



II Lubelska Konferencja Techniki Drogowej

Podbudowy – wzmocnienia gruntu - drogi betonowe

Lublin, 28-29 listopada 2018 r.

Możliwości oceny stanu konstrukcji betonowych i zespolonych na podstawie badań dynamicznych obiektów mostowych

mgr inż. Michał Jukowski, mgr inż. Marcin Dębiński, Dr hab. inż. Janusz Bohatkiewicz

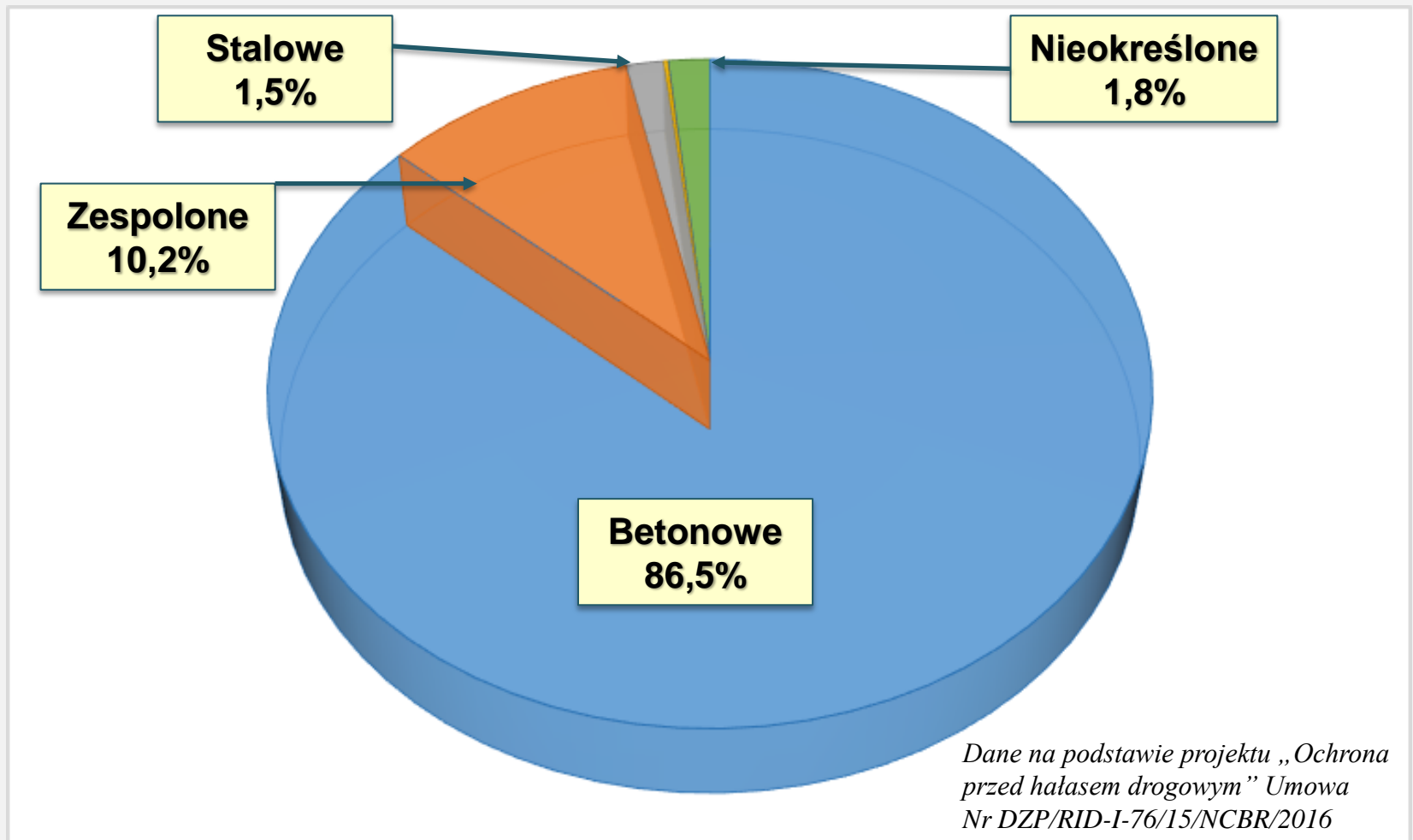
Katedra Dróg i Mostów
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska

Plan prezentacji

- Obiekty inżynierskie w liczbach.
- Celowość wykonywania złożonych badań istniejących mostów.
- Badania mostów - teoria a praktyka ?
- ***Badania „in situ”.***
- Weryfikacja modelu MES na przykładzie mostu zespolonego.
- Analiza wyników.
- Wnioski.

