

# Badania diagnostyczne suwnicy z wykorzystaniem metody emisji akustycznej oraz metody tensometrycznej

W CZERWCU TEGO ROKU W JEDNEJ Z ELEKTROWNI ZOSTAŁY PRZEPROWADZONE KOMPLEKSOWE BADANIA DIAGNOSTYCZNE (AT – BADANIA EMISJĄ AKUSTYCZNĄ, VT – BADANIA WIZUALNE I ST – BADANIA TENSOMETRYCZNE) MAJĄCE NA CELU OCENĘ STANU TECHNICZNEGO STALOWEJ KONSTRUKCJI NOŚNEJ SUWNICY POMOSTOWEJ (MOSTU SUWNICY) O UDŹWIGU NOMINALNYM  $Q = 100\text{ T}$ .

**Ireneusz Baran, Paweł Grześkowiak (Centralne Laboratorium Dozoru Technicznego UDT)**

Badanie metodą emisji akustycznej miało na celu ujawnienie i wskazanie miejsc potencjalnych wad i uszkodzeń w konstrukcji obu dźwigarów suwnicy. Natomiast badania tensometryczne dźwigarów suwnicy zostały przeprowadzone w celu ustalenia rzeczywistych, maksymalnych wydłużeń i naprężeń występujących podczas normalnej eksploatacji oraz prób obciążeniowych. Badaniami tensometrycznymi objęto obie belki dźwigara suwnicy. Badania te miały również na celu potwierdzenie symetryczności odkształceń i naprężeń w belkach suwnicy podczas pracy z obciążeniem.

Wdrożone w UDT badania metodą emisji akustycznej znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle chemicznym i petrochemicznym w trakcie badań zastępczych, prób odbiorczych oraz badań eksploatacyjnych (w badaniach m.in. zbiorników, reaktorów, rurociągów technologicznych). Od 2018 r. UDT prowadzi również badania hydroakumulatorów w siłowniach wiatrowych z wykorzystaniem metody AE.

Badanie przeprowadzane w elektrowni było pierwszym tego typu przedsięwzięciem wykorzystującym metodę emisji akustycznej w badaniu urządzenia UTB. Ekspertyza wymagała współpracy i koordynacji trzech oddziałów, w badaniu uczestniczyli badacze z OL OUDT w Krakowie oraz OL OUDT w Poznaniu, jak również pracownicy Biura w Radomiu OUDT Łódź.

Przeprowadzone badania wykazały, że możliwe jest wykorzystywanie z powodzeniem metody AE zarówno na urządzeniach ciśnieniowych, jak i dźwignicowych.



Rys. 1. Ogólny widok badanej suwnicy

### Zakres badań AT konstrukcji nośnej suwnicy pomostowej

Badanie emisją akustyczną (AT) stalowej konstrukcji nośnej suwnicy pomostowej (mostu suwnicy) wykonuje się zgodnie z wymaganiami zawartymi w normach i specyfikacji oraz w normach związanych, które zostały w nich wykazane.

PN-EN 13554:2011 Badania nieniszczące. Emisja akustyczna. Zasady ogólne

ISO 19835:2018 Non-destructive testing – Acoustic emission testing – Steel structures of overhead travelling cranes and portal bridge cranes

ISO 4310:2009 Cranes — Test code and procedures

Badanie metodą emisji akustycznej (AE) obejmuje zlokalizowanie i określenie klasy źródeł sygnałów emisji akustycznej generowanych przez powierzchniowe i wewnętrzne wady w konstrukcji podlegającej działaniu obciążenia w trakcie badania. Wynik badania przedstawiany jest w jednej z trzech klas aktywności źródła emisji akustycznej (AE) wg normy PN-EN 13554:2011, jak również w jednym z czterech stopni nasilenia źródła AE wg normy ISO 19835:2018.

W przypadku wykrycia źródła AE klasy 2 lub 3 (o stopniu nasilenia 3 lub 4), wyznacza się obszar w celu identyfikacji i oceny źródła innymi metodami nieniszczącymi (NDT).

### Badanie ST konstrukcji nośnej suwnicy pomostowej

Badanie tensometryczne (ST) stalowej konstrukcji nośnej suwnicy pomostowej przeprowadzono w oparciu o instrukcję własną oznaczoną: LW-1/IN/44 Pomiary naprężeń metodą tensometrii oporowej wydanie 1 z dnia 2.02.2015.

