



# Politechnika Świętokrzyska

---

## Kielce University of Technology



06-08 listopad 2019

**KN-T**

**LXII Techniczne Dni Drogowe**

[www.tu.kielce.pl](http://www.tu.kielce.pl)



Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY



# **SYSTEM NADZORU NAD STANEM TECHNICZNYM OBIEKTÓW MOSTOWYCH BAZUJĄCYM NA METODZIE EMISJI AKUSTYCZNEJ**

**Grzegorz ŚWIT**

**[www.tu.kielce.pl](http://www.tu.kielce.pl)**



# Politechnika Świętokrzyska

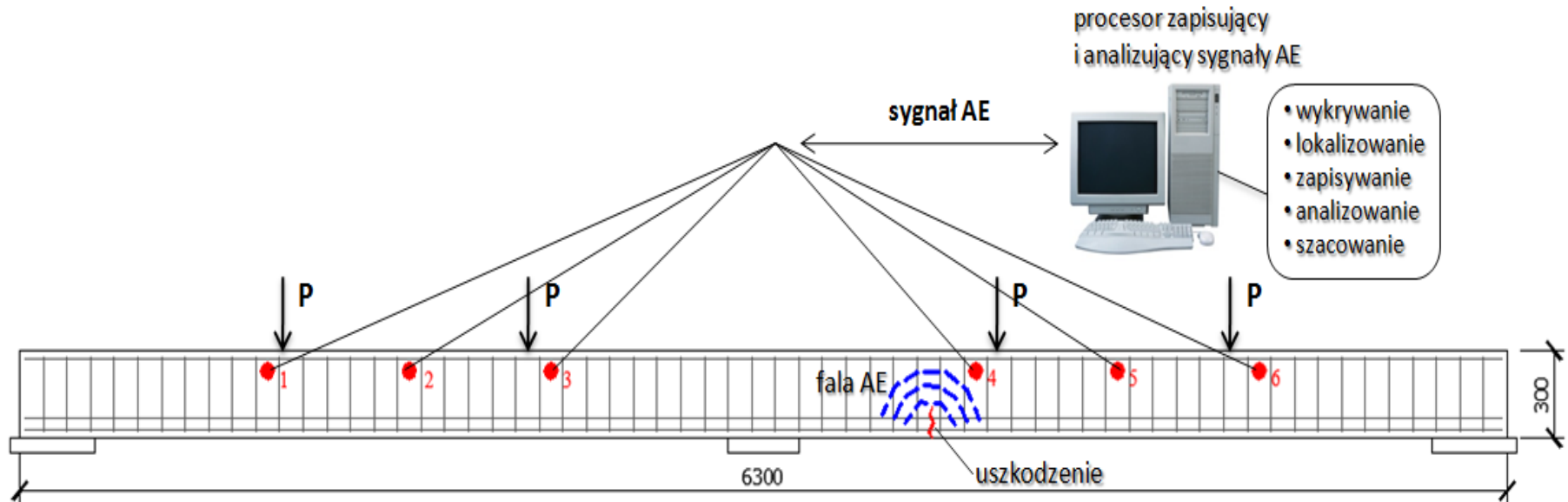
## WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY



[www.tu.kielce.pl](http://www.tu.kielce.pl)



**SHM (ang. Structural Health Monitoring)** – monitorowanie stanu technicznego konstrukcji poprzez zastosowanie złożonego systemu kontrolno-pomiarowego (składającego się z czujników, członów wykonawczych, układów transmisji danych i jednostek obliczeniowych zintegrowanych z badanym obiektem) w celu detekcji, lokalizacji, identyfikacji i przewidywania rozwoju uszkodzeń, które mogą spowodować złe funkcjonowanie obiektu teraz lub w przyszłości.







## RPD dla konstrukcji sprężonych

Kolor/ symbol							+	X
Nr klasy	Nr 1	Nr 2	Nr 3	Nr 4	Nr 5	Nr 6	Nr 7	Nr 8
Kod zagrożenia	5	4	3	3	2	2	1	0

## IADP dla konstrukcji żelbetowych

Kolor/ symbol						
Nr klasy	Nr 1	Nr 2	Nr 3	Nr 4	Nr 5	Nr 6
Kod zagrożenia	5	4	3	2	1	0