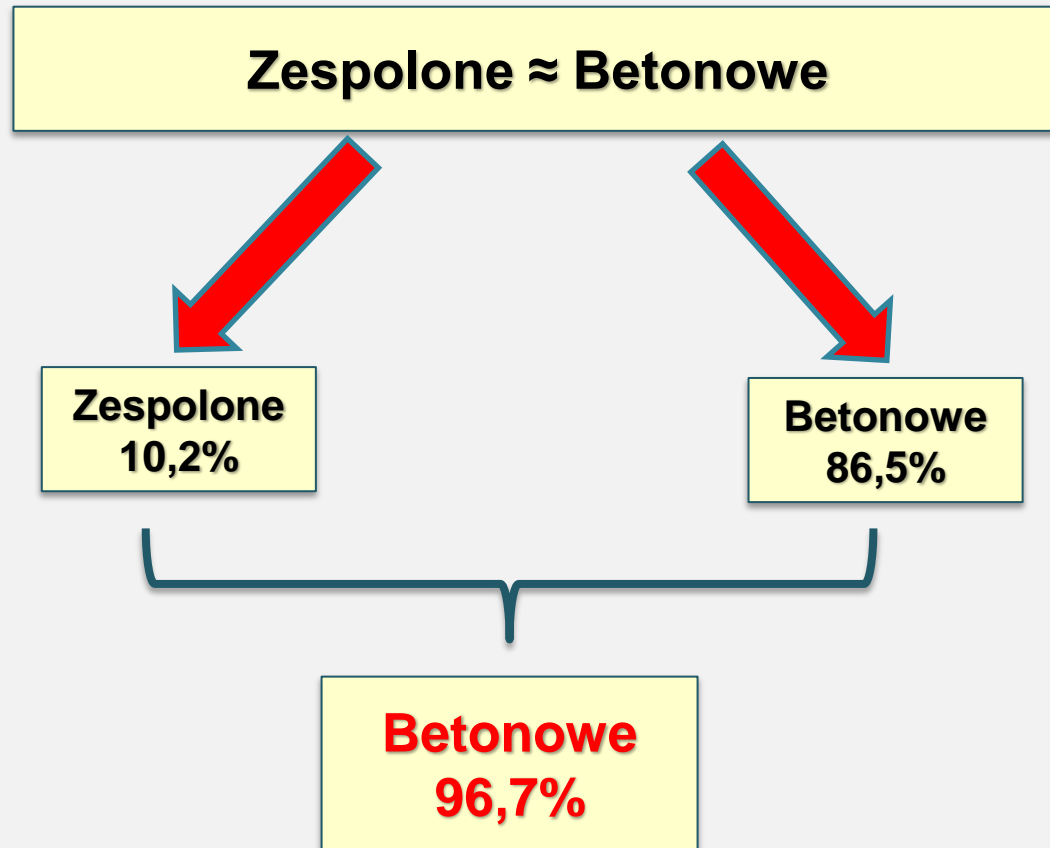
Obiekty inżynierskie w liczbach

6706 analizowanych konstrukcji



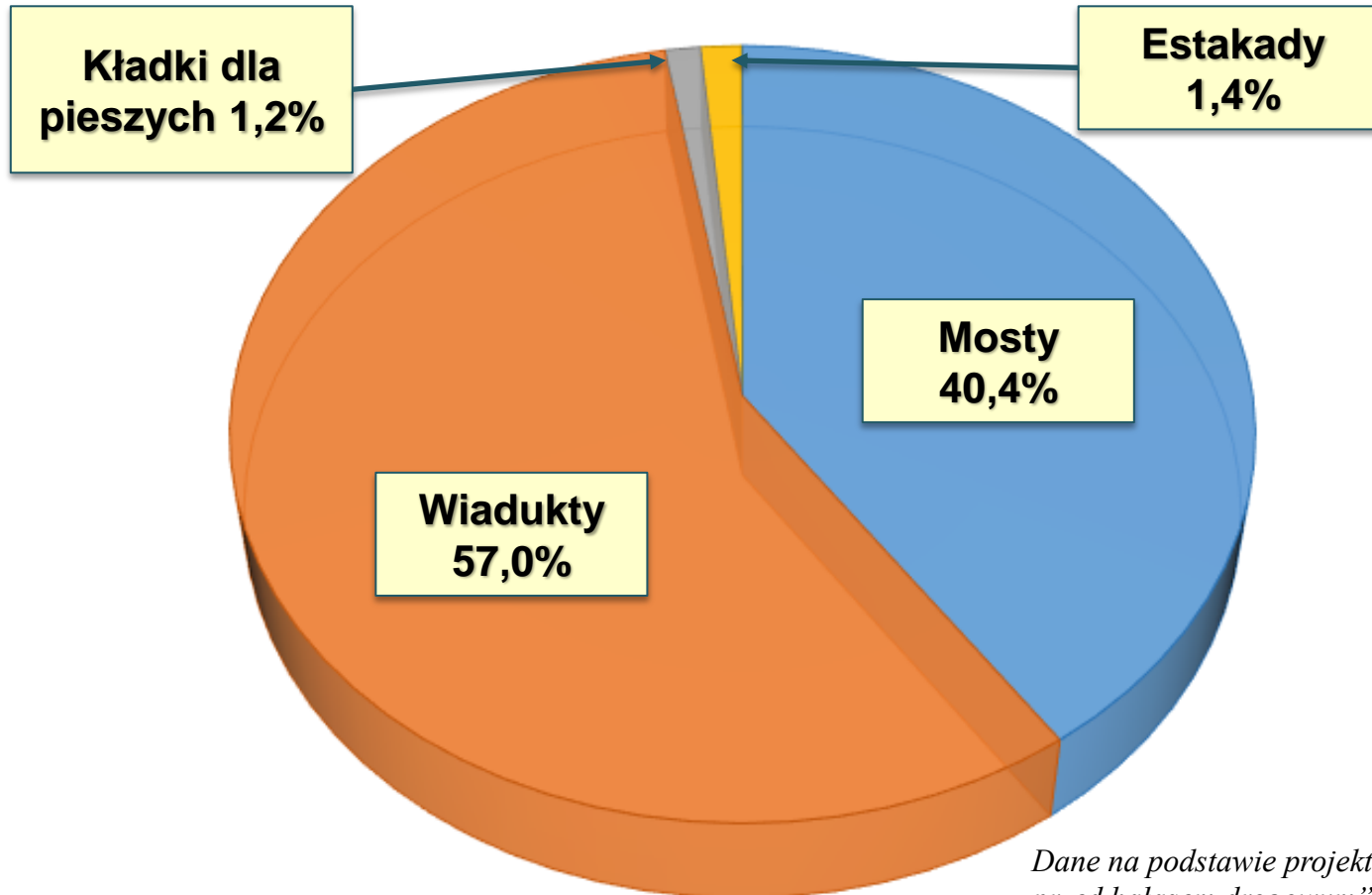
Obiekty inżynierskie w liczbach

6706 analizowanych konstrukcji



Obiekty inżynierskie w liczbach

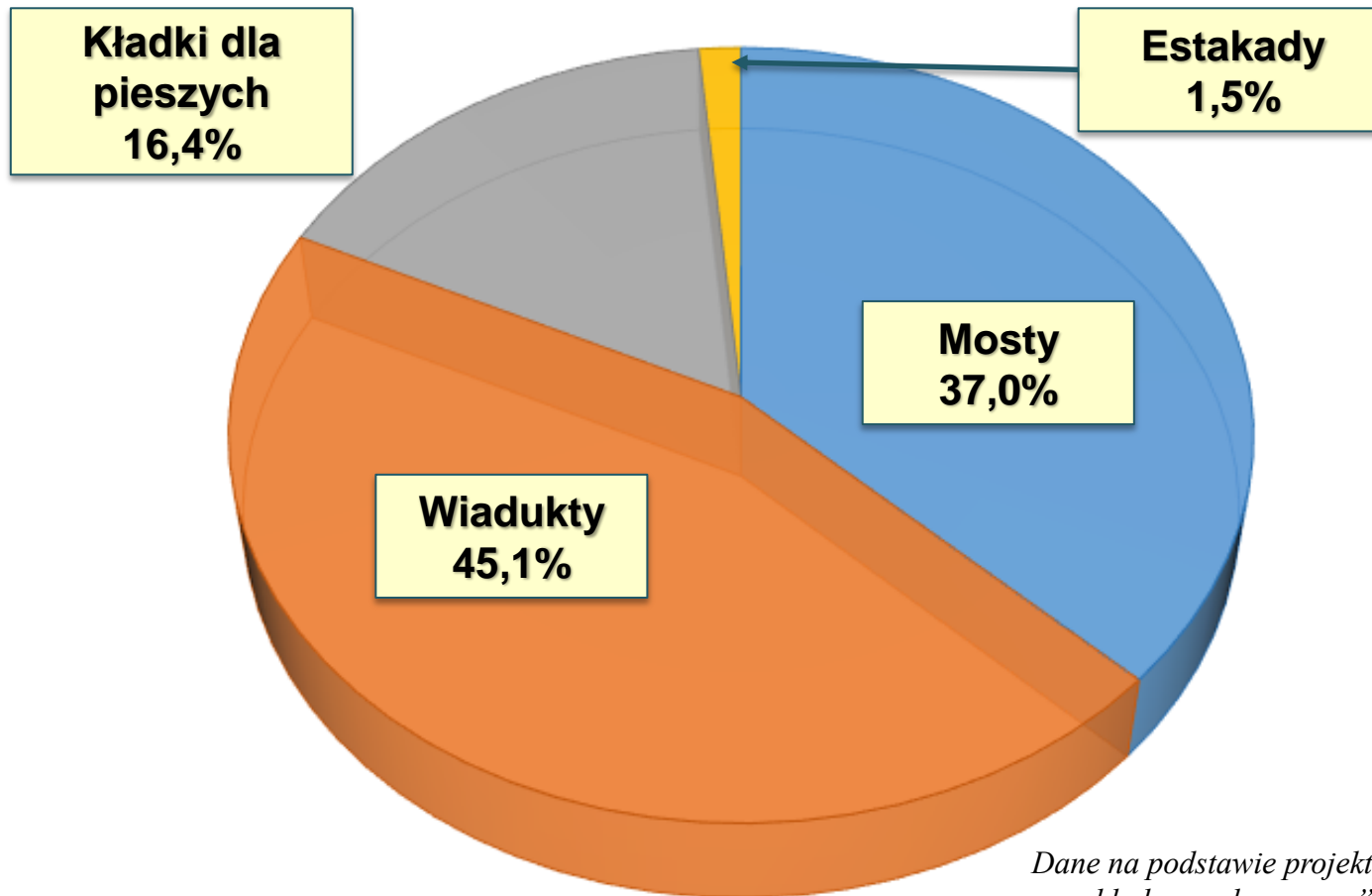
Obiekty Betonowe



Dane na podstawie projektu „Ochrona przed hałasem drogowym” Umowa Nr DZP/RID-I-76/15/NCBR/2016

Obiekty inżynierskie w liczbach

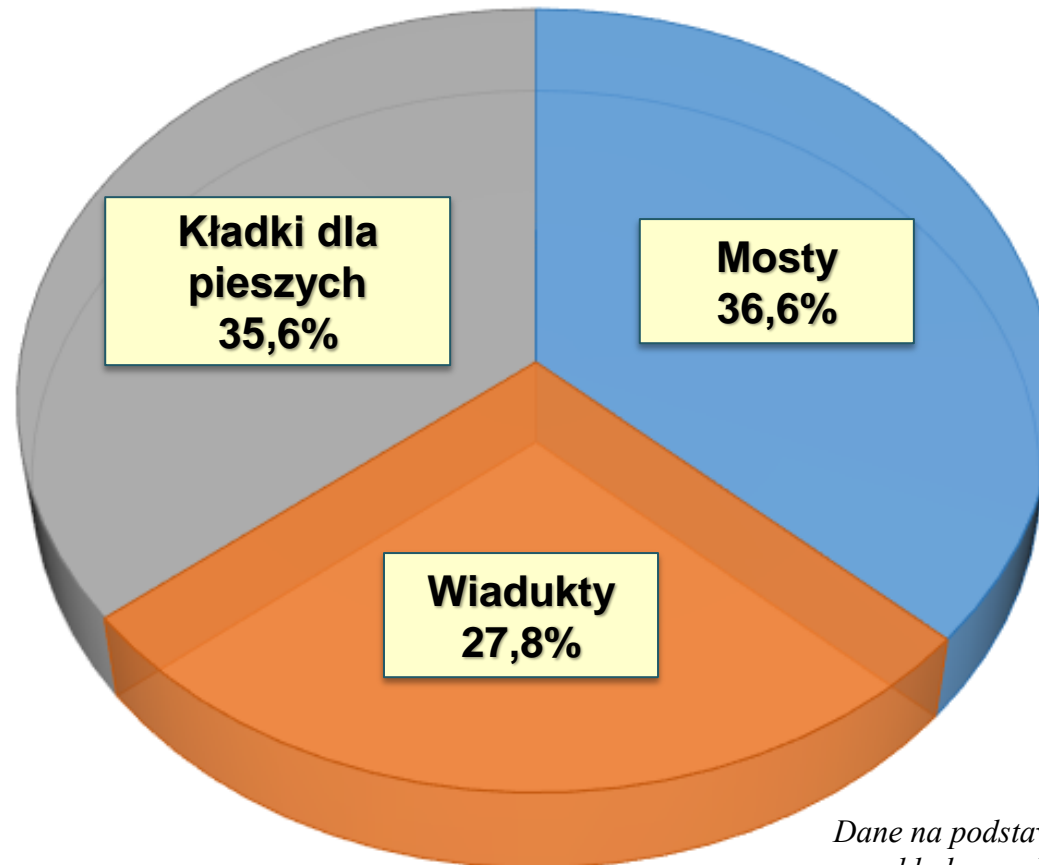
Obiekty Zespalone



Dane na podstawie projektu „Ochrona przed hałasem drogowym” Umowa Nr DZP/RID-I-76/15/NCBR/2016

Obiekty inżynierskie w liczbach

Obiekty Stalowe



Dane na podstawie projektu „Ochrona przed hałasem drogowym” Umowa Nr DZP/RID-I-76/15/NCBR/2016

Obiekty inżynierskie w liczbach

WIADUKTY

+

MOSTY

DUŻE NATEŻENIE RUCHU

***JAK BEZPIECZNIE, ALE JEDNOCZEŚNIE
NIE BLOKUJĄC RUCHU WYKONAĆ
BADANIA NA TAKIM OBIEKCIE ???***

Celowość wykonywania złożonych badań istniejących mostów

- ✓ Weryfikacja istniejących obiektów mostowych pod kątem możliwości wykorzystania ich jako konstrukcji przystosowanych do zmieniających się wymogów dot. norm obciążeniowych.
- ✓ Kontrola prawidłowej pracy konstrukcji.
- ✓ Weryfikacja konstrukcji od zdarzeń ekstremalnych.

Badania mostów - teoria a praktyka ?

TEORIA

- Analiza Statyczna
- Analiza Modalna
- Analiza Dynamiczna

BADANIA

- Analiza Statyczna
- Analiza Dynamiczna



Badania mostów - teoria a praktyka ?