### Opis i przebieg badań AT i ST

Poniżej na rys. 2 przedstawiono widok na most badanej suwnicy. Na rys. 3 pokazano rozmieszczenie czujników pomiarowych AE podczas badań. Czujniki pomiarowe AE rozmieszczono zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie ISO 19835:2018. Przed badaniami przeprowadzono kalibrację torów pomiarowych, jak również sprawdzenie ich czułości dla poszczególnych punktów, gdzie zostały zamontowane czujniki pomiarowe. Sprawdzone również poprawność i dokładność lokalizacji dla algorytmu liniowego wzdłuż dźwigarów.

Na rys. 4 pokazano rozmieszczenie tensometrów na dźwigarach suwnicy. Tensometry naklejono w środku rozpiętości suwnicy tj. w miejscach występowania największych odkształceń/naprężeń, w czterech punktach, po jednym tensometrze na górnym pasie oraz na dolnym pasie każdego dźwigara mostu suwnicy.

## Klasyfikacja aktywności źródeł emisji akustycznej wg PN-EN 14584:2013-07

Klasa źródła	Definicja	Zalecane działania
1	Źródło mało istotne	Nie są wymagane dalsze działania. Źródło do uwzględnienia w następnych badaniach
2	Źródło aktywne	Zaleca się badanie innymi metodami nieniszczącymi, jeżeli źródło jest powiązane z charakterystycznymi elementami urządzenia ciśnieniowego (np. spoiny króćców, uchwyty itd.)
3	Źródło aktywne	Zanim urządzenie ciśnieniowe zostanie włączone do eksploatacji, powinna być przeprowadzona dalsza ocena innymi odpowiednimi metodami badań nieniszczących

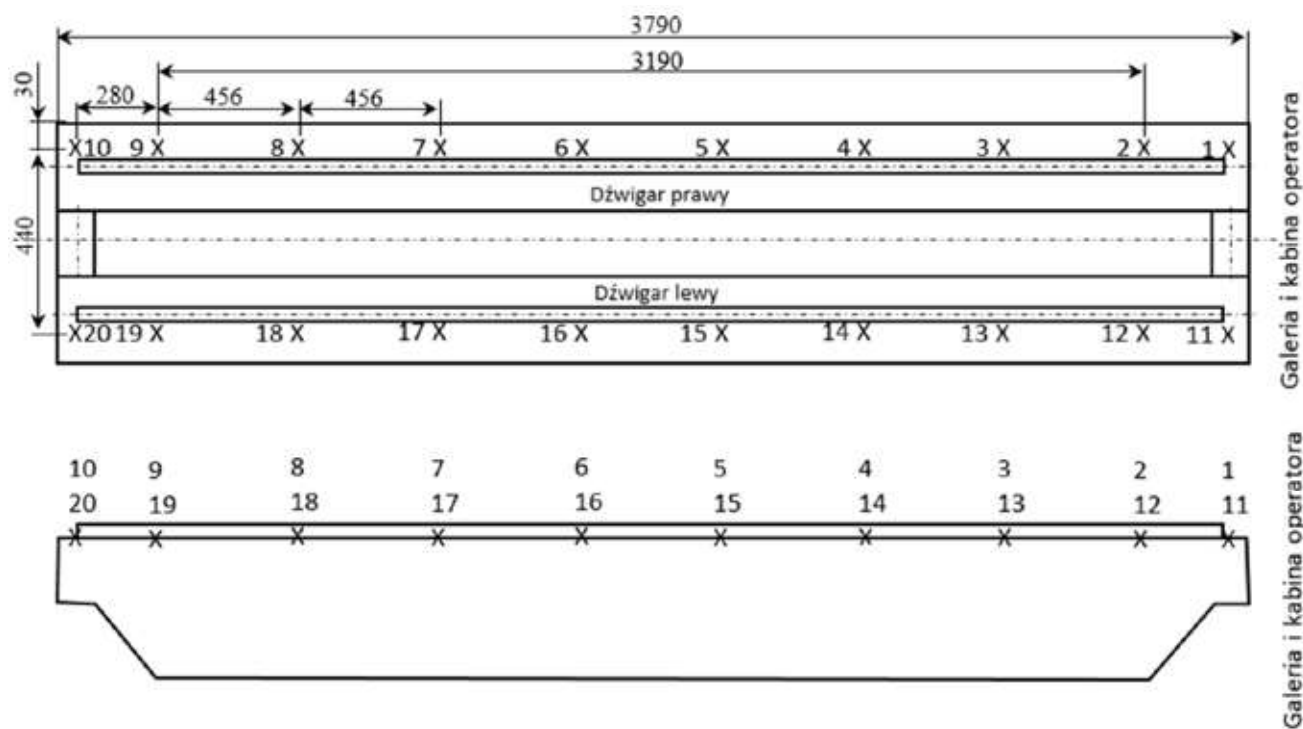
## Klasyfikacja aktywności źródeł emisji akustycznej wg PN-EN 14584:2013-07

