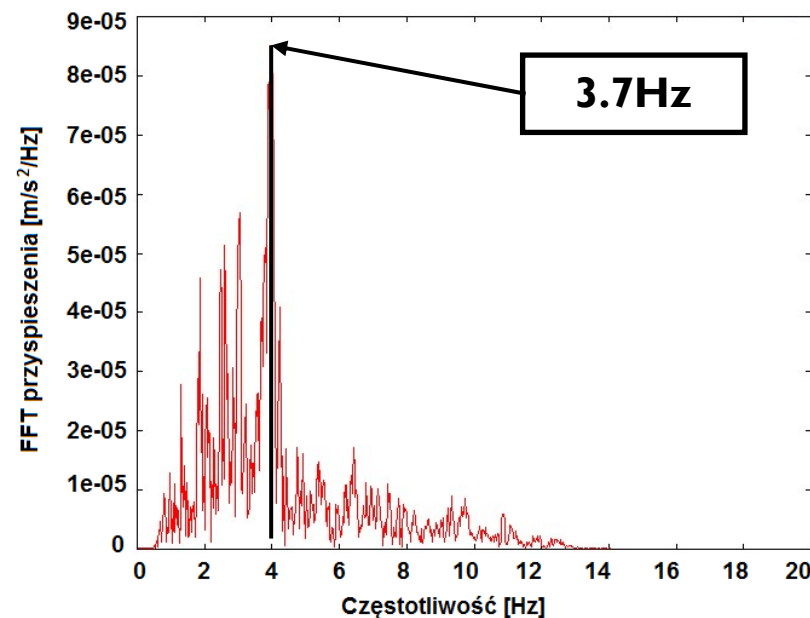
Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski



przebieg czasowy



struktura
amplitudowo-częstotliwościowa
przebiegu

Wstrząs sejsmiczny z okolic Jarocina – 6 stycznia 2012

Przyspieszeniowe spektrum odpowiedzi EUROKOD 8

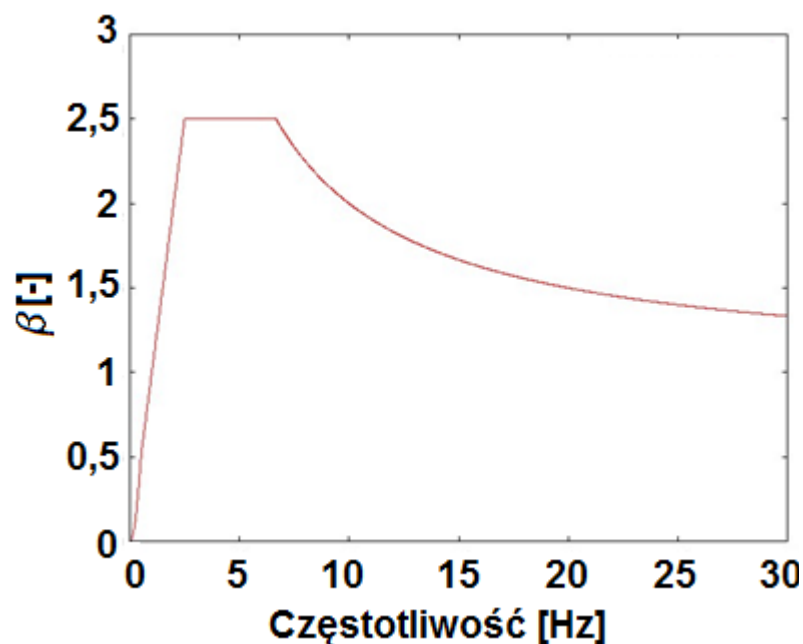
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

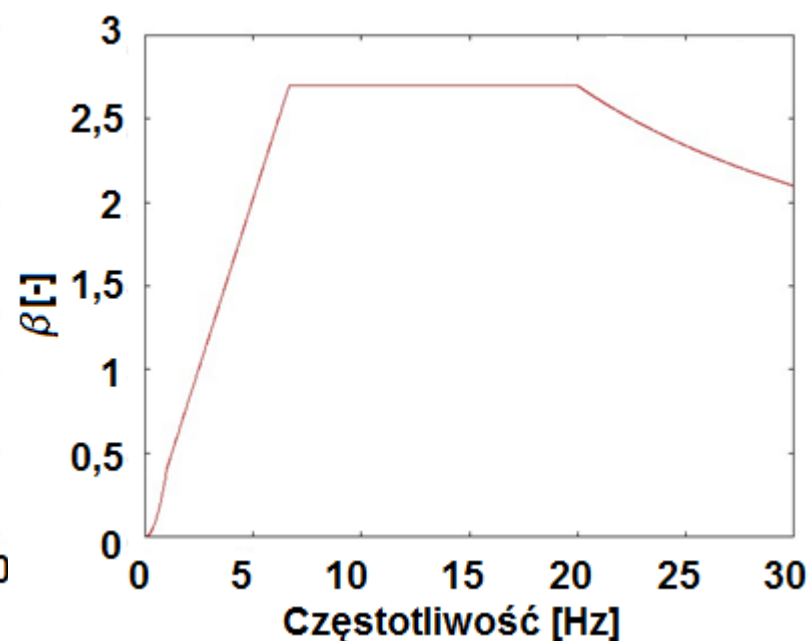
Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski



Znormalizowane przyspieszeniowe
spektrum odpowiedzi wg
EUROKODU 8 w kierunku poziomym
wzdłuż propagacji fali



Znormalizowane przyspieszeniowe
spektrum odpowiedzi wg
EUROKODU 8 w kierunku pionowym

Geometria i rozwiązania konstrukcyjne mostu

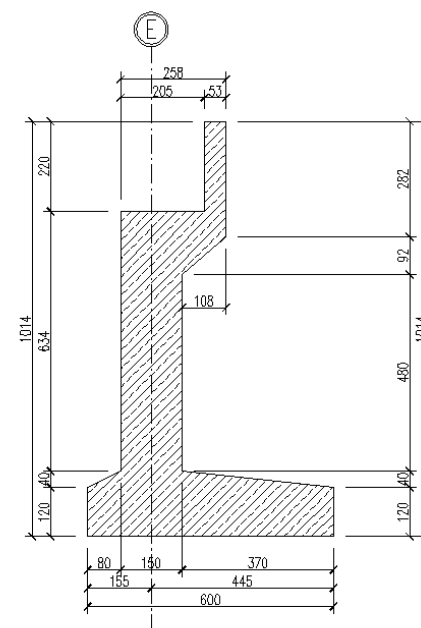
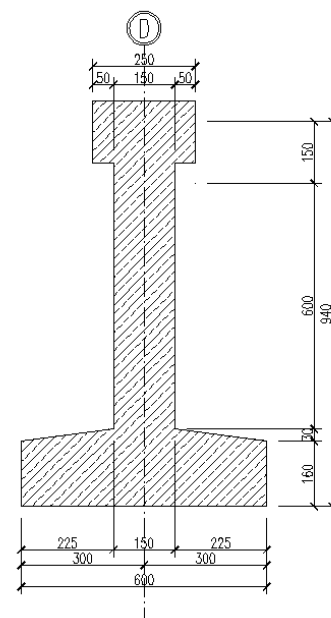
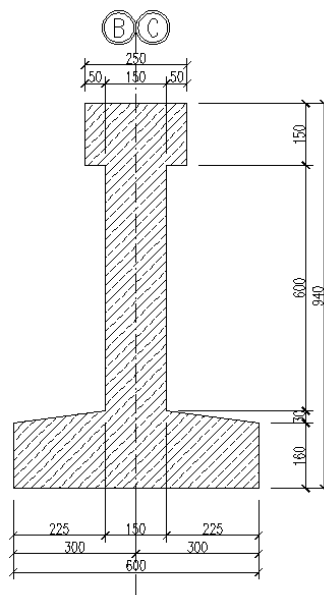
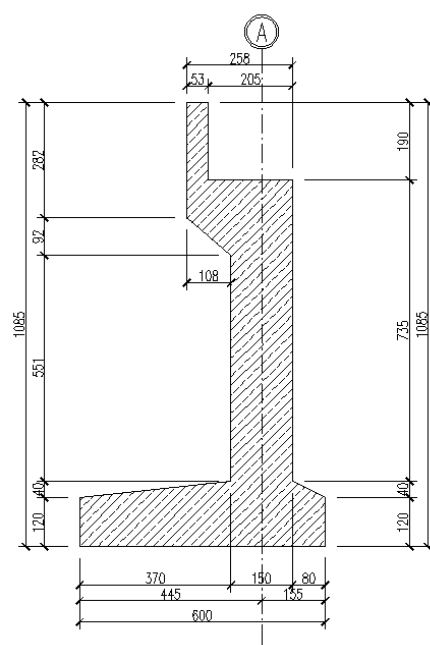
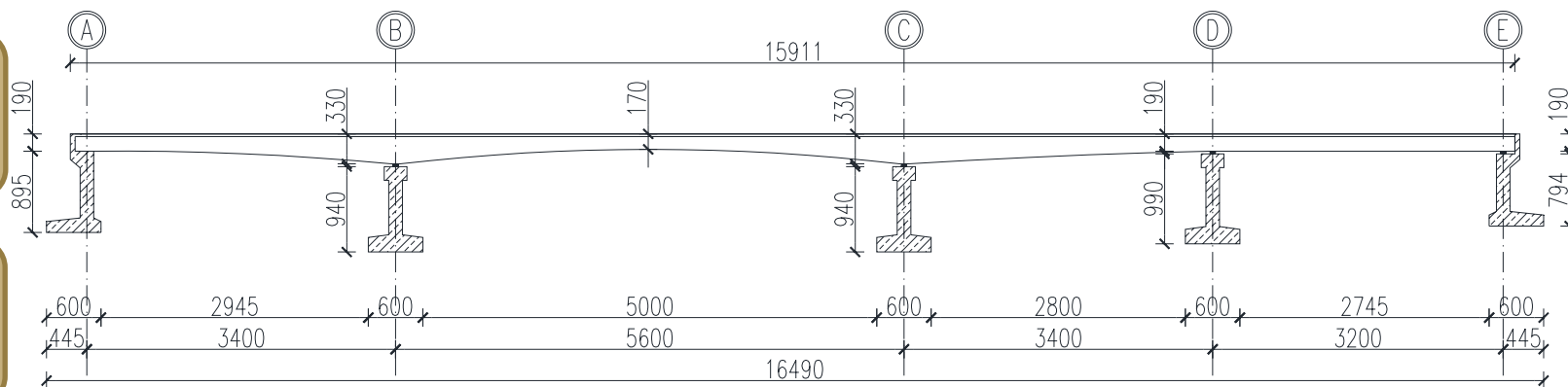
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski



Geometria i rozwiązania konstrukcyjne mostu

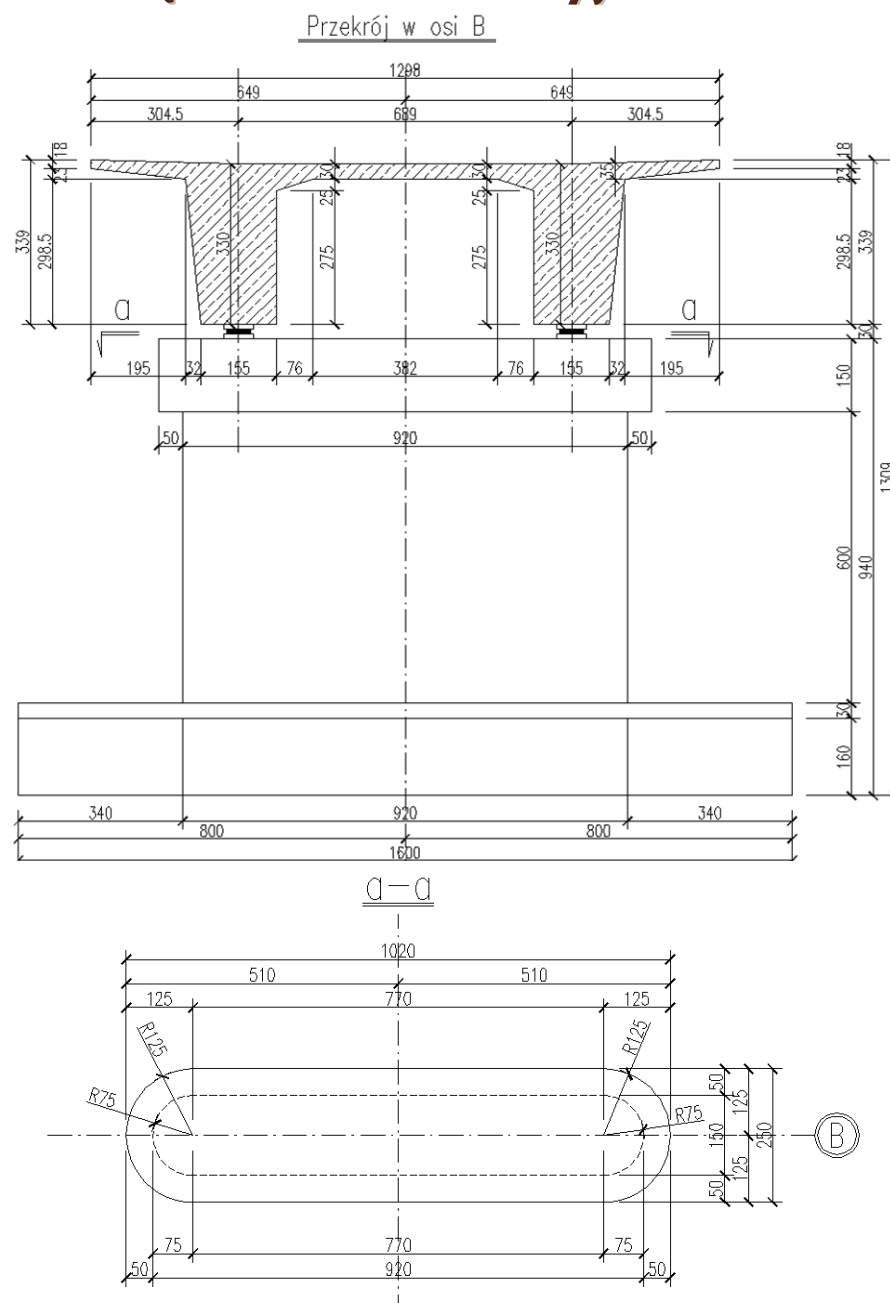
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski




```
graph TD; A[Wstęp] --> B[Dane o wstrząsie sejsmicznym]; B --> C[Model numeryczny mostu]; C --> D[Analiza porównawcza]; D --> E[Wnioski];
```