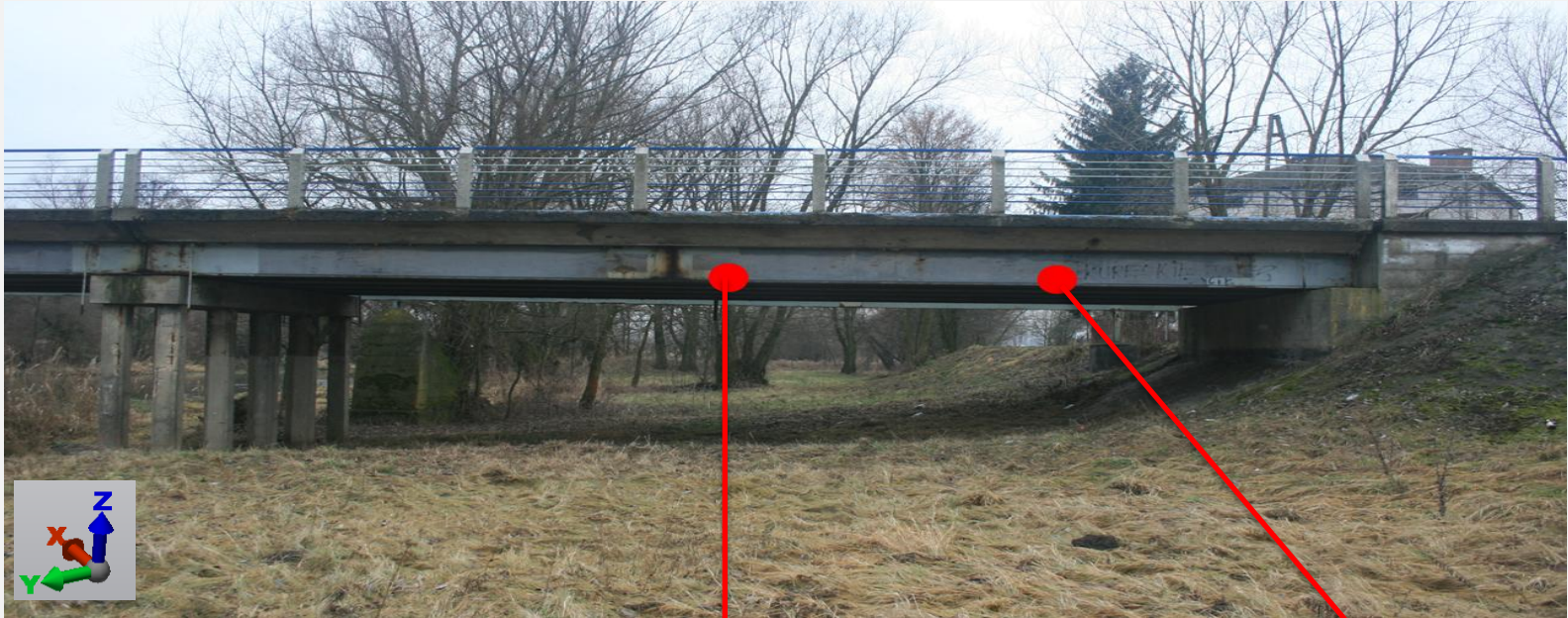
Dylatacja Bitumiczna



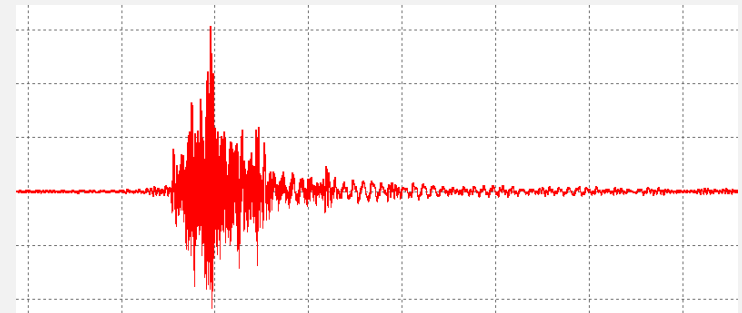
Badania „in situ”



Badania „in situ”

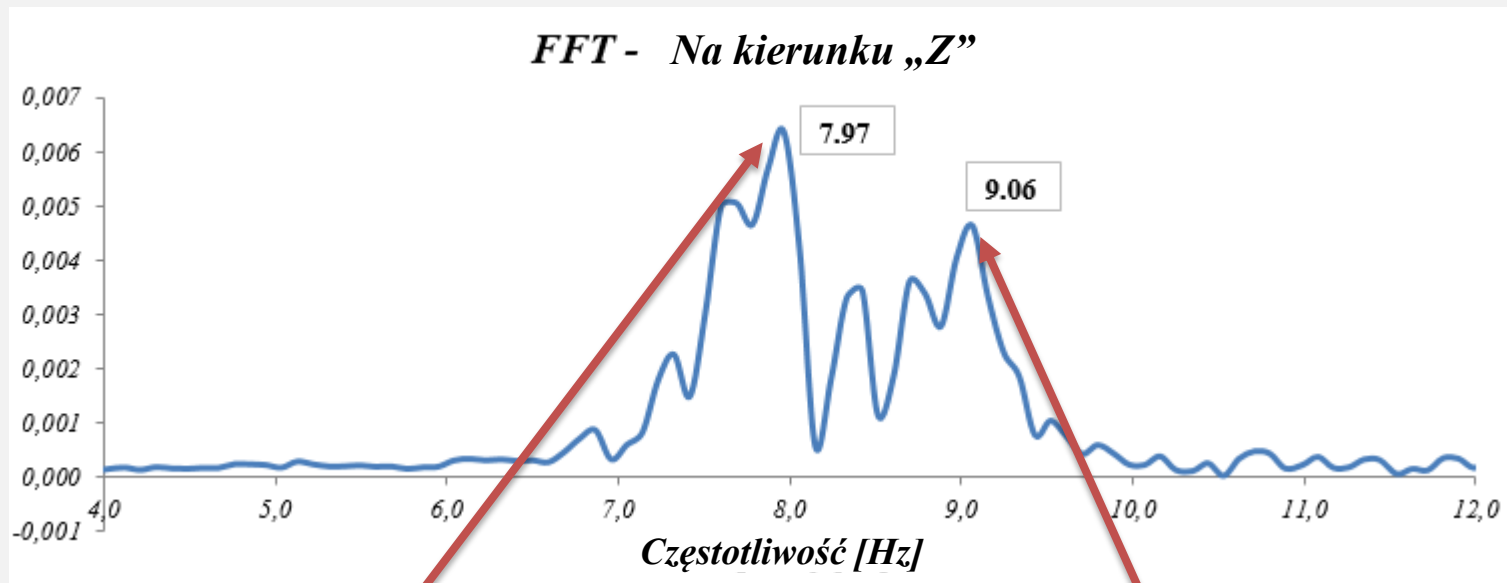


$0.50 L_t - 2$ czujniki $0.25 L_t - 1$ czujnik



Przebieg przyspieszeń „Z”

Badania „in situ”