- ▶ Klasa Nr 1 (Kod zagrożenia 5) - Mikropęknięcia w betonie na granicy frakcji kruszywa o małych wymiarach ( $\Phi \leq 2 \text{ mm}$ ) i zaprawy cementowej,
- ▶ Klasa Nr 2 (Kod zagrożenia 4) - Mikropęknięcia w betonie na granicy frakcji kruszywa o małych i średnich wymiarach ( $\Phi \leq 8 \text{ mm}$ ),
- ▶ Klasa Nr 3 (Kod zagrożenia 3) - Powstanie rys w strefie rozciąganej betonu
- ▶ Klasa Nr 4 (Kod zagrożenia 3) - Rozwój rysy
- ▶ Klasa Nr 5 (Kod zagrożenia 2) - Pęknięcie na granicy beton – zbrojenie
- ▶ Klasa Nr 6 (Kod zagrożenia 2) - Uplastycznienie stali i betonu
- ▶ Klasa Nr 7 (Kod zagrożenia 1) - Odspojenie się zbrojenia sprężającego od betonu
- ▶ Klasa Nr 8 (Kod zagrożenia 0) - Zerwanie splotów sprężających



Kod	Opis	Kod	Opis	Nr klasy
A	Brak znaczących wad	0	Element niespełniający swojej funkcji użytkowej lub zniszczony	Nr 8
B	Mała ilość wad, obejmująca nie więcej niż 5% powierzchni / długości bądź ilości elementów	1	poważna wada / uszkodzenie i / albo element jest blisko awarii / zniszczenia.	Nr 7
C	Umiarkowana ilość wad, obejmująca od 5% do 20% powierzchni / długości bądź ilości elementów	2	Umiarkowana wada / uszkodzenie, która może mieć wpływ na utratę nośności	Nr 5, Nr 6
D	Duża ilość wad, obejmująca od 20% do 50% powierzchni / długości bądź ilości elementów	3	Pierwsze oznaki pogorszenia stanu technicznego konstrukcji, pojawiają się niewielkie wady / uszkodzenia, niewpływające na nośność elementu.	Nr 3, Nr 4
E	Rozległe wady, obejmujące od 50% do 70% powierzchni / długości bądź ilości elementów	4	Nowy element lub element z wadą niemającą wpływu na jego nośność	Nr 2
F	Rozległe uszkodzenia, obejmujące więcej niż 70% powierzchni / długości bądź ilości elementów	5	Nowy element bez wad	Nr 1

**Tabela 1. Rozległość uszkodzeń**

**Tabela 2. Wpływu defektów na stan techniczny konstrukcji**



Kod	Opis	Nr klasy RPD (sprężone)	Nr klasy IADP (żelbetowe)	Szerokość rozwarcia rysy [mm]
0	Element niespełniający swojej funkcji użytkowej bądź zniszczony	Nr 8	Nr 6	> 0,8
1	Poważna wada / uszkodzenie i / albo element jest blisko awarii / zniszczenia.	Nr 7	Nr 5	0,6 – 0,8
2	Umiarkowana wada / uszkodzenie, która może mieć wpływ na utratę nośności	Nr 5, Nr 6	Nr 4	0,4 – 0,6
3	Pierwsze oznaki pogorszenia stanu technicznego konstrukcji, pojawiają się niewielkie wady / uszkodzenia, niewpływające na nośność elementu.	Nr 3, Nr 4	Nr 3	0,1 – 0,4
4	Nowy element bądź element z wadą niemającą wpływu na jego nośność	Nr 2	Nr 2	0,05 - 0,1
5	Nowy element bez wad	Nr 1	Nr 1	0 – 0,05





## Badania - Metoda EA

- **Na mostach starych**, w celu selekcji mostów wymagających remontu oraz w celu ustalenia zakresu prac remontowych.
- **Na mostach wyremontowanych**, w celu weryfikacji jakości przeprowadzonych prac remontowych.



- **Na mostach nowych**, w celu zarejestrowania tzw. stanu zerowego.
- **Monitoring w sytuacjach wyjątkowych** ( np. podczas transportu ponadnormatywnych ładunków) lub w przypadku stwierdzenia uszkodzeń.
- **Na nowo wybudowanych obiektach** jako monitoring stały ( most inteligentny)



Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY



## BADANIE NOWYCH OBIEKTÓW MOSTOWYCH – OBCIĄŻENIA PRÓBNE



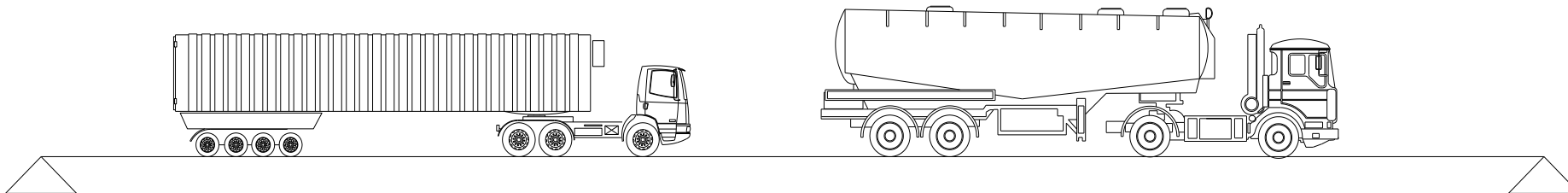
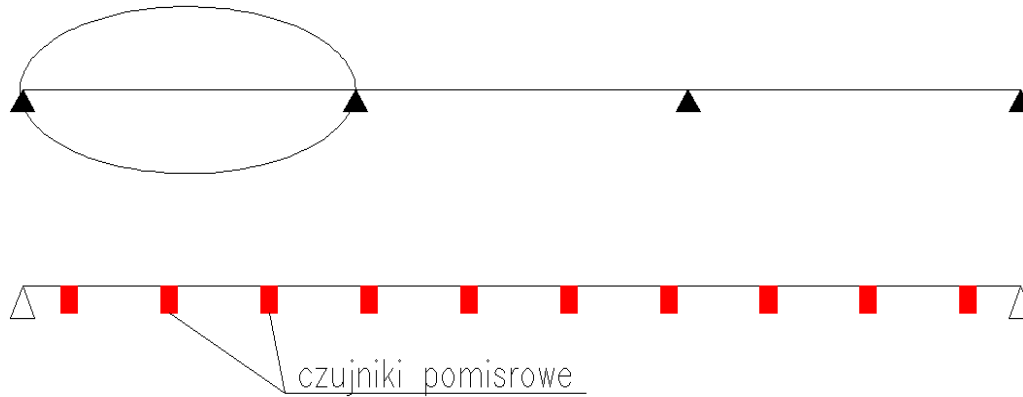


Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

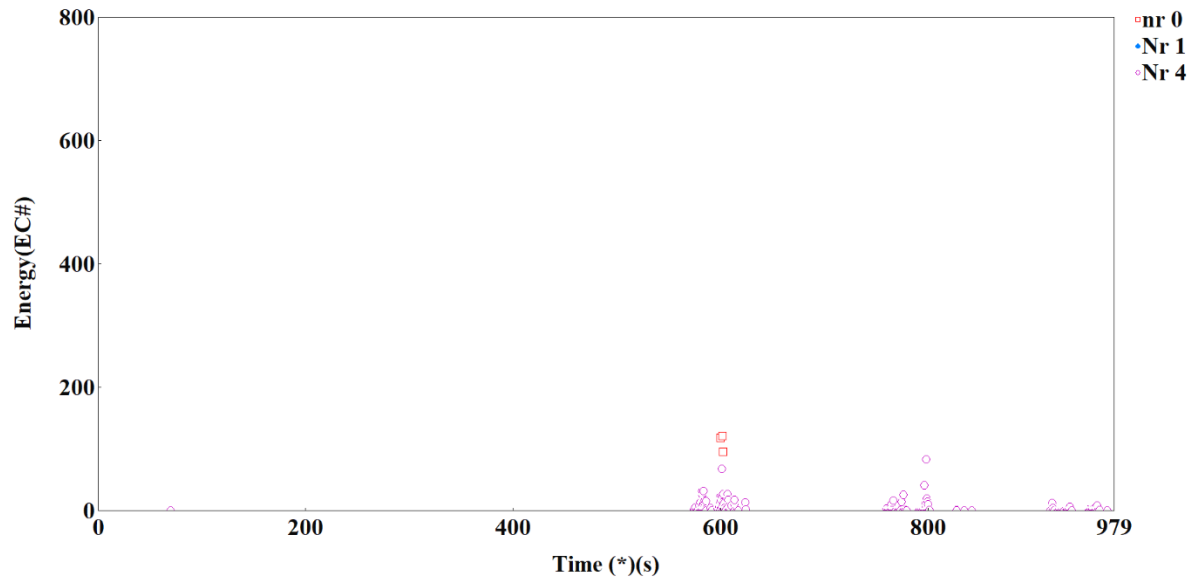
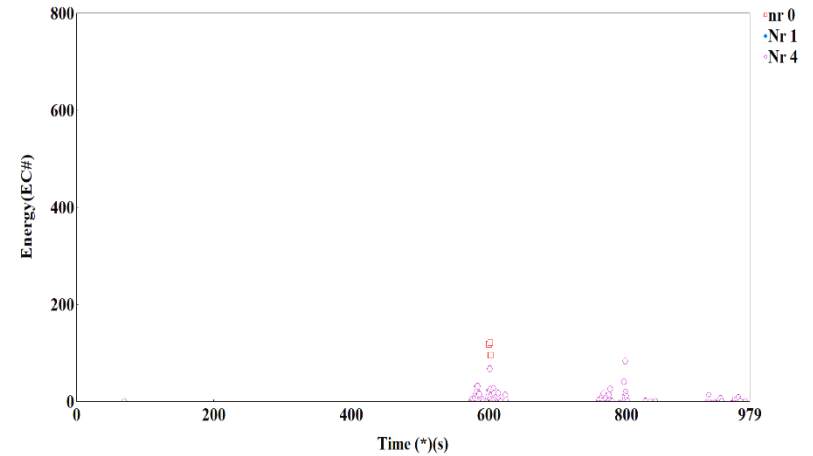
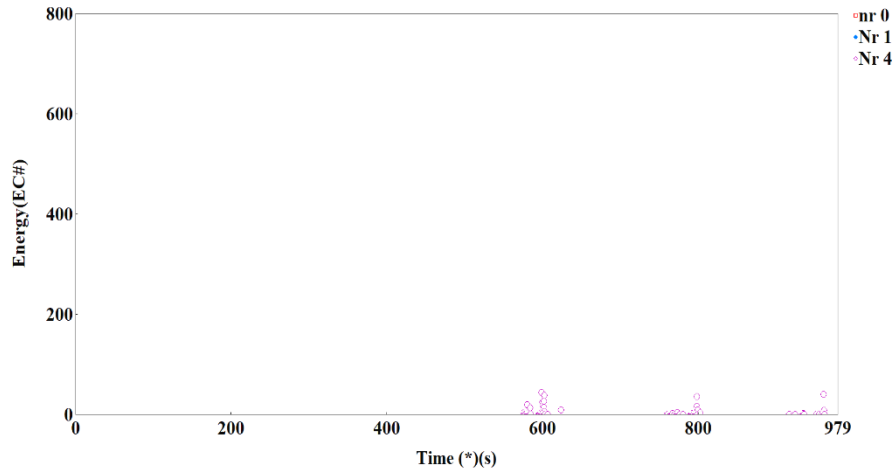


## BADANIE NOWYCH OBIEKTÓW MOSTOWYCH – OBCIĄŻENIA PRÓBNE





### BADANIE NOWYCH OBIEKTÓW MOSTOWYCH – OBCIĄŻENIA PRÓBNE







Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY



## PRZEJAZD PONADNORAMTYWNY ZE WZGLĘDU NA TONAŻ



[www.tu.kielce.pl](http://www.tu.kielce.pl)



Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY



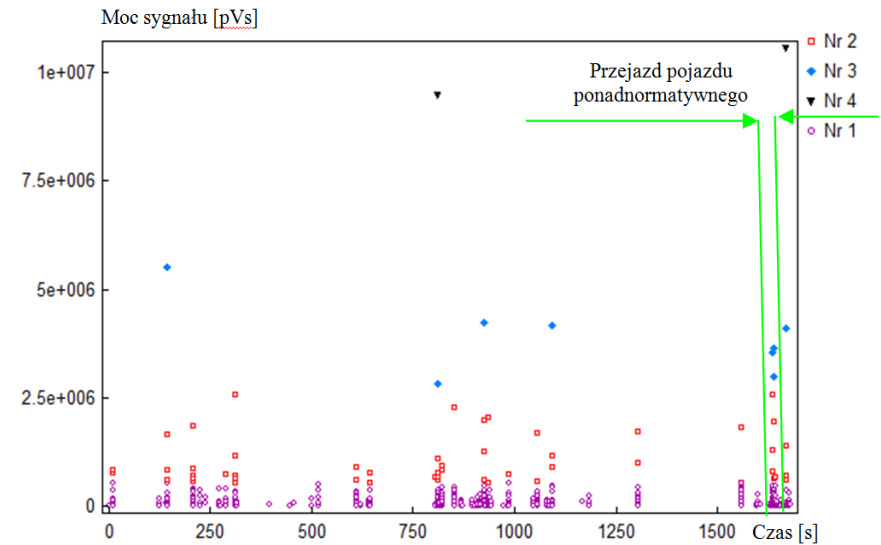
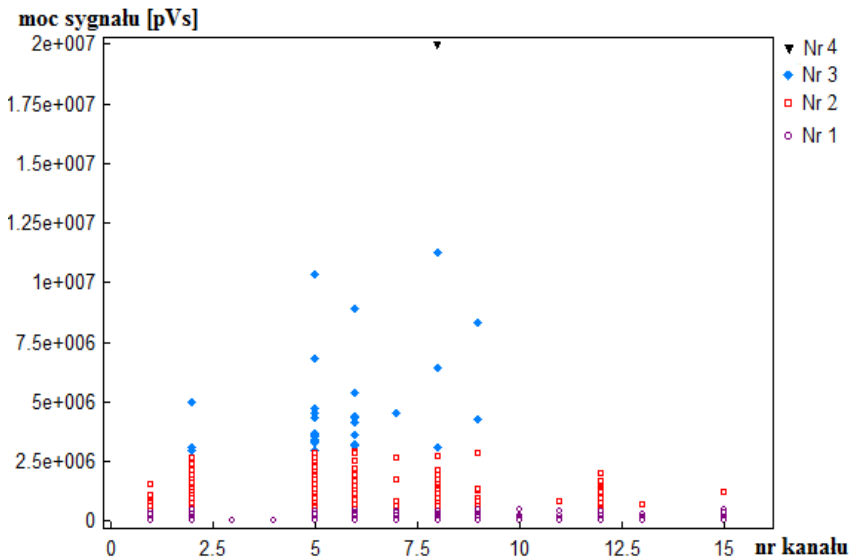
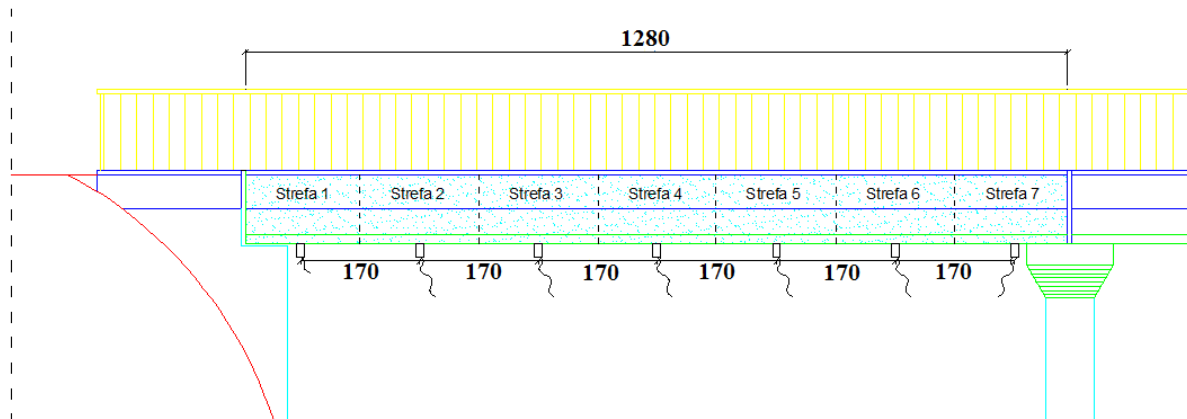
## PRZEJAZD PONADNORAMTYWNY ZE WZGLĘDU NA TONAŻ