The diagram illustrates the structure of the thesis, consisting of five chapters arranged vertically. The chapters are: Wstęp, Dane o wstrząsie sejsmicznym, Model numeryczny mostu, Analiza porównawcza, and Wnioski. The chapter 'Model numeryczny mostu' is highlighted in a darker brown color, while the others are in a lighter brown color. Arrows indicate the sequential flow from one chapter to the next.

Technical drawing of a symmetrical mechanical part, likely a bracket or support, showing dimensions in millimeters (mm). The drawing includes a top view and a side view.

Top View Dimensions:

- Overall width: 1298 mm
- Distance from left edge to first vertical centerline: 304.5 mm
- Distance between first and second vertical centerlines: 689 mm
- Distance from second vertical centerline to right edge: 304.5 mm
- Distance from left edge to first horizontal centerline: 195 mm
- Distance from first horizontal centerline to first vertical centerline: 32 mm
- Distance from first vertical centerline to second horizontal centerline: 155 mm
- Distance from second horizontal centerline to second vertical centerline: 76 mm
- Distance from second vertical centerline to third horizontal centerline: 344.5 mm
- Distance from third horizontal centerline to third vertical centerline: 382 mm
- Distance from third vertical centerline to fourth horizontal centerline: 344.5 mm
- Distance from fourth horizontal centerline to fourth vertical centerline: 76 mm
- Distance from fourth vertical centerline to fifth horizontal centerline: 155 mm
- Distance from fifth horizontal centerline to right edge: 32 mm
- Distance from right edge to fifth vertical centerline: 195 mm

Side View Dimensions:

- Overall height: 179 mm
- Distance from top edge to first horizontal centerline: 138.5 mm
- Distance from first horizontal centerline to second horizontal centerline: 23 mm
- Distance from second horizontal centerline to third horizontal centerline: 18 mm
- Distance from third horizontal centerline to fourth horizontal centerline: 170 mm
- Distance from fourth horizontal centerline to fifth horizontal centerline: 30 mm
- Distance from fifth horizontal centerline to sixth horizontal centerline: 115.25 mm
- Distance from sixth horizontal centerline to seventh horizontal centerline: 30 mm
- Distance from seventh horizontal centerline to eighth horizontal centerline: 115.25 mm
- Distance from eighth horizontal centerline to ninth horizontal centerline: 30 mm
- Distance from ninth horizontal centerline to tenth horizontal centerline: 170 mm
- Distance from tenth horizontal centerline to eleventh horizontal centerline: 35 mm
- Distance from eleventh horizontal centerline to twelfth horizontal centerline: 138.5 mm
- Distance from twelfth horizontal centerline to bottom edge: 179 mm

[illegible]

