

## LOAD-BEARING CAPACITY OF HYBRID TIMBER-GLASS BEAMS

Marcin KOZŁOWSKI <sup>a</sup>, Jacek HULIMKA <sup>b</sup>

<sup>a</sup> MSc; Faculty of Civil Engineering, The Silesian University of Technology, Akademicka 5, 44-100 Gliwice, Poland  
E-mail address: [marcin.kozlowski@polsl.pl](mailto:marcin.kozlowski@polsl.pl)

<sup>b</sup> Associate Prof.; Faculty of Civil Engineering, The Silesian University of Technology, Akademicka, 44-100 Gliwice, Poland;  
E-mail address: [jacek.hulimka@polsl.pl](mailto:jacek.hulimka@polsl.pl)

Received: 15.01.2014; Revised: 15.03.2014; Accepted: 23.06.2014

### Abstract

The conservative approach to design timber-glass structural elements assumes that a glass pane only fills a load-bearing frame and does not contribute in the total load-bearing behavior of the component. This study is based on a different assumption – that timber and glass components work together to carry external loads. The objectives were to develop the knowledge about mechanical co-operation, mechanism of failure and post-breakage strength of adhesively bonded hybrid timber-glass beams. A sample of nine 300 mm high and 1800 mm long hybrid beams bonded with three types of adhesives: acrylate, silicone sealant and polymer based on polyurethane resin were built and tested in four-point bending test. To simulate the behaviour of the hybrid beams numerical models which include a simplified method of modelling cracks in the glass web were made. Additionally, a modified  $\gamma$ -method included in PN-EN 1995-1-1 was proposed to estimate the load at which the glass fails. The results show that the hybrid timber-glass beams are able to withstand a much higher load than the load that causes initial failure of the glass web. This solution provides ductility and a warning signal relatively long before the total collapse. The highest post-breakage residual strength is presented by the beams bonded with acrylate adhesive. Despite the lower load-bearing capacity, the beams bonded with silicone sealant and polymer allow for much greater deformations. The modified  $\gamma$ -method and numerical models simulate correctly the linear-elastic behaviour of the beams and estimate the load at initial failure of glass with good accuracy.

### Streszczenie

Tradycyjne podejście do projektowania elementów szklano-drewnianych bazuje na założeniu, że szklana tafla jedynie wypełnia nośną, drewnianą ramę, a tym samym nie uczestniczy w aktywnym przenoszeniu obciążeń zewnętrznych. Przedstawiony w artykule projekt badawczy zakłada, że komponenty wykonane ze szkła i drewna współpracują ze sobą, tworząc synergiczną hybrydę. Głównym celem projektu jest rozwinięcie wiedzy na temat mechanicznej współpracy komponentów belki, w tym opisanie przebiegu zniszczenia i określenie nośności poawaryjnej hybrydowych belek drewniano-szklanych z połączeniami klejowymi. W artykule przedstawiono wyniki badań modelowych dziewięciu hybrydowych belek drewniano-szklanych o wysokości 300 mm i długości 1800 mm klejonych przy wykorzystaniu klejów konstrukcyjnych o różnej sztywności (klej akrylowy, poliuretanowy i silikon strukturalny) w próbie czteropunktowego zginania. Dodatkowo, przedstawiono wyniki analiz numerycznych oraz propozycję rozwiązania analitycznego w postaci zmodyfikowanej metody gamma zawartej w normie PN-EN 1995-1-1. Wyniki badań modelowych potwierdzają wysoką nośność poawaryjną hybrydowych belek drewniano-szklanych; siła przy całkowitym zniszczeniu belek jest kilkakrotnie wyższa od tej, która powoduje powstanie pierwszej rysy w szklanym środkiku. Połączenie szklanego środkika i drewnianych pasów sprawia, że hybrydowe belki niszczą się w sposób ciągły, a tym samym belka dostarcza sygnał ostrzegawczy na długo przed całkowitym zniszczeniem. Najwyższą sztywność i nośną poawaryjną osiągają belki łączone przy wykorzystaniu kleju akrylowego. Belki z klejem poliuretanowym i silikonem strukturalnym, pomimo niższej nośności i sztywności, ulegają zniszczeniu przy znacznie większych wartościach ugięć. Zmodyfikowana metoda gamma, jak i modele numeryczne poprawnie symulują zachowanie belek w fazie sprężystej oraz pozwalają na określenie z dużą dokładnością siły rysującej szklany środkik.

Keywords: Glass; Hybrid glass beams; Adhesives; Post-breakage strength; Ductility.