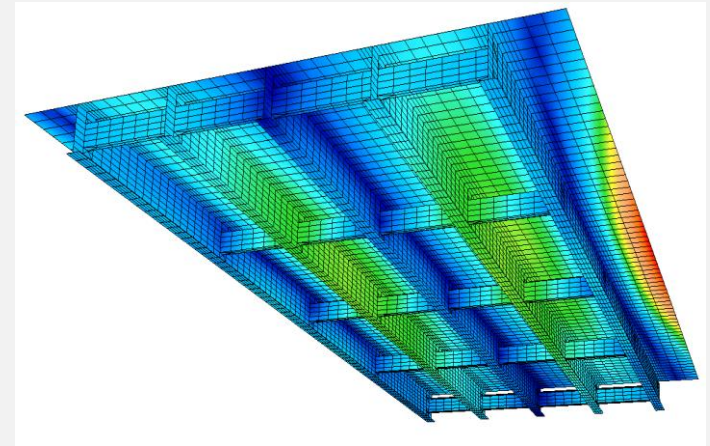
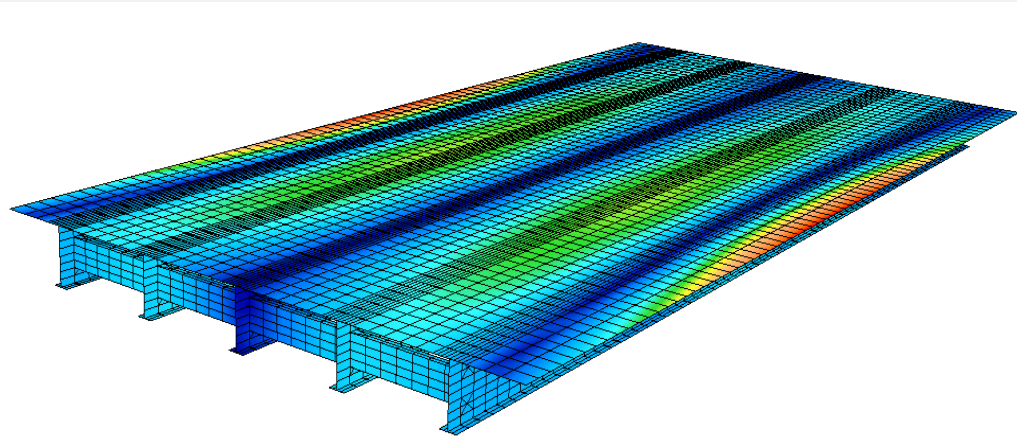


**Pierwsza, pionowa,
częstotliwość drgań
własnych**

**Druga, pionowa,
częstotliwość drgań
własnych**

Weryfikacja modelu MES na przykładzie mostu zespolonego

PLATE (SHELL)
Model



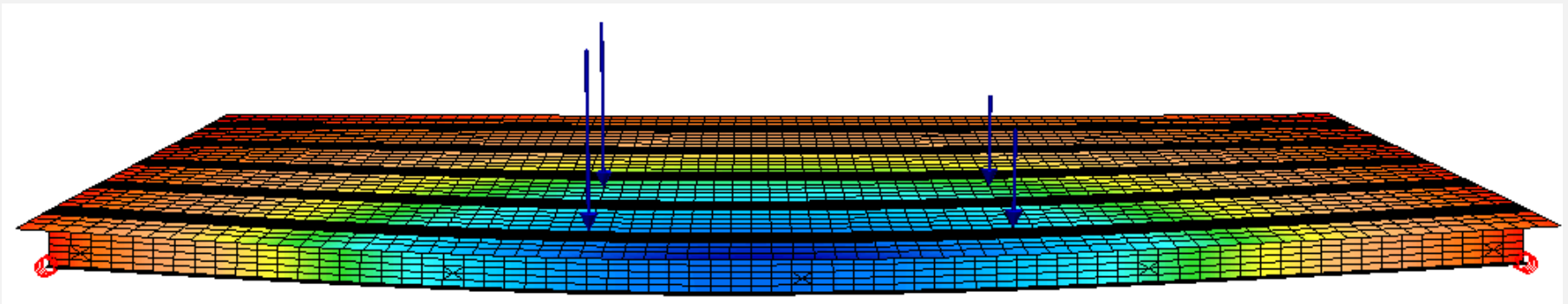
10 041 – Liczba węzłów
11 962 – Liczba elementów

Weryfikacja modelu MES na przykładzie mostu zespolonego

Analiza Statyczna

2 x 28,35 kN

2 x 14,17 kN



Analiza Dynamiczna

2 x 28,35 kN

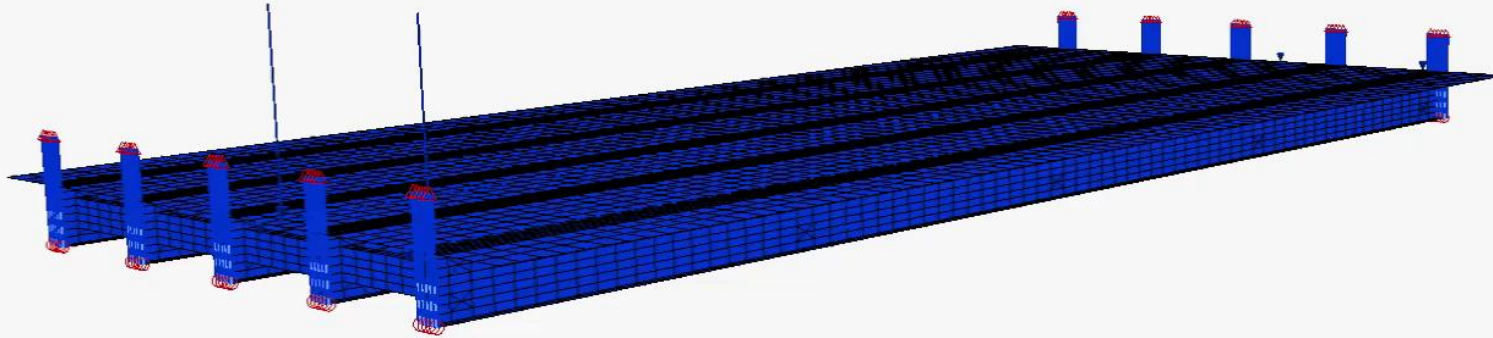
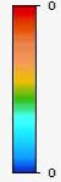
2 x 14,17 kN