Siatkowanie i zastosowane elementy

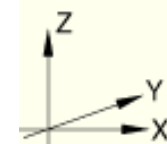
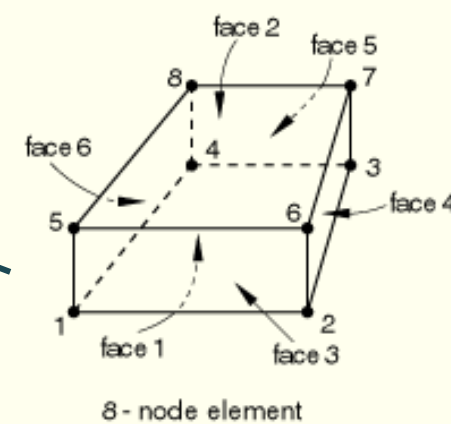
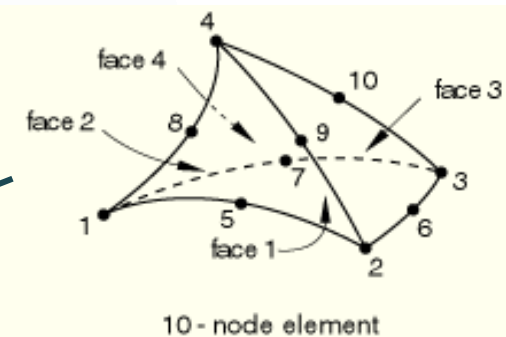
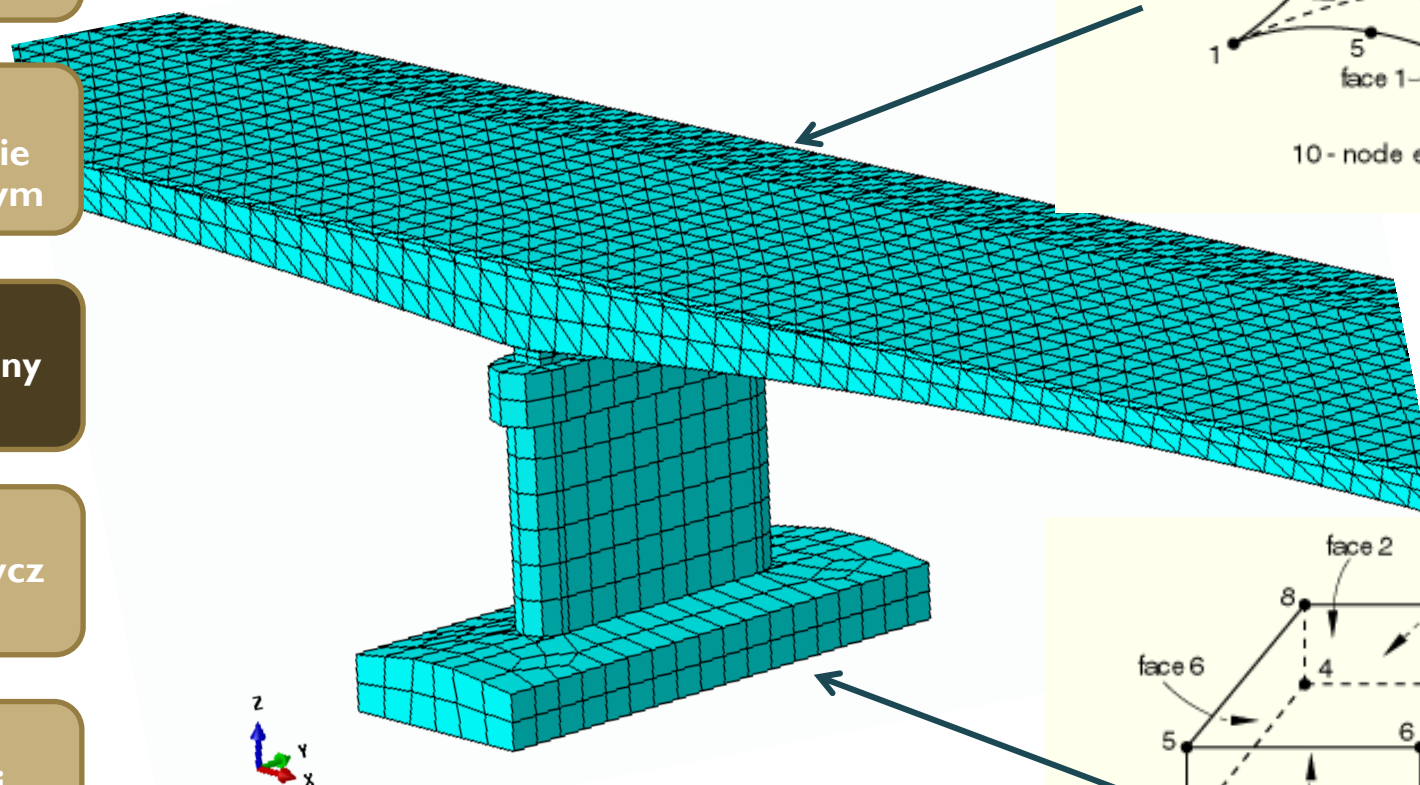
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski



Właściwości fizyczne i mechaniczne elementów konstrukcyjnych

Wstęp

Współczynniki C_{01} oraz C_{10} pozostają z siecznym modułem sprężystości w następującej zależności:

$$E \approx 6 \times (C_{01} + C_{10})$$

Dane o wstrząsie sejsmicznym

W dalszej analizie dynamicznej do opisu elastomeru przyjęto model materiału Mooney'a - Rivlin'a ze współczynnikami:

Model numeryczny mostu

$$C_{01} = 0,177 \text{ MPa}$$

$$C_{10} = 0,292 \text{ MPa}$$

$$D_1 = 4.29 \text{e-14 MPa}^{-1}$$

Analiza porównawcza

Wnioski

Dane materiałowe elastomeru:

$$\rho = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 2,814 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,49$$