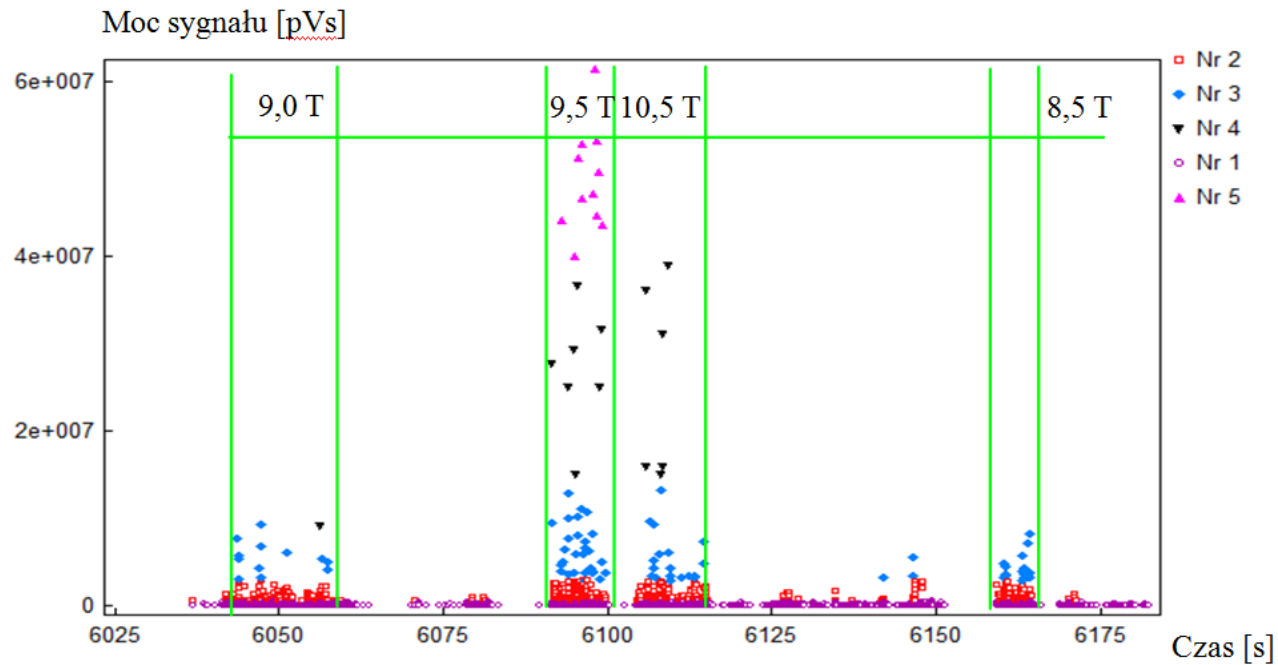


[www.tu.kielce.pl](http://www.tu.kielce.pl)



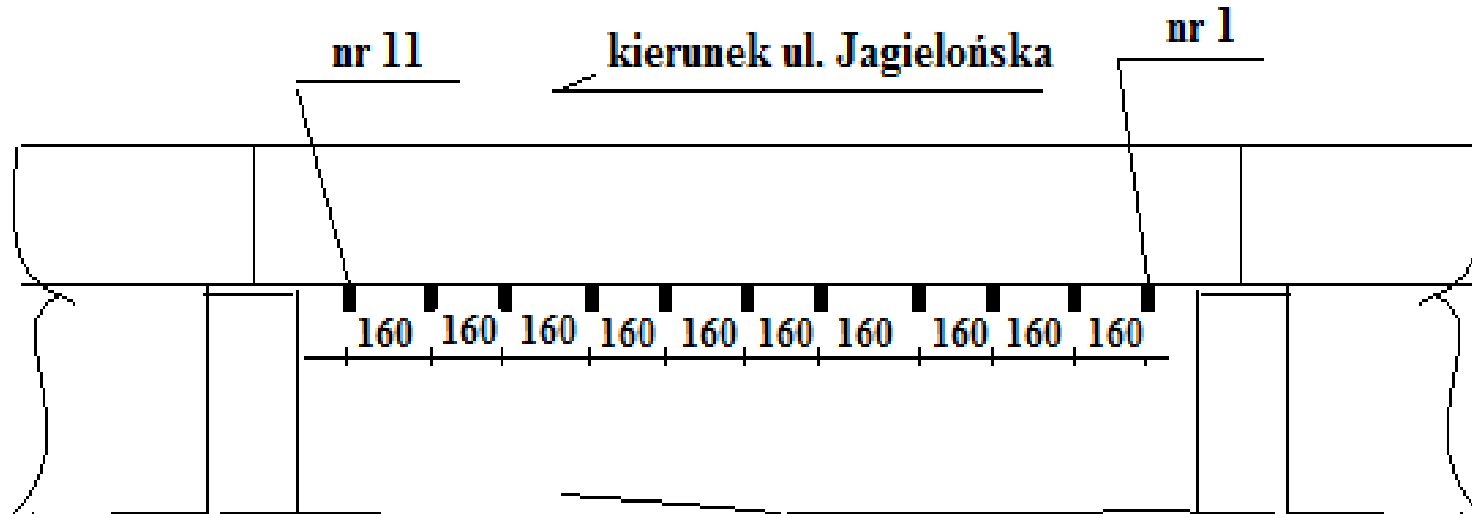
### PRZEJAZD PONADNORAMTYWNY ZE WZGLĘDU NA TONAŻ







