

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu niepewności danych, tj. przepływów, topografii terenu i współczynników szorstkości oraz interakcji niepewności tych danych na wyniki modelowania stref zagrożenia powodziowego. Analizę przeprowadzono na przykładzie fragmentu doliny rzeki Ner o długości 7,2 km, położonego powyżej profilu wodowskazowego Dąbie. W pierwszym etapie pracy dokonano kalibracji modelu HEC-RAS i utworzono deterministyczną strefę zagrożenia powodziowego dla przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia 1%. Stanowiła ona strefę porównawczą. Następnie dokonano analizy danych wejściowych do modelowania hydrodynamicznego pod kątem zakresu ich niepewności. Analiza niepewności przeprowadzona została w trzech wariantach. W pierwszym przeanalizowano wpływ niepewności pojedynczego parametru na wyniki modelowania za pomocą metody FOA. W drugim przeanalizowany został wpływ interakcji niepewności dwóch parametrów za pomocą metody HSY. W trzecim wariantcie przeanalizowano wpływ interakcji niepewności trzech parametrów za pomocą metody GLUE. Wszystkie metody wykorzystują symulacje Monte Carlo, które polegają na przeprowadzeniu wielokrotnych symulacji wykorzystując parametry losowane według rozkładów ich błędów. Przeprowadzone analizy wykazały, że niepewność danych wejściowych oraz ich interakcje mają duży wpływ na wyniki modelowania. Oznacza to, że nieuwzględnianie niepewności danych wejściowych w procesie modelowania stref zagrożenia powodziowego może prowadzić do błędnych wyników. Strefy wyznaczone metodami deterministycznymi nie obrazują w pełni zagrożenia związanego z wystąpieniem powodzi. W następnym etapie opracowano probabilistyczną strefę zagrożenia powodziowego, która uwzględnia niepewność danych wejściowych. W odróżnieniu od strefy deterministycznej, nie jest ona ograniczona wyraźną granicą, a jej zasięg ma postać rozmytą, przedstawiającą prawdopodobieństwo wystąpienia zalewu podczas powodzi. Szerokość poszczególnych przedziałów prawdopodobieństwa świadczy o jakości wykorzystanych danych. Przeprowadzone analizy wykazały, że największy wpływ na modelowanie stref zagrożenia powodziowego w dolinie rzeki Ner ma niepewność współczynników szorstkości, a najmniejszy niepewność przepływów. Probabilistyczne strefy zagrożenia powodziowego nie są powszechnie wykorzystywane w praktyce ze względu na dużą czasochłonność, spowodowaną koniecznością wielokrotnego przeprowadzania symulacji metodą Monte Carlo. Aby przyspieszyć i zautomatyzować proces tworzenia stref probabilistycznych, opracowano narzędzie StrefaMC, w środowisku ArcGIS, które wykorzystując dane z modelowania hydrodynamicznego przyspiesza tworzenie stref 28-krotnie.

Słowa kluczowe: Strefy zagrożenia powodziowego, niepewność, FOA, HSY, GLUE

Rafał Wąsylewicz

Abstract

The aim of the research was to assess the impact of uncertainties of the input data including discharge, terrain topography and roughness coefficients, and the interactions of these uncertainties on the results of flood inundation modeling. The analyses were conducted on the example of Ner river valley, 7.2 km long, situated above the Dąbie water gauge. In the first stage of the study, the HEC-RAS model was calibrated and the deterministic flood inundation zone for the flow of the exceedance probability of 1% was created. It was assumed to be the reference zone. Then, the input data for hydrodynamic modeling were analyzed in the aspect of their uncertainties. Uncertainty analysis was carried out in three variants. In the first variant, the impact of uncertainty of a single parameter on the modeling results was analyzed using the FOA method. In the second one, the impact of the uncertainties interactions of two parameters was analyzed using the HSY method. In the third variant, the impact of uncertainties of the three parameters was analyzed using the GLUE method. All of these methods are based on the Monte Carlo simulations, in which multiple simulations are performed using the randomized parameters according to their error distribution. The analysis showed that the uncertainties of input data and their interactions have a large impact on the modeling results. This means that failing to take into account the uncertainty of input data in the process of flood plain zones modeling can lead to incorrect results. Flooding zones designated by deterministic methods do not fully reflect the risk associated with the occurrence of floods. In the next stage of the study, a probabilistic flood hazard zone, which takes into account the uncertainties of the input data, was developed. Unlike the deterministic zone, it is not delimited by a clear boundary, but instead its boundary is fuzzy and corresponds to the probability of inundation during the flood. The width of each probability interval indicates the quality of the data employed. The analysis showed that the uncertainty of the roughness coefficients has the biggest impact on flood modeling in the Ner river valley, and uncertainty of the discharges has the smallest impact. Probabilistic flood inundation zones are not commonly used in practice due to a time consuming workflow forced by the need of carrying multiple Monte Carlo simulations. In order to speed up and automate the process of probabilistic flood zones designation, the StrefaMC tool was developed in ArcGIS software. StrefaMC uses data from hydrodynamic model and accelerates the creation of flood probabilistic zones 28 times.

Keywords: Flood inundation map, uncertainty, FOA, HSY, GLUE

Rafał Wągiel