Dane fizyko-mechaniczne pozostałych elementów:

$$E_p = 0.32 \cdot 108 \text{ kN/m}^2 - \text{pomost}$$

$$E_b = 0.44 \cdot 108 \text{ kN/m}^2 - \text{belki}$$

$$E_s = 0.32 \cdot 108 \text{ kN/m}^2 - \text{słupy}$$

$$\nu = 0.167$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

Punkty wybrane do analizy w reprezentatywnych przekrojach

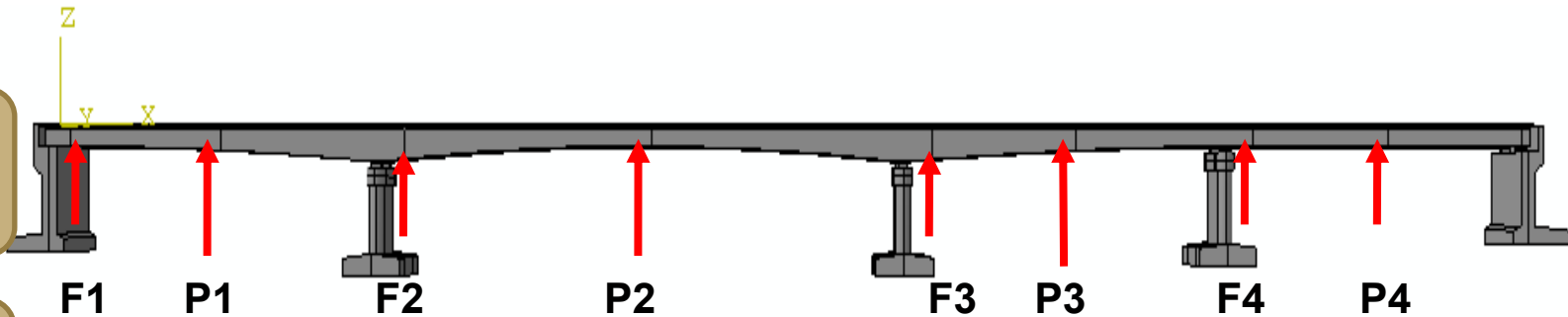
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

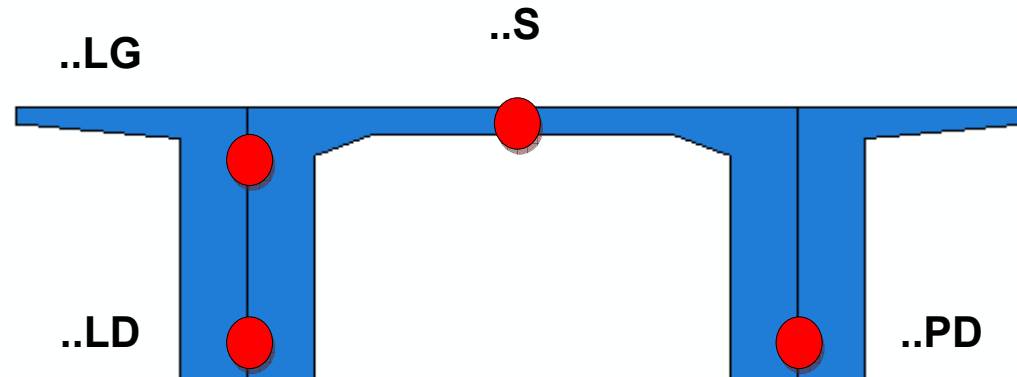
Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski



Punkty wybrane w każdym przekroju



np.: P1LD (punkt lewy dolny prześle 1)

