

Emilia Kramuz

## **Wpływ zmian klimatu oraz użytkowania terenu na przepływy środkowej Wisły**

Głównym celem realizowanym w ramach rozprawy doktorskiej była detekcja zmian uwarunkowań przepływu środkowej Wisły w odniesieniu do zmian środowiskowych w obrębie koryta rzecznego. W pracy przyjęto hipotezę badawczą zakładającą, iż zmiany warunków przepływu przekładają się na zmiany reżimu przepływu a dostępne dane obserwacyjne są nośnikiem informacji o tych zmianach. Kluczowym zadaniem rozprawy było wypracowanie metodyki pozwalającej na separację zależności przyczynowo-skutkowej badanych zmian.

Duże wyzwanie stanowiła separacja sygnału umożliwiająca odfiltrowanie sygnału zmian naturalnych, generowanych głównie przez naturalną zmiennością klimatyczną od zmian warunków przepływu w korycie rzeczonym wynikających z oddziaływań antropogenicznych takich jak celowe kształtowanie warunków przepływu. Weryfikacja hipotezy opierała się na wieloaspektowej analizie danych hydrometeorologicznych, z zastosowaniem nowatorskiego podejścia do analizy zmian reżimu rzeczno.

W pracy dokonano przekształceń oryginalnych danych pomiarowych tak aby przetransformowane zmienne zawierały wyłącznie informację o warunkach przepływu w korycie. Tak wygenerowane chronologiczne ciągi danych miały odzwierciedlać przepustowość koryta rzeczno. W tym celu zastosowano trzy odrębne podejścia do transformacji danych pomiarowych uzyskanych ze stacji wodowskazowych umieszczonych wzdłuż badanego odcinka rzeki.

Pierwszą z metod była analiza zmienności poziomów wody dla ustalonego przepływu (SGA - Specific Gauge Analysis). Metoda ta polega na wyznaczeniu krzywych przepływu dla każdego roku z badanego okresu oraz każdej stacji wodowskazowej, a następnie generowaniu ciągów poziomów wody odpowiadających ustalonej wartości przepływu. W pracy zastosowano wartości kwantyli przepływu o prawdopodobieństwie przewyższenia od 0.25 do 0.99. SGA jest wygodnym narzędziem pozwalającym na ilustracje zmian w geometrii kanału lub w dynamice przepływu w analizowanym okresie czasu. Poprzez ustalenie wartości przepływu, SGA odseparowuje zmienność klimatyczną. Było to pierwsze zastosowanie tej metody dla rzek polskich.

Drugą z zastosowanych metod była autorska metoda Analiza Znormalizowanych wartości Różnic Kwantyli (ARZK). Metoda ta polega na analizie różnic kwantyli przepływów lub poziomów wody na sąsiednich stacjach wodowskazowych położonych wzdłuż badanego ciek. Różnice te obrazują zmienność warunków przepływu, ich interpretacja zależy od wyboru wielkości porównywanej (kwantyl poziomów wody lub przepływu). Podobnie jak w poprzedniej metodzie różnicowanie pozwala odfiltrować zmienność spowodowaną warunkami klimatycznymi lub zlewniowymi. Normalizacja kwantyli pozwala na porównywalność zmienności badanych wielkości wzdłuż ciek.

Ostatnią z zastosowanych metod była Stochastyczna Funkcja Przejścia (SFP), opisująca zmienność dynamiki przepływu pomiędzy poszczególnymi wodowskazami. Podobnie jak dwie poprzednie metody nie jest ona wrażliwa na zmienność przepływu związaną ze zmianami klimatu i zmianami użytkowania zlewni. Dynamika przepływu badanych odcinków rzeki określona zostaje stałą czasową funkcji przejścia.

Zastosowane metody okazały się skutecznym narzędziem do detekcji zmian warunków przepływu. Zaobserwowane kierunki zmian wykazały spójny obraz przekształceń zachodzących w korycie. Te same kierunki zmian obserwowano dla odcinka Annopol-Puławy oraz Gusin-Warszawa Nadwilanówka w ramach trzech podejść. Na tych odcinkach zaobserwowano wzrost przepustowości koryta rzecznoego indukowany erozją denną. Przeprowadzona analiza wskazała, że podstawowym czynnikiem wpływającym na przepływy środkowej Wisły są procesy morfogenetyczne kształtujące geometrię koryta rzecznoego.

*Emilia Karamuz*