Stopień źródła	Definicja/stopień nasilenia	Zalecane działania
I	Źródło nieistotne	Nie są wymagane dalsze działania
II	Źródło mało istotne	Nie są wymagane dalsze działania Źródło do uwzględnienia w następnych badaniach
III	Źródło istotne	Zaleca się badanie innymi metodami nieniszczącymi, zwłaszcza jeżeli źródło jest powiązane z charakterystycznymi elementami urządzenia (np. spoiny króćce, uchwyty, wzmocnienia itd.)
IV	Źródło bardzo istotne	Zanim urządzenie zostanie włączone do eksploatacji, powinna być przeprowadzona dalsza ocena innymi odpowiednimi metodami badań nieniszczących

Tablica 1. Klasyfikacja źródeł AE wg PN-EN 14584:2013-07 i ISO 19835:2018



Rys. 2. Badana suwnica – widok od strony galerii

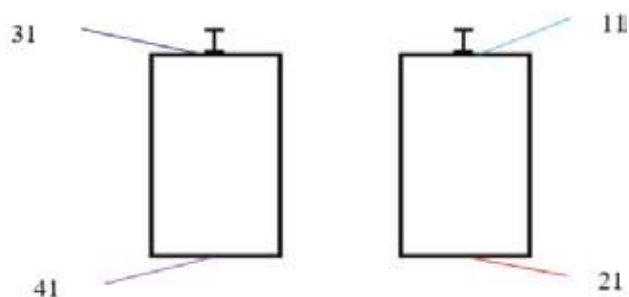


Rys. 3. Schemat rozmieszczenia czujników AE na badanej suwnicy

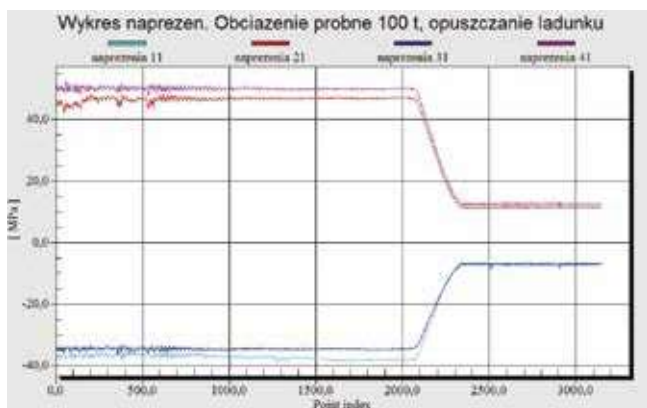
Układ pomiarowy przed badaniami wyzerowano bez obciążenia suwnicy przy położeniu wciągarki w skrajnym położeniu na moście suwnicy, po stronie galerii. Zmierzono i zarejestrowano naprężenia w poszczególnych punktach/tensometrach rozmieszczonych na moście suwnicy.

Suwnica podczas badań AT i ST została obciążona w etapach i w następujący sposób:

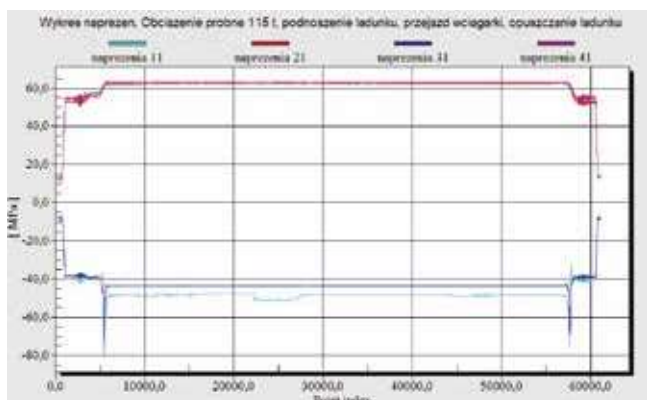
- obciążenia próbne: 100 t oraz 115 t,
- podnoszenie oraz opuszczanie ciężarów,
- podniesienie ciężaru próbnego oraz jazda wózka od położenia środkowego rozpiętości dźwigarów na długości 4 m (2 m w stronę galerii i 2 m w stronę przeciwną).