Analiza porównawcza - THA vs. RSA

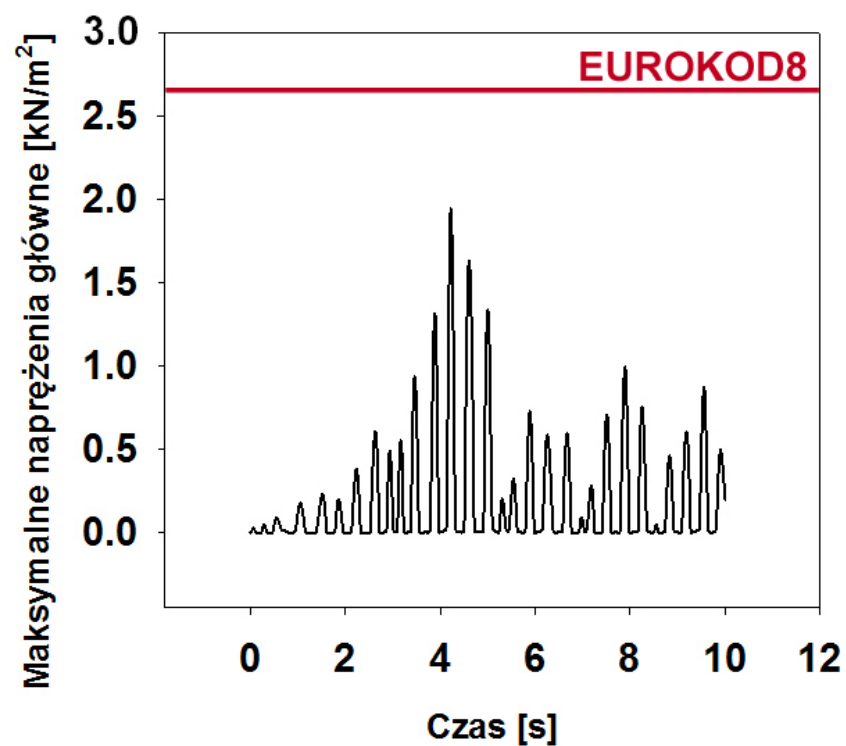
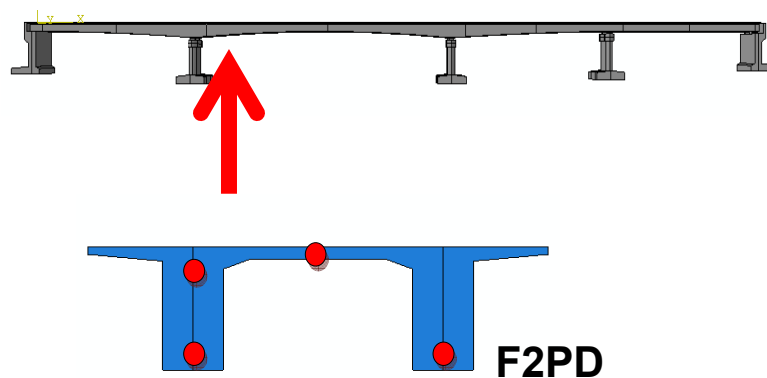
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcz
a

Wnioski



Analiza porównawcza - THA vs. RSA

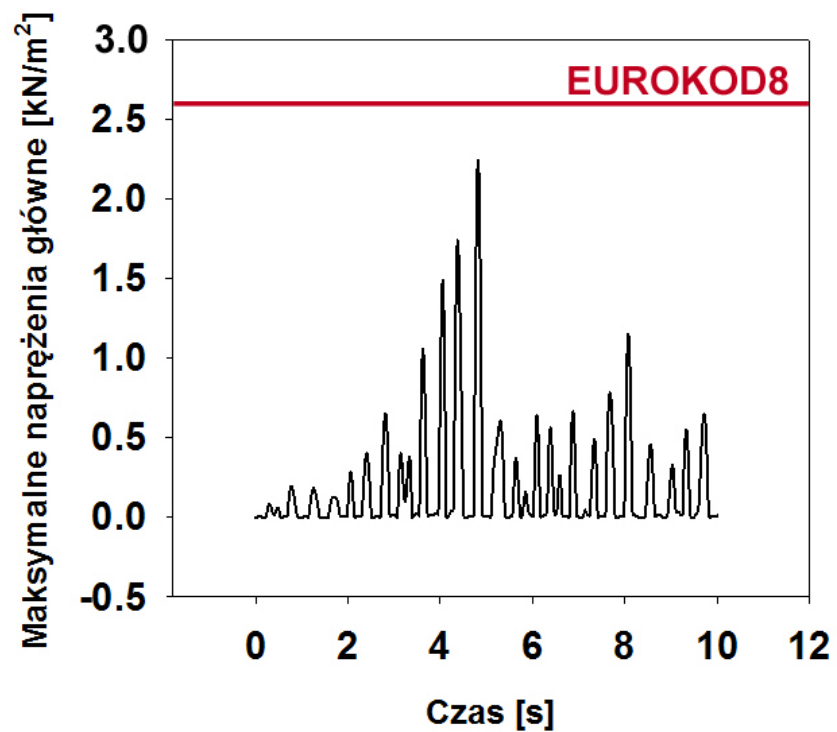
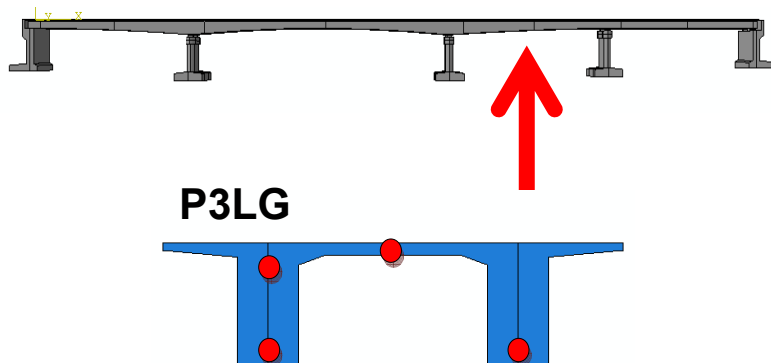
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcz
a

