

mgr inż. Maciej Kożuch\*  
dr hab. inż. Wojciech Lorenc\*  
mgr inż. Sławomir Rowiński\*

# Nowe stanowisko do badań niszczących w Instytucie Budownictwa Politechniki Wrocławskiej

*New test stand for destructive research in the Institute of Building Engineering at Wrocław University of Technology*

**D**ecyzja o budowie nowego dużego stanowiska do badań niszczących w Instytucie Budownictwa Politechniki Wrocławskiej została podjęta po zrealizowaniu dwóch dużych projektów międzynarodowych (PRECOBEAM, ELEM), które okazały się użytecznym poligonem do różnego typu badań niszczących elementów stalowych, betonowych i zespolonych pod obciążeniem statycznym i cyklicznym. Dysponując odpowiednim doświadczeniem zarówno w zakresie samych badań, jak i w problematyce eksploatacji oraz użyteczności stanowisk badawczych w innych europejskich ośrodkach badawczych, pracownicy Katedry Konstrukcji Metalowych podjęli się zadania zaprojektowania i realizacji nowego stanowiska, które umożliwi w przyszłości prowadzenie badań niemożliwych obecnie do zrealizowania przez jednostkę.

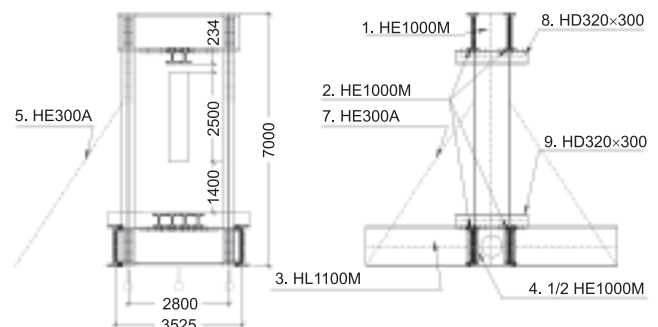
## Problemy dotyczące eksploatacji stanowisk do badań niszczących

W ramach projektów międzynarodowych autorzy wielokrotnie dyskutowali z partnerami z innych jednostek na temat problemów eksploatacji stanowisk, takich jak zakres obciążeń, gabaryty badanych elementów, łatwość adaptacji do różnych typów badań itd. Tematem szczególnie istotnym była przydatność do badań pod obciążeniami cyklicznymi, w szczególności badań zmęczeniowych. Po przeanalizowaniu doświadczeń kolegów z Monachium, Akwizgranu oraz własnych w ramach badań na Politechnice Wrocławskiej, a także w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów zdecydowano się zaprojektować stanowisko, którego parametry zostały omówione w dalszej części artykułu. Szczególną uwagę zwrócono na problemy związane z pękaniem zmęczeniowym zarówno samej ramy, jak i obciążeniami cyklicznymi śrub fundamentowych, w tym ich zmęczeniu. Analizując przeprowadzane dotychczas badania założono, że rama ma umożliwiać badanie elementów długości do 7 m, szerokości 2,4 m i wysokości 1,4 m pod obciążeniem statycznym i cyklicznie zmiennym, tzn. jest przystosowana do badań zmęczeniowych. Wymiary ramy będzie można zwiększyć, stosując odpowiednie zabiegi konstrukcyjne. Ramę zaprojektowano z kształtowników walcowanych przy następujących założeniach:

- siły „zamykają się w konstrukcji” bez przekazywania na fundament;

- wszystkie połączenia wykonywane są na śruby jako zakładkowe sprężane;
- maksymalna siła przy obciążeniu statycznym 12 MN;
- maksymalna zmiana siły przy obciążeniu cyklicznym 2 MN.

Konstrukcję ramy pokazano na rysunku 1. Zaprojektowano ją ze stali S460M, z kształtowników HL1100M, HE1000M, HD320x300, HE300A. Całkowita masa stali w konstrukcji to ok. 30 t. Wszystkie elementy są grubościennie, nie występuje w nich problem utraty stateczności lokalnej ścianek profili. Połączenia zaprojektowano jako styki zakładkowe sprężane śrubami M24 klasy 10.9. Liczba śrub w konstrukcji to ok. 900 sztuk.



Rys. 1. Schemat konstrukcyjny projektowanej ramy

Rama składa się z podstawowego układu poprzecznego, tj. słupów (1), poprzecznic (2) – górnych i dolnych oraz elementów dodatkowych. Podstawowy układ zapewnia „zamknięcie sił w konstrukcji”. Elementy dodatkowe to:

- belki podłużne (3) wraz z ruchomymi niezależnymi elementami poprzecznymi (4+5+6) zapewniającymi możliwość badania elementów różnej długości;
- elementy formujące oparcie (8, 9);
- zastrzały (7) zapewniające stateczność i zapobiegające wpadnięciu konstrukcji w rezonans pod obciążeniem dynamicznym.

Planuje się przytwierdzenie konstrukcji do podłoża w wybranych punktach pod belkami podłużnymi za pomocą przekładek elastycznych.

