

Hadush K. Meresa

Modelowanie hydrologicznych wartości ekstremalnych w warunkach przyszłych zmian klimatu

Zmiana klimatu należy do jednego z najbardziej palących zagadnień środowiska i jest tematem badań w prawie wszystkich dziedzinach wiedzy (naukowych, politycznych, medialnych, społecznych i środowiskowych) na całym świecie. Europa odpowiada za mniej niż 6% przyczyn globalnych zmian klimatu, ale jego wpływ na ten rejon może być bardzo znaczący w zakresie hydrologicznych ekstremów. Jak wykazano w wielu publikacjach oraz w niniejszej pracy doktorskiej, rejon ten jest podatny na zmianę klimatu i zmiana ta jest już widoczna w postaci zmian reżimu powodzi oraz zwiększonej intensywności ekstremalnych powodzi i susz.

Celem tej pracy jest określenie potencjalnego wpływu zmian klimatu na ekstrema hydrologiczne oraz oszacowanie niepewności dla wybranych prawie naturalnych zlewni w Polsce i Norwegii. Praca została oparta na czterech publikacjach z listy filadelfijskiej.

Wiele badań naukowych, łącznie z niniejszą rozprawą doktorską, wskazuje na zwiększone ryzyko powodzi i susz w większości krajów europejskich. Globalne ocieplenie bezpośrednio oddziałuje na temperaturę, parowanie oraz opady, i w związku z tym, również ma wpływ na częstość występowania, intensywność, i wielkość hydrologicznych zjawisk ekstremalnych. Krytycznym problemem jest określenie zarówno wpływu jak i niepewności związanych z wpływem tych zmian na hydrologiczny cykl w przyszłości. Kiedy zmiany w składnikach bilansu hydrologicznego będą znane, można będzie oszacować przyszłe zmiany ekstremalnych zjawisk hydrologicznych stosując gamę modeli deterministycznych i statystycznych.

W pracy zanalizowano trendy projekcji zmiennych klimatycznych i hydrologicznych oraz ciągów ich wartości ekstremalnych za pomocą konwencjonalnych i nowych metod statystycznych, włączając metodę Mann-Kendall, i zmodyfikowaną metodę Mann-Kendall, jak również za pomocą metod opartych na dyskretnej transformacji falkowej (DWT) i metody dynamicznej regresji harmonicznej (DHR). Trendy zależą od specyficznych hydroklimatycznych warunków w zlewniach oraz reżimu powodzi. Wszystkie zastosowane metody potwierdziły, że w zlewniach o deszczowym reżimie powodzi, wzrost wysokości opadów prowadzi do wzrostu przepływów średnich i wysokich oraz silnych zmian sezonowych. Natomiast w zlewniach o powodziach związanych z topnieniem śniegu, wzrostowi średnich przepływów nie towarzyszy wzrost przepływów wysokich, a nawet może występować malenie maksymalnych rocznych przepływów.

Niskie przepływy wskazują dodatni trend we wszystkich badanych polskich zlewniach z wyjątkiem Mysli i Białej Tarnowskiej, podczas gdy w Norwegii większość badanych zlewni pokazuje ujemny trend z wyjątkiem Polmak i Atnasjo. Ponadto, w większości badanych zlewni trendy uzyskane z analizy 130-letnich ciągów projekcji nie są spójne z trendami uzyskanymi w wyniku analizy 30-letnich ciągów projekcji.

Zanalizowano projekcje hydro-meteorologicznej suszy dla Polski posługując się wskaźnikami suszy SPI (Standardized Precipitation Index), SPEI (Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index) oraz SRI (Standardized Runoff Index). Projekcje SPEI wskazują na najbardziej suche warunki w zlewniach w dalekiej przyszłości (2071-2100) w porównaniu z

pozostałymi wskaźnikami. W szczególności, badania wskazują, że częstość suszy już wzrosła w zlewniach Guber, Myśla i Lasica.

Zbadano trzy źródła niepewności związane z określaniem zmienności hydrologicznych zjawisk ekstremalnych bazując na projekcjach przyszłego klimatu. Pierwsza z nich to niepewność parametrów modelu hydrologicznego, druga to niepewność projekcji klimatycznych a trzecia jest związana z niepewnością parametrów rozkładu teoretycznego zmiennych ekstremalnych. Niepewność parametrów modelu hydrologicznego została zmniejszona dzięki zastosowaniu GLUE (Generalised Likelihood Uncertainty Estimation) oraz zastosowaniu dwóch odrębnych kryteriów dla przepływów niskich i wysokich. Analiza wrażliwości z zastosowaniem ANOVA wskazuje, że niepewność związana z parametrami modelu hydrologicznego może być większa od pozostałych źródeł niepewności dla przepływów niskich, natomiast dla wysokich przepływów większa niepewność pochodzi od modeli klimatu i dopasowania rozkładu niż od niepewności związanej z parametrami modelu hydrologicznego. Z analizy wynika, że ignorowanie któregośkolwiek z badanych źródeł niepewności może prowadzić do dużego ryzyka w procesach adaptacji do zjawisk ekstremalnych oraz planowaniu i gospodarce wodnej. Ponadto wykazano, że analiza względnych zmian w projekcji przyszłych zjawisk ekstremalnych z wykorzystaniem 30-letnich ciągów czasowych może prowadzić do błędnych oszacowań, które nie są odzwierciedlone w 130-letnich ciągach projekcji. Ten brak spójności może być wytłumaczony dużą niepewnością oszacowań zmian oraz niestacjonarnością badanych procesów hydro-meteorologicznych.

