

Temperatura wody i występowanie zjawisk lodowych należą do podstawowych charakterystyk rzek, które wpływają na przebieg wielu procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych. Determinują one właściwości fizyczne wody (np. jej gęstość), zawartość rozpuszczonych gazów (np. tlenu) oraz tempo zachodzenia reakcji chemicznych. Zjawiska lodowe przekształcają warunki hydrodynamiczne w korytach rzek (np. zmieniają prędkość przepływu), wpływając również na procesy erozji, transportu i akumulacji. Obecność lodu modyfikuje przestrzenny rozkład tych procesów, zwiększając ich przestrzenną niejednorodność. Termika i zlodzenie rzek odgrywają również istotną rolę w funkcjonowaniu rzecznych ekosystemów. W przypadku temperatury wody wynika to z faktu, że większość organizmów wodnych to zwierzęta zmiennocieplne, których temperatura ciała zależy od temperatury otoczenia. Z kolei lód oddziałuje mechanicznie na organizmy wodne, co może zarówno poprawiać, jak i pogarszać warunki siedliskowe w danym odcinku rzeki. Temperatura wody i obecność lodu mają również duże znaczenie dla działalności człowieka. Zmienność temperatury wpływa na przydatność wody rzecznej w przemyśle i energetyce, może modyfikować jej jakość (np. przez wpływ na rozwój mikroorganizmów), a także oddziałuje na liczebność i skład gatunkowy ryb. Zjawiska lodowe mogą natomiast negatywnie wpływać na infrastrukturę rzeczną oraz powodować powodzie zatorowe. Jednocześnie, w chłodnych regionach świata (np. na Alasce), zamrożone rzeki bywają wykorzystywane jako drogi transportowe.

Na wielu obszarach Ziemi, od drugiej połowy XX wieku, obserwuje się wzrost temperatury wody w rzekach oraz spadek częstości i zasięgu występowania pokrywy lodowej. Główne przyczyny tych zmian to wzrost temperatury powietrza związany ze zmianą klimatu oraz działalność człowieka, w tym emisje zanieczyszczeń termicznych i funkcjonowanie zbiorników zaporowych. Wzrost temperatury powietrza prowadzi do podwyższenia temperatury wody i ogranicza warunki sprzyjające jej zamarzaniu, co wpływa na rozwój zjawisk lodowych. Działalność zbiorników zaporowych zmniejsza częstość występowania lodu w dolnym biegu rzek, a zwiększa jego akumulację powyżej zapory. Wynika to z ograniczenia migracji lodu wzdłuż rzeki, ogrzewania wody przez zbiornik poniżej jego lokalizacji (w okresie zimowym) oraz zmian reżimu przepływu w wyniku pracy zapory.

Ze względu na złożoność omawianych procesów, czasowa i przestrzenna zmienność temperatury wody oraz zjawisk lodowych pozostaje słabo poznana. Największe ograniczenia badawcze wynikają z niskiej gęstości sieci pomiarowych oraz niskiej jakości dostępnych danych, co utrudnia analizę długoterminowych zmian. Dodatkowym wyzwaniem jest oddzielenie wpływu czynników klimatycznych od skutków działalności człowieka, w tym funkcjonowania zbiorników zaporowych. Szansę na lepsze zrozumienie tych zjawisk stwarza teledetekcja satelitarna, umożliwiającą szczegółowe badania termiki i zlodzenia rzek na dużych odcinkach. Szczególnie obiecujące są również techniki uczenia maszynowego, które pozwalają ilościowo oddzielać wpływ zbiorników zaporowych na termikę i zlodzenie rzek, od wpływu wynikającego z uwarunkowań klimatycznych.

Celem proponowanego projektu jest integracja danych pomiarowych ze stacji naziemnych, danych satelitarnych oraz metod uczenia maszynowego w celu szczegółowego zbadania zmian czasowych i przestrzennych wzorców zlodzenia i termiki Wisły – jednej z najdłuższych rzek w Europie. W projekcie wykorzystane zostaną archiwalne dane pomiarowe, wyniki pomiarów terenowych prowadzonych przez autora, a także dane satelitarne z konstelacji Landsat i Sentinel-2. Zebrane dane zostaną poddane analizie statystycznej i przestrzennej, przy użyciu zaawansowanych narzędzi do analizy danych takich jak Google Earth Engine, pozwalających analizować duże zbiory danych satelitarnych. Z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego i danych satelitarnych określony zostanie wpływ zbiornika zaporowego Włocławek na zmiany reżimu lodowego powyżej i poniżej jego lokalizacji.

W oparciu o innowacyjną metodykę, planowany projekt pozwoli określić, jak w ostatnich dekadach zmieniała się temperatura wody oraz zasięg i czas trwania zjawisk lodowych, a także jakie mechanizmy były odpowiedzialne za te zmiany. Analizy pozwolą wskazać które czynniki i w jakim stopniu przekształcają reżim termiczny i lodowy rzek zarówno w czasie jak i przestrzeni. Projekt przyczyni się również do rozwoju metodologii badań nad termiką i zlodzeniem rzek z wykorzystaniem danych satelitarnych i technik uczenia maszynowego.