

Streszczenie

Ocena przepustowości terenów zalewowych na podstawie danych lidarowych

W pracy podjęto próbę opracowania metodyki umożliwiającej wykorzystanie danych chmury punktów pozyskanej za pośrednictwem lotniczego skaningu laserowego (LiDAR) do budowy numerycznego modelu szorstkości, reprezentującego parametry szaty roślinnej w dwuwymiarowych, matematycznych modelach hydrodynamicznych. Do badań wytypowano dwa odcinki badawcze zlokalizowane w środkowym biegu rzeki Warty. Na obu tych odcinkach przeprowadzono niwelację śladów zwierciadła wielkiej wody po powodzi w 2010 roku. Ponadto, na drugim odcinku badawczym, wykorzystano dane pochodzące z profilu wodowskazowego w Nowej Wsi Podgórnej. Dane te wykorzystano w procesie obliczeń, kalibracji i weryfikacji dwuwymiarowych, matematycznych modeli hydrodynamicznych, opracowanych dla obu odcinków badawczych.

W kolejnym etapie pracy, dane LiDAR posłużyły do wyodrębnienia pięter roślinności i przypisania im wstępnych wartości współczynników szorstkości Manninga. Opracowane w ten sposób numeryczne modele szorstkości zaimplementowano w dwuwymiarowych, matematycznych modelach hydrodynamicznych na obu odcinkach badawczych. Wyniki obliczeń pozwoliły na wstępną weryfikację możliwości zastosowania danych LiDAR do opracowania numerycznego modelu szorstkości. Zostały także wykorzystane podczas wykonywania pomiarów terenowych związanych z określeniem parametrów roślinności. Pomiarów wykonano na 54 poletkach badawczych za pomocą urządzenia LAI-2000, aparatu fotograficznego oraz skanera naziemnego. Na podstawie zgromadzonych danych uzyskano wartości wskaźników LAI , A_{tot} oraz LPI , a następnie poszukiwano związków korelacyjnych z wskaźnikiem LPI uzyskanym w oparciu o analizę danych LiDAR. W tej części pracy podjęto także próbę ustalenia właściwych składowych do formuły, pozwalającej na obliczenie wskaźnika LPI .

Analiza wyników uzyskanych z lotniczego skaningu laserowego dotyczących roślinności na terenach zalewowych wykazała, że stosowanie uproszczonych modeli odwołujących się tylko do parametrów związanych z wysokością roślin (tzw. piętrowość roślinności) nie gwarantuje uzyskania odpowiedniej dokładności modelu szorstkości terenu. Roślinność charakteryzująca się podobną wysokością, może istotnie różnić się strukturą, gęstością oraz składem gatunkowym. Zaproponowana w pracy metoda analizowania tylko zanurzonej części roślin, której struktura aktywnie wpływa na warunki przepływu jest rozwiązaniem bardziej optymalnym i dokładniejszym.

Obliczenie wartości wskaźnika LPI zgodnie z zaproponowaną w pracy metodą, umożliwiło ustalenie oraz zastosowanie zależności pomiędzy wartościami wskaźnika LPI , a wartościami współczynnika szorstkości n wg. Manninga. Zależność ta została zastosowana do opracowania numerycznego modelu szorstkości w matematycznym modelu hydraulicznym. Wyniki obliczeń modelowych, zweryfikowane na podstawie analizy przejścia fali powodziowej na wybranym odcinku rzeki Warty, potwierdziły założenia tezy badawczej, że możliwe jest zastosowanie LPI jako wskaźnika reprezentującego zróżnicowanie przestrzenne struktury szaty roślinnej. Wskaźnik ten odniesiony do zanurzonej części roślin może być z powodzeniem stosowany w analizie pokrycia terenu, służącej do oceny przepustowości terenów zalewowych.

Słowa kluczowe: Modele hydrodynamiczne 2D, wyznaczanie szorstkości terenów zalewowych, LiDAR, TLS, LAI-2000.



Abstract

The assessment of the capacity of floodplains based on the LiDAR data

The paper attempts to develop a methodology enabling the use of point cloud data obtained by means of aerial laser scanning (LiDAR) for the construction of a numerical roughness model, representing plant vegetation parameters in two-dimensional, mathematical hydrodynamic models. Two research sections located in the middle course of the Warta River were selected for the study. On both sections, the traces of the great water after the flood in 2010 were measured. In addition, on the second research section, data from the water gauge in Nowa Wieś Podgórna were used. These data were used in the process of calculation, calibration and verification of two-dimensional, mathematical hydrodynamic models developed for both research sections.

In the next stage, LiDAR data was used to isolate the vegetation floors and assign preliminary values of Manning roughness coefficients to them. The numerical roughness models developed in this way were implemented in two-dimensional, mathematical hydrodynamic models on both test sections. The results of the calculations allowed for the initial verification of the possibility of using LiDAR data to develop a numerical roughness model. These results were also used during field measurements related to the determination of vegetation parameters. The measurements were made on 54 research plots using the LAI-2000 device, a photographic camera and a terrestrial laser scanner. On the basis of the collected data, the values of LAI , A_{tot} and LPI indicators were obtained, and then correlations with the LPI based on LiDAR data analysis, were searched for. In this part of the work, an attempt was made to determine the right components for the formula, allowing for the calculation of the LPI index.

The analysis of the results obtained from aerial laser scanning of vegetation in floodplains showed that the use of simplified models referring only to parameters related to the height of plants (so-called vegetation heights) does not guarantee, that the roughness model of the terrain is adequate. Vegetation characterized by a similar height, can significantly differ in structure, density and species composition. The method of analyzing only the submerged part of plants proposed in the work, whose structure actively influences flow conditions is a more optimal and more accurate solution.

The calculation of the LPI value in accordance with the method proposed in the work, allowed to determine and apply the relationship between the LPI index values and the values of the Manning's roughness coefficient n . This relationship was used to develop a numerical roughness model in a mathematical hydraulic model. The results of model calculations, verified on the basis of the analysis of the flood wave on a selected section of the Warta River, confirmed the assumptions of the research thesis that it is possible to use LPI as an indicator representing the spatial diversity of the vegetation structure. Indicator referring to the submerged part of plants can be successfully used in the analysis of land cover, used to assess the capacity of floodplains.

Keywords: 2D hydrodynamic models, determination of the roughness of floodplains, LiDAR, TLS, LAI-2000.