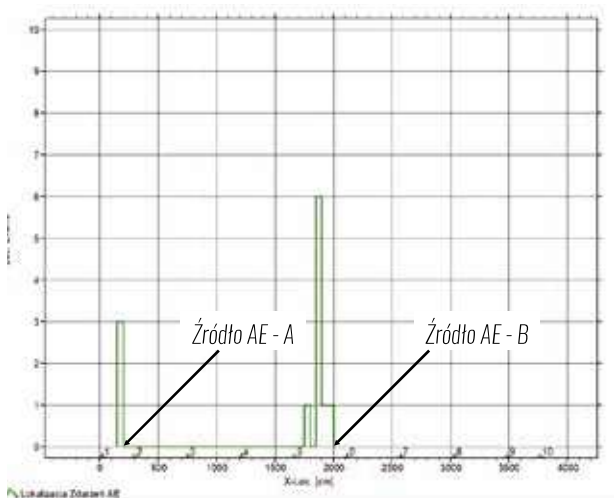
Rys. 4. Schemat rozmieszczenia tensometrów na moście suwnicy – widok od strony galerii



Rys. 5. Naprężenia w poszczególnych punktach na moście suwnicy przy obciążeniu próbnym  $Q_{pr} = 100$  t z opuszczaniem ładunku (pozycja wciągarki podczas próby w środku rozpiętości)



Rys. 6. Naprężenia w poszczególnych punktach na moście suwnicy przy obciążeniu próbnym  $Q_{pr} = 115$  t z podnoszeniem, przejazdem wciągarki, przejazdem suwnicy oraz opuszczaniem ładunku (początek i koniec próby – wciągarka w środku rozpiętości)



Rys. 7. Schemat rozmieszczenia tensometrów na moście suwnicy – widok od strony galerii

### Wyniki badań AT i ST

W trakcie badań podczas obciążania i przejazdu wózka z obciążeniem  $Q = 100$  t stwierdzono różnice w aktywności AE pomiędzy dźwigarami – podwyższoną i zmienną aktywność na dźwigarze prawym oraz mniejszą i również zmienną aktywność na dźwigarze lewym. Zlokalizowano dwa źródła AE oznaczone A i B na dźwigarze prawym (patrząc od strony galerii). Źródła A i B zakwalifikowano do stopnia II (źródła mało istotne).

Źródło A zlokalizowano na 1,75 m (od strony galerii) dźwigarza prawego. Źródło B zlokalizowano na 19 m metrze (od strony galerii) dźwigarza prawego. Lokalizację źródeł pokazano na rys. 5. Na rys. 6 i 7 pokazano wykresy naprężeń w poszczególnych punktach (11, 21, 31 i 41) na dźwigarach suwnicy, w zależności od ciężaru próbnego i położenia wózka z tym ciężarem.

### Podsumowanie wyników badań

- Badanie metodą AE (badanie AT) wraz z badaniami tensometrycznymi (badanie ST) suwnicy zostało przeprowadzone w trakcie prób obciążeniowych.
- Badanie AT suwnicy ujawniło występowania mało istotnych źródeł AE stopnia II (klasy 1 wg PN-EN 13554:2011) dla warunków obciążeniowych osiągniętych podczas tego badania. Zlokalizowano dwa źródła AE oznaczone A i B na dźwigarze prawym (patrząc od strony galerii).
- W trakcie badania AT podczas obciążania i przejazdu wózka z obciążeniem  $Q_{pr1} = 100$  t stwierdzono różnice w aktywności AE pomiędzy dźwigarami – podwyższoną i zmienną aktywność na dźwigarze prawym oraz mniejszą i również zmienną aktywność na dźwigarze lewym, co może świadczyć o niewielkiej różnicy (asymetrii) w przenoszonym obciążeniu pomiędzy dźwigarami. Wynik badań ST potwierdził niewielką asymetrię w naprężeniach pomiędzy dźwigarami.
- Na podstawie wyników ST można stwierdzić, że konstrukcja nośna suwnicy pracuje w zakresie sprężystym.
- Powyższe wyniki i wnioski z badań AT i ST wskazują na brak przeciwskażeń do dalszej eksploatacji badanej suwnicy.

