

# Wpływ sezonowej zmienności właściwości biomechanicznych wybranych gatunków roślin zakorzenionych w wodach płynących na opory przepływu

## Streszczenie

W niniejszej pracy doktorskiej podjęty został problem sezonowej zmienności właściwości biomechanicznych wybranych gatunków roślin wodnych zakorzenionych w wodach płynących i ich wpływ na opory przepływu. Celem pracy było przeprowadzenie szeregu testów biomechanicznych (trzy punktowego zginania oraz rozciągania) na wybranych gatunkach hydrofitów, aby poznać ich sezonowe zmiany we właściwościach biomechanicznych, które definiują różnorodność zachodzących procesów hydrologicznych w ciekach, np. intensywności turbulencji przepływu. Na podstawie wyników stworzono model opisujący zależność kluczowej cechy materiału roślinnego, tj. sztywności łodygi  $EI$  od jej średnicy, przyczyniającej się do określenia wielkości tworzących się oporów przepływu w oparciu o znajomość morfologii rośliny. Wartości  $EI$  mogą być wyznaczone przy użyciu podejścia, zawierającego wpływ sezonowości modułu sprężystości oraz morfologii rośliny; lub podejścia, w którym zmiany w średnicy łodyg odgrywają mniejszą rolę. Ponadto opracowano nowatorską metodę przeprowadzania testów biomechaniki roślin wodnych w warunkach „na mokro”, eliminującą błąd w pomiarach spowodowany szybkim wysychaniem próbek. Wyniki pokazały, że na zmiany w zachowaniu mechanicznym roślin wpływ ma ich zróżnicowanie w strukturze i rozwoju, jak również zmieniające się warunki hydrologiczne i meteorologiczne. Sztywność łodygi na zginanie jest cechą o największej wrażliwości na zmiany w reżimie hydrologicznym cieku. Ważnym rezultatem badań jest wykazanie, iż rozpatrywanie pojedynczych przypadków, np. rozważanie biomechaniki roślin w jednym konkretnym stadium rozwoju lub zastosowanie w badaniach laboratoryjnych roślin sztucznych może prowadzić do błędnej interpretacji wyników dotyczących badań sił oporu. Jest to spowodowane zmianami wartości parametrów biomechanicznych w okresie wegetacyjnym roślin wodnych.

**Słowa kluczowe:** roślinność wodna, biomechanika, opory przepływu, hydrodynamika, oddziaływania przepływ-roślina, zginanie, rozciąganie

Anne Zoboła

# The influence of the seasonal variability of biomechanical properties of selected plant species rooted in flowing waters on flow resistance

## Abstract

In this thesis, the seasonal variability of biomechanical properties of selected plant species rooted in flowing waters and their influence on flow resistance were investigated. The aim of the work was to conduct a series of biomechanical tests (three-point bending and tension tests) on selected species of hydrophytes to determine their seasonal changes in biomechanical properties, which define the diversity of hydrological processes in rivers, e.g., the turbulence intensity. Based on the results, a model that presented the correlation between key parameters of the plant material, i.e., the stem flexural rigidity ( $EI$ ) and its diameter, was developed, which was used to determine the size of the flow resistance based on the knowledge of plant morphology.  $EI$  values may be calculated using a detailed approach that includes the effect of the seasonality of the flexural modulus and plant morphology, or a general approach, in which changes in the diameter of the stem play a small role. Moreover, an innovative biomechanical measurement method for aquatic plants in wet conditions was developed, which eliminated the measurement errors caused by the rapid drying of specimens. The results showed that the influence on the changes in the mechanical behaviors of plants differs with the structure and growth stage of the plant, as well as with the changes in hydrological and meteorological conditions. The flexural rigidity of the stem is the property with the highest sensitivity to hydrological variations in the river. The important result of this research is the confirmation that the consideration of individual cases, e.g., biomechanical traits of a plant at one specific stage of development, or the use artificial plants in laboratory experiments, may lead to misinterpretation of the results of drag force calculations. This misinterpretation is due to the changes in biomechanical properties during the vegetation period of aquatic plants.

**Keywords:** aquatic plants, biomechanics, drag force, hydrodynamics, flow-biota interactions, bending, tension

Anne Zoboda