70 km/h



Weryfikacja modelu MES na przykładzie mostu zespolonego

Displacement
Magnitude
m



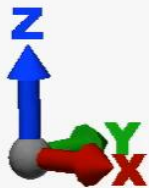
Time: 0 s

Time Step: 0 of 125

Maximum Value: 0 m

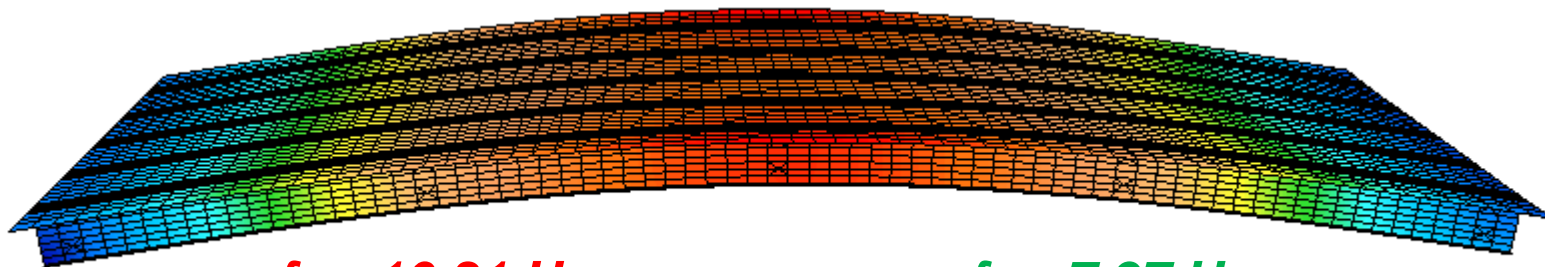
Minimum Value: 0 m

56 < Dynamika_JB_0,562 >



Weryfikacja modelu MES na przykładzie mostu zespolonego

Analiza Modalna

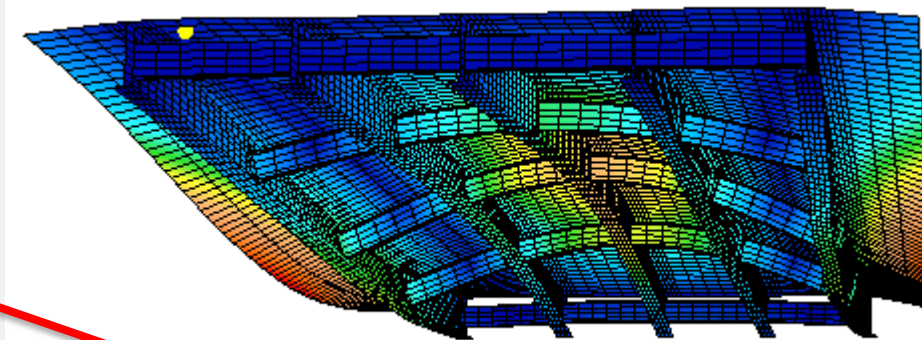


$f_1 = 10,31 \text{ Hz}$

$f_1 = 7,97 \text{ Hz}$

**„Idealny”
Model**

**Badania
In situ**



$f_2 = 12,02 \text{ Hz}$

$f_2 = 9,06 \text{ Hz}$

Weryfikacja modelu FEM na przykładzie mostu zespolonego

*„Idealny”
Model*



*Badania
In situ*

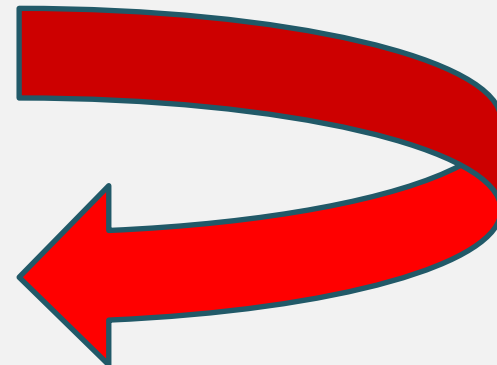
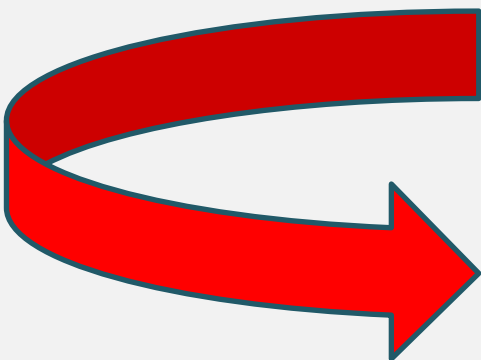