Wnioski



Analiza porównawcza - THA vs. RSA

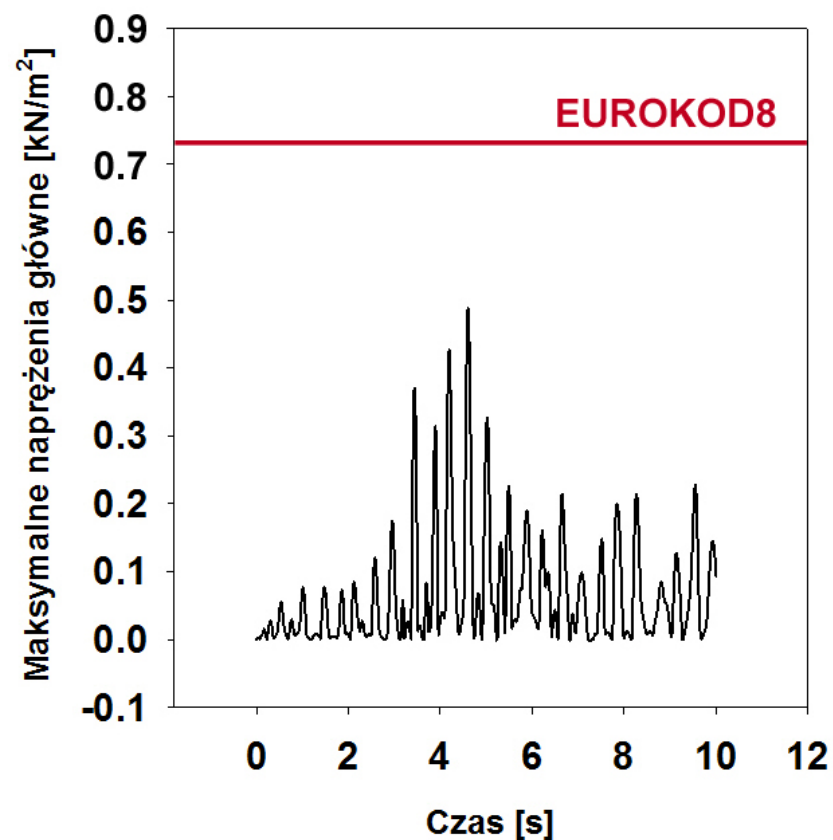
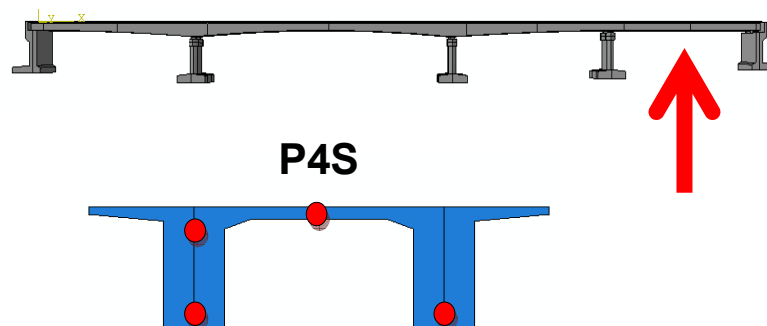
Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcz
a

Wnioski



Analiza porównawcza - THA vs. RSA

Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcz
a

Wnioski

Nr elementu	Maksymalne naprężenia główne [kPa]		Różnica [%]
	Metoda historii obciążenia	Metoda spektrum odpowiedzi (EUROKOD 8)	
PI_LD	693.1	887.1	27
PI_PD	789.6	973.8	23
F2_LD	774.1	982.5	27
F2_PD	583.2	816.0	40
P3_LG	672.3	780.3	18
P3_S	374.1	587.1	59
F4_LG	273.9	404.1	47
P4_LD	254.1	405.0	61

Wnioski

Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcz
a

Wnioski

❖ Na podstawie analizy porównawczej wyników uzyskanych metodą bezpośredniego całkowania równań ruchu (THA) oraz wyników otrzymanych przy pomocy metody spektrum odpowiedzi w oparciu o EUROKOD 8 (RSA) można uznać, że metoda spektrum odpowiedzi zawsze szacuje od góry wyniki odpowiedzi dynamicznej mostu.

❖ Wyniki te wskazują, że metoda uproszczona RSA prowadzi do „bezpiecznej” oceny dynamicznej mostu na wstrząsy sejsmiczne.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!

Wstęp

Dane
o wstrząsie
sejsmicznym

Model
numeryczny
mostu

Analiza
porównawcza

Wnioski