### PRZEDŁUŻENIE UŻYTKOWANIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH 23 PRZESŁOWY KABLOBETONOWY WIADUKT – 640 M







### 2006

	Klasa Nr 1	Klasa Nr 2	Klasa Nr 3	Klasa Nr 4	Klasa Nr 5	Klasa Nr 6	Klasa Nr 7	Klasa Nr 8
Strefa 1	○							
Strefa 2	○							
Strefa 3	○	■						
Strefa 4	○							
Strefa 5	○	■						
Strefa 6	○	■						
Strefa 7	○							
Strefa 8	○							
Strefa 9	○							
Strefa 10	○							
Strefa 11	○							

### 2007

	Klasa Nr 1	Klasa Nr 2	Klasa Nr 3	Klasa Nr 4	Klasa Nr 5	Klasa Nr 6	Klasa Nr 7	Klasa Nr 8
Strefa 1	○		◆					
Strefa 2	○		◆					
Strefa 3	○							
Strefa 4	○							
Strefa 5	○	■						
Strefa 6	○	■	◆					
Strefa 7	○	■						
Strefa 8	○	■						
Strefa 9	○	■						
Strefa 10	○	■						
Strefa 11	○	■						

### 2008

	Klasa Nr 1	Klasa Nr 2	Klasa Nr 3	Klasa Nr 4	Klasa Nr 5	Klasa Nr 6	Klasa Nr 7	Klasa Nr 8
Strefa 1	○	■						
Strefa 2	○	■	◆					
Strefa 3	○	■						
Strefa 4	○	■	◆	▼				
Strefa 5	○	■	◆	▼				
Strefa 6	○	■						
Strefa 7	○	■						
Strefa 8	○	■						
Strefa 9	○	■						
Strefa 10	○	■	◆	▼				
Strefa 11	○							

### 2009

	Klasa Nr 1	Klasa Nr 2	Klasa Nr 3	Klasa Nr 4	Klasa Nr 5	Klasa Nr 6	Klasa Nr 7	Klasa Nr 8
Strefa 1	○	■						
Strefa 2	○	■	◆					
Strefa 3	○	■						
Strefa 4	○	■	◆	▼				
Strefa 5	○	■	◆	▼	▲	●		
Strefa 6	○	■						
Strefa 7	○	■						
Strefa 8	○	■						
Strefa 9	○	■						
Strefa 10	○	■	◆	▼				
Strefa 11	○							

### 2010

	Klasa Nr 1	Klasa Nr 2	Klasa Nr 3	Klasa Nr 4	Klasa Nr 5	Klasa Nr 6	Klasa Nr 7	Klasa Nr 8
Strefa 1	○	■						
Strefa 2	○	■	◆					
Strefa 3	○	■	◆					
Strefa 4	○	■	◆					
Strefa 5	○	■	◆	▼				
Strefa 6	○	■	◆	▼				
Strefa 7	○	■	◆					
Strefa 8	○	■	◆	▼				
Strefa 9	○	■						
Strefa 10	○	■	◆	▼				
Strefa 11	○	■	◆	▼	▲			