## Podstawowe problemy projektowe i wykonawcze

Przeprowadzanie badań pod obciążeniem statycznym nie rodzi większych problemów, decydują gabaryty i nośność stanowiska. Natomiast przeprowadzanie badań pod

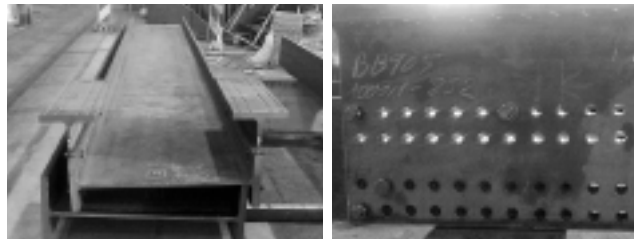
\* Politechnika Wroclawska

obciążeniem cyklicznym/dynamicznym jest znacznie bardziej skomplikowane. Uwzględniając charakter badań, w takim przypadku decydującym kryterium projektowym jest sztywność konstrukcji. Przewidziano odpowiednio duże przekroje słupów i belek poprzecznych ramy. W przypadku obciążenia elementów o małych gabarytach (bez konieczności wykorzystywania belek podłużnych) sztywność stanowiska w zasadzie może być „pomijalna”. W przypadku wykorzystywania belek podłużnych, tj. przy badaniu elementów belkowych o rozpiętości do 7 m, decydujące są ugięcia belek podłużnych. Obliczona sztywność konstrukcji wynosi 1 MN/0,63 mm, co jest wystarczające nawet przy obciążeniu cyklicznym o znacznej wartości.

Kluczowym rozwiązaniem jest węzeł, w którym połączone są belki podłużne, słupy oraz belki poprzeczne. Na rysunku 2 przedstawiono element nr 3, tj. belkę podłużną. Podstawowym problemem jest odpowiednie spasowanie elementów (sprężone styki) i dlatego już podczas realizacji konstrukcji stalowej, po konsultacjach z wytwórnią, zdecydowano się na zwiększenie średnicy niektórych otworów z 24 mm do 28 mm.

### Realizacja konstrukcji

Konstrukcję stalową wytworzono w Luksemburgu. Tam też przeprowadzono próbną montaż elementów podstawowych (fotografia 1 i 2). Uwagę zwraca duża liczba otworów, które wywiercono w ściankach o dużej grubości. Elementy prze-



Fot. 1. Próbną montaż konstrukcji w Luksemburgu

Fot. ArcelorMittal



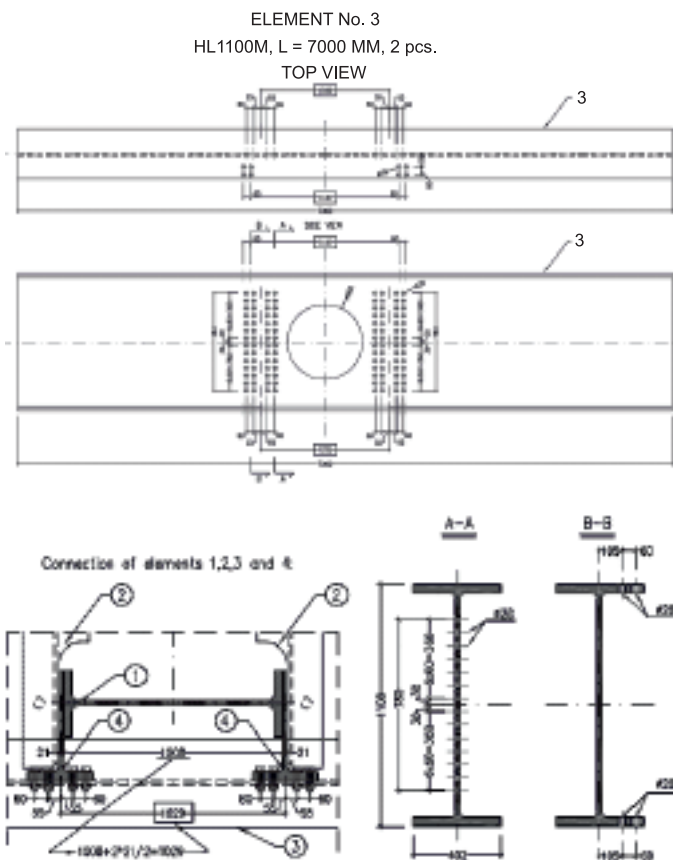
Fot. 2. Elementy złożone w hali laboratorium I-2 na Politechnice Wrocławskiej

Fot. Autorzy

transportowano do Polski na teren Politechniki Wrocławskiej, gdzie są przygotowane do skręcenia i malowania. Na potrzeby realizacji robót konieczne było przeprowadzenie specyficznej procedury formalnoprawnej uwzględniającej m.in. sporządzenie indywidualnej umowy pomiędzy uczelnią a dostawcą konstrukcji z Luksemburga. Aspekty formalnoprawne okazały się nie mniej skomplikowane niż strona techniczna. Przetransportowana konstrukcja czeka w hali laboratorium na montaż. Autorzy mają nadzieję, że przyczyni się ona w przyszłości do sprawniejszego prowadzenia badań. Pełna funkcjonalność stanowiska będzie możliwa po podłączeniu pomp o dużej wydajności i siłownika do badań cyklicznych o dużej amplitudzie siły.

### Abstract

This paper presents the implementation of the project of new, large stand for destructive tests in the Institute of Building Engineering at Wrocław University of Technology. The decision to build the stands was taken after the completion of two large international projects (PRECOBEAM, ELEM), which proved to be a useful testing ground for various destructive testing of steel, concrete and composite construction under static and cyclic load. New stand will enable the future research, that aren't currently achievable by the institute.



Rys. 2. Belka podłużna i węzeł łączący belkę podłużną z poprzeczną i słupem: 1 – słup; 2 – poprzeczna dolna; 3 – belka podłużna; 4 – belka dodatkowa