*„Eksplloatowany”
Model*

*Zmodyfikowany moduł
sprężystości*

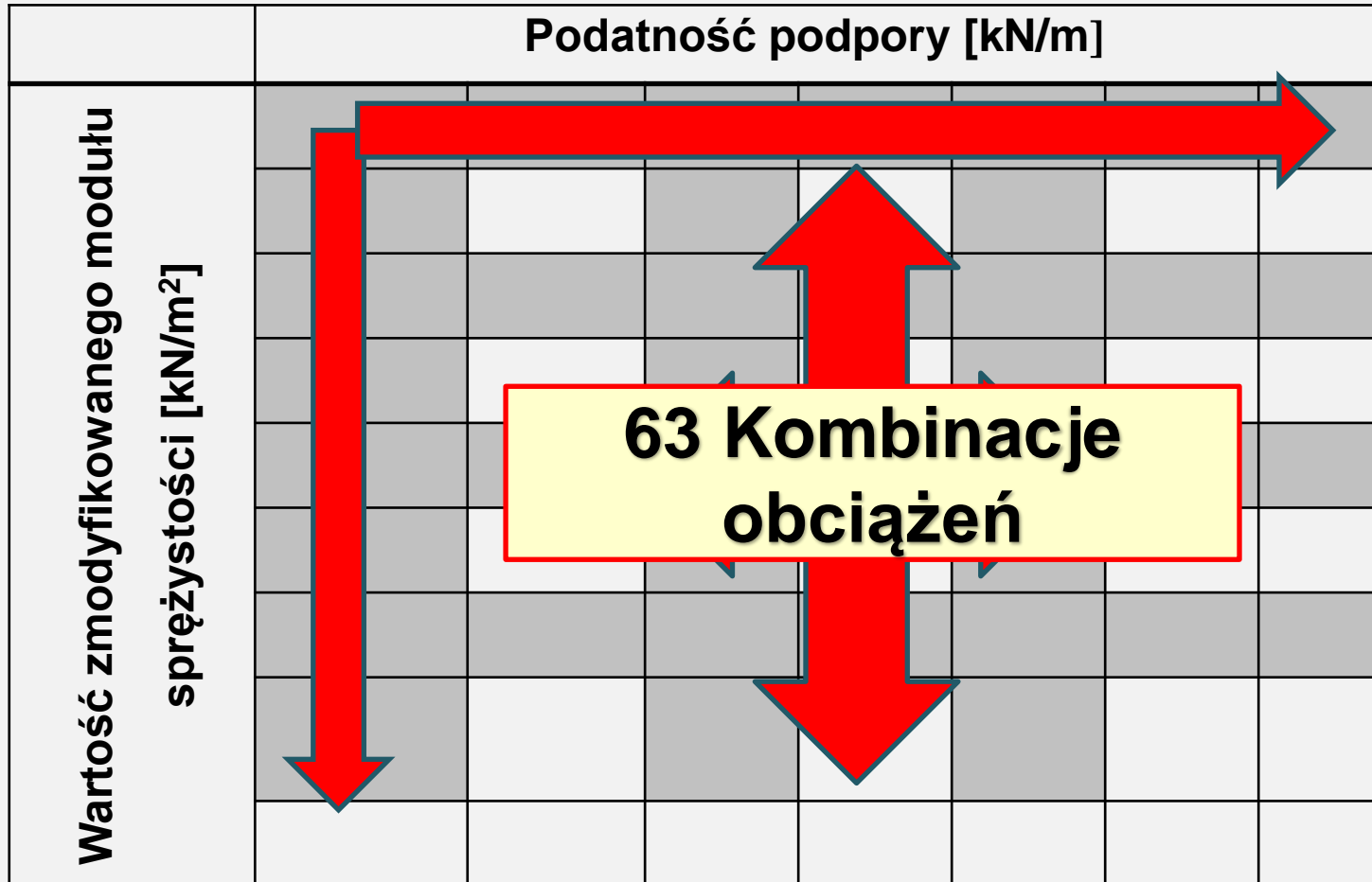


Podatność podpory



Weryfikacja modelu FEM na przykładzie mostu zespolonego

„Eksplloatowany” Model



Analiza wyników

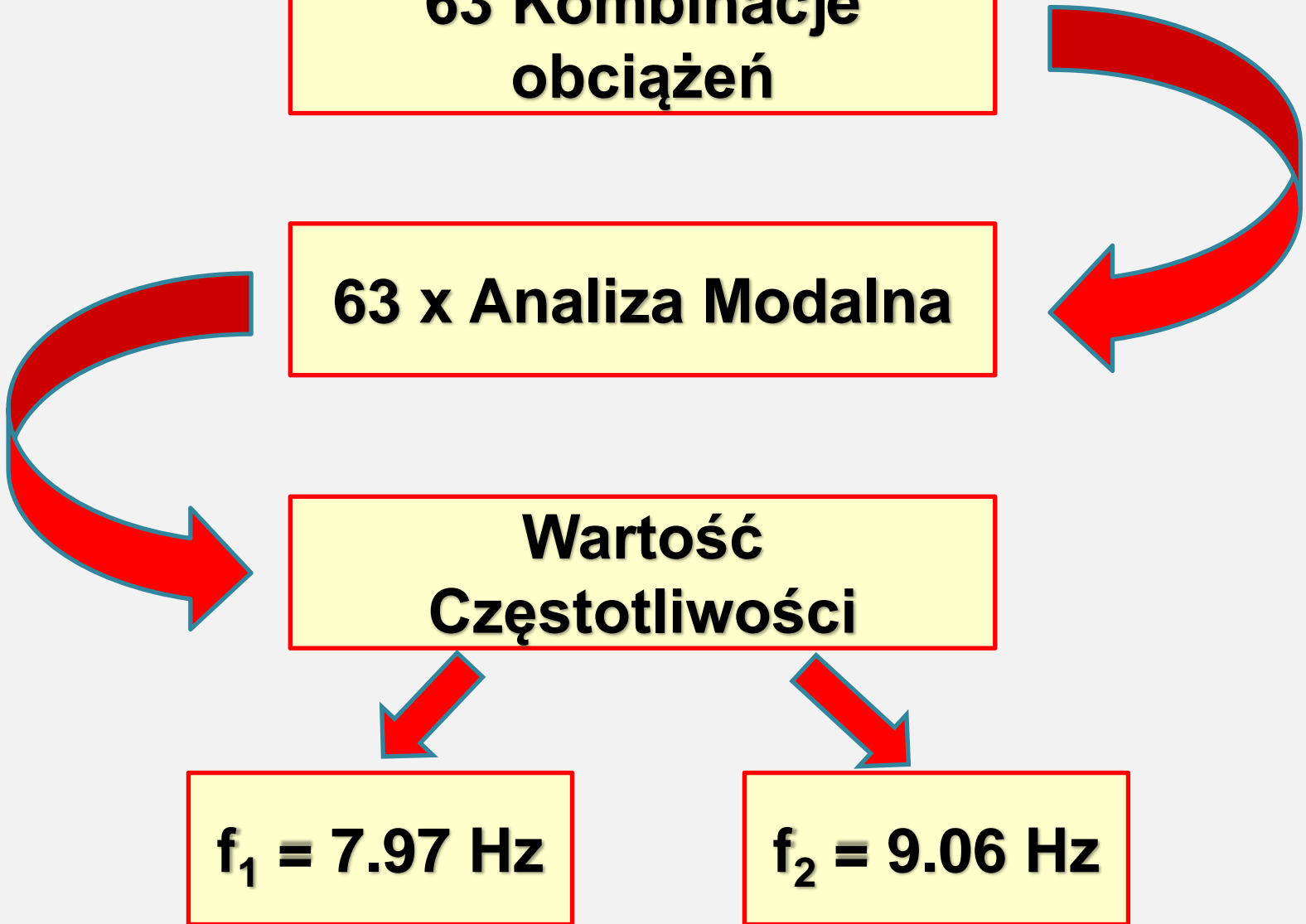
**63 Kombinacje
obciążeń**

63 x Analiza Modalna

**Wartość
Częstotliwości**

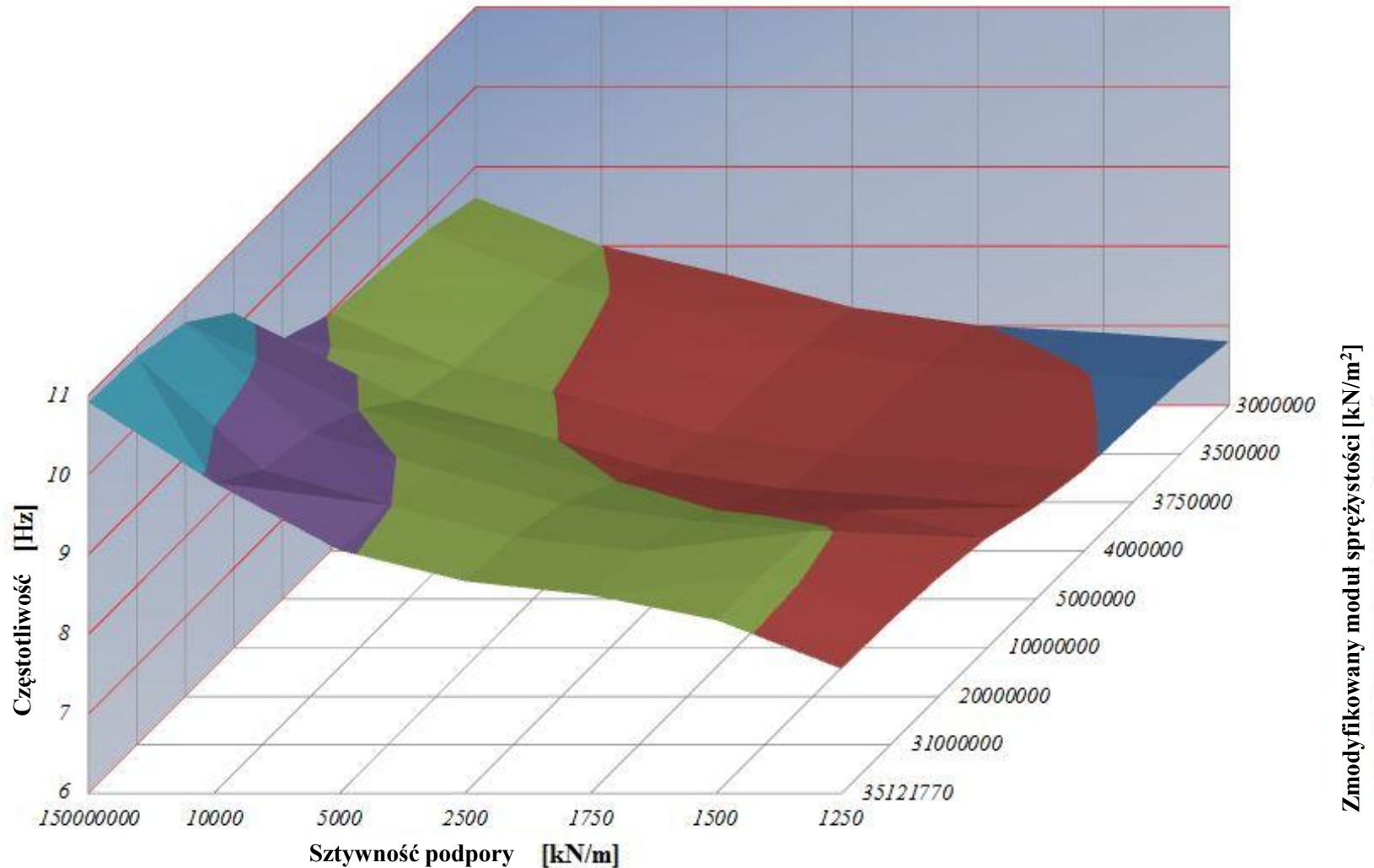
$f_1 = 7.97$ Hz

$f_2 = 9.06$ Hz



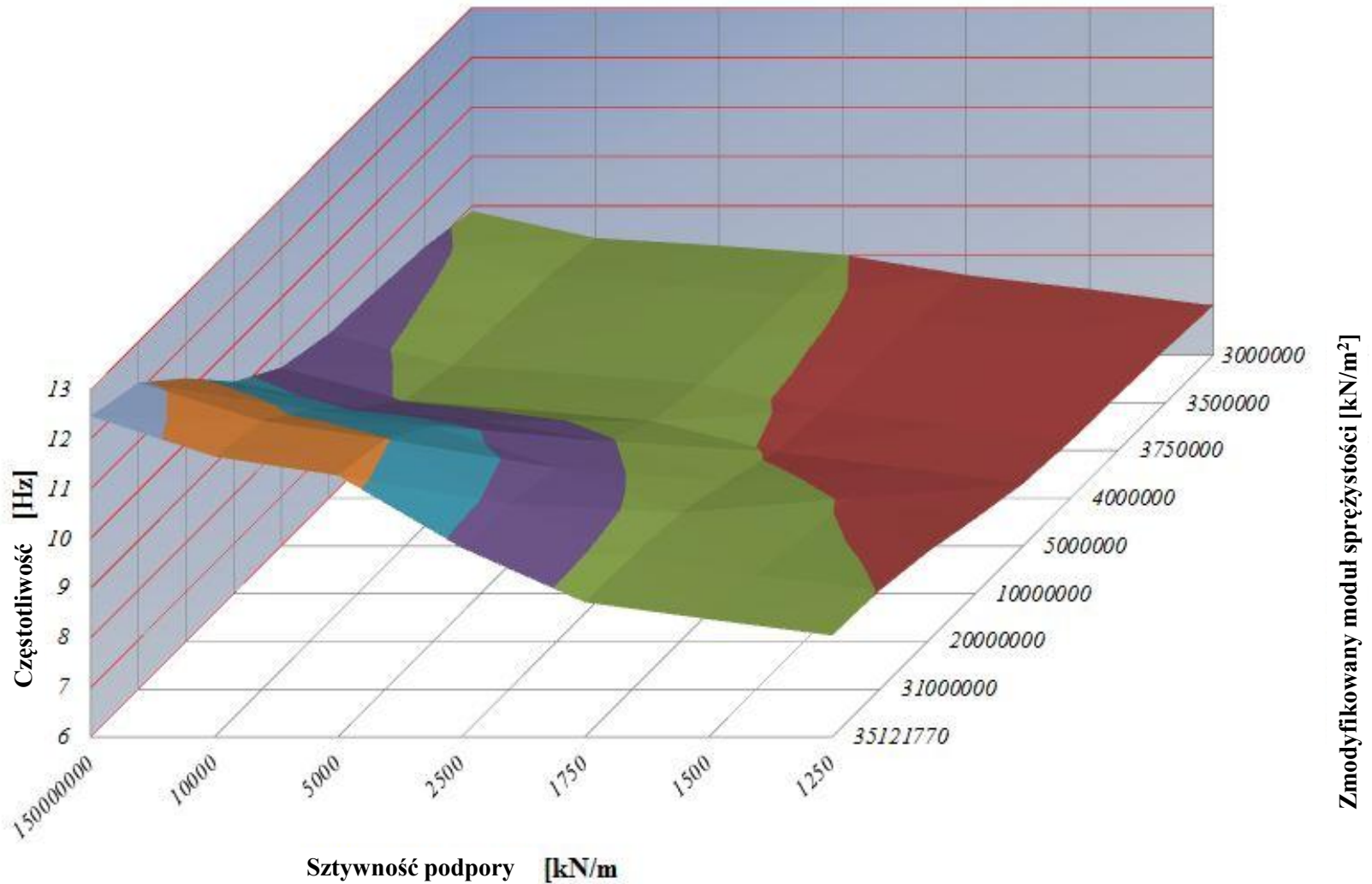
Analiza wyników

Dobór sztywności podpór i zmodyfikowanego modułu sprężystości w odniesieniu do częstotliwości 7,97 Hz



Analiza wyników

Dobór sztywności podpór i zmodyfikowanego modułu sprężystości w odniesieniu do częstotliwości 9,06 Hz



Analiza wyników

Wyniki

Podatność podpory $k = 2500$ kN/m

$E_{cm_modified} = 10$ GPa

$$\delta_{f_1} = 1.15\%$$

$$\delta_{f_2} = 0.26\%$$

Wnioski

- W przypadku starych, mocno wyeksploatowanych obiektów inżynierskich należy uwzględniać w analizach ich stan techniczny.
- W przypadku dynamicznej odpowiedzi konstrukcji pod wpływem obciążenia zmiennego w czasie wyniki dla modelu nieodwzorowującego rzeczywistą pracę eksploatowanego mostu różnią się znacząco od wartości pomierzonych na podstawie wykonanych badań in situ o około 30%.
- W analizach dynamicznych należy uwzględniać stan łożysk mostowych, możliwość ich prawidłowej pracy (obrotów / przesuwów) czy też podatność podpór.
- Wiek konstrukcji (betonu), stopień degradacji betonu / zbrojenia również odgrywa rolę w prawidłowej pracy konstrukcji.
- Zaprezentowane wyniki badań mogą posłużyć jako propozycję możliwości wykonywania nieinwazyjnych metod określania parametrów materiałowych elementów konstrukcyjnych istniejących obiektów inżynierskich / inżynieryjnych.

Dziękuję za uwagę