# Politechnika Świętokrzyska

## WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

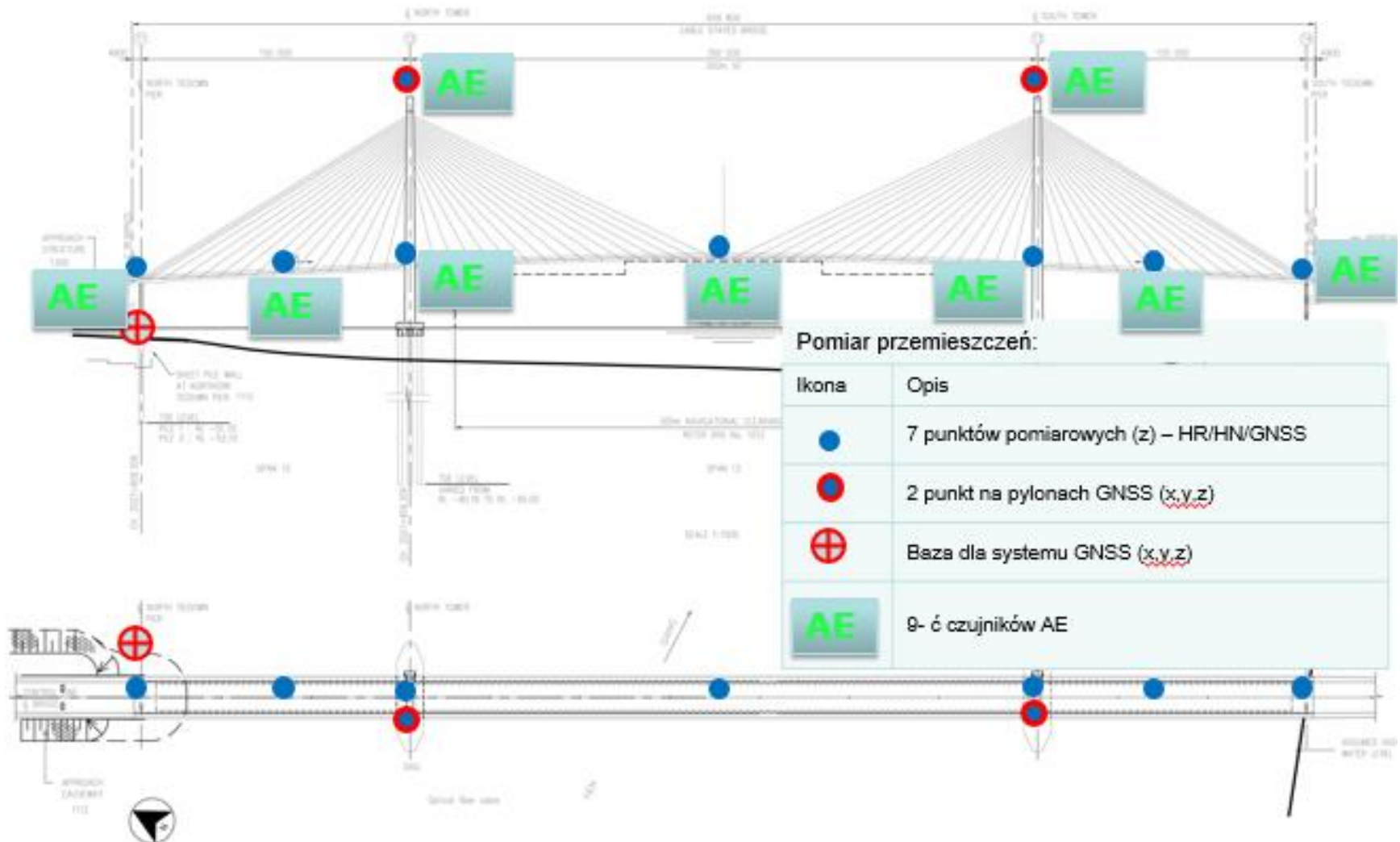


### PRZEDŁUŻENIE UŻYTKOWANIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH



- ◆ Most przez rzekę Tien Giang łączący dzielnicę Cái Bè z miastem Vĩnh Long w Wietnamie
- ◆ Szerokość pomostu – 23,66 m
- ◆ Długość całkowita – 1535 m
- ◆ Rok budowy – maj 2000r
- ◆ Przęsła podwieszane – 650 m
- ◆ Najdłuższe przęsło – 350 m

### PRZEDŁUŻENIE UŻYTKOWANIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH





Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY



## PRZEDŁUŻENIE UŻYTKOWANIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH



MOST STALOWY 7 PRZESŁOWY NAD WISŁĄ W SANDOMIERZU





# Politechnika Świętokrzyska

## WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

**Opracowana i zweryfikowana na ponad 100 obiektach metoda IDENTYFIKACJI AKTYWNYCH PROCESÓW DESTRUKCYJNYCH umożliwia:**

- identyfikację i lokalizację aktywnych procesów destrukcyjnych występujących w całej badanej objętości konstrukcji,
- prowadzenie pomiarów przez długi czas, co pozwala na ocenę rozwoju uszkodzeń w warunkach rzeczywistego obciążenia z uwzględnieniem warunków zewnętrznych takich jak deszcz, mróz czy wiatr,
- monitoring eksploatowanych obiektów infrastruktury drogowej wykonanych z betonów wstępnie sprężonych w trakcie przejazdów pojazdów ponadnormatywnych ze względu na masę,





- ocenę rozwoju uszkodzeń w prototypowych konstrukcjach i elementach konstrukcji wykonanych z betonów wstępnie sprężonych podczas obciążeń próbnych lub testowych,
- ciągły monitoring obiektów mostowych, które mają niską ocenę stanu technicznego, ale ze względu na brak środków nie mogą być remontowane i wyłączone z eksploatacji,



Politechnika Świętokrzyska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!