

Bydgoszcz, 24 stycznia 2024

Dramat Odry: Statystyka daje szansę na zapobieganie tragediom rzek

Odra, jedna z dłuższych rzek Europy, wymarła latem 2022 roku na odcinku liczącym niemal pół tysiąca kilometrów. Przyczyną masowego pomoru ryb i innych zwierząt wodnych był gwałtowny zakwit złotych alg, spowodowany konglomeratem wielu czynników. W przyszłości nadejście podobnych katastrof będzie można próbować przewidywać za pomocą nowej techniki – statystycznej analizy parametrów fizyko-chemicznych rzek, dowodzą badania przeprowadzone na Politechnice Bydgoskiej.

Setki ton śniętych ryb spływało rzeką Odrą na przełomie lipca i sierpnia 2022 roku. Skala katastrofy była porażająca, zdziwienie budził więc fakt, że mimo natychmiast podjętych działań jeszcze przez kilka tygodni polskie i niemieckie służby nie były w stanie wskazać przyczyny zjawiska. Dziś wiemy już, że za przebieg wydarzeń odpowiadał nie jeden czynnik, lecz zabójczy konglomerat kilku. Czy w przyszłości można będzie uniknąć podobnych tragedii? Zdaniem naukowców z Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich (PBS) mamy na to szansę, trzeba jednak zmienić podejście do analizy parametrów rejestrowanych na stacjach monitorujących stan rzeki. Szczegóły swojej propozycji bydgoscy fizycy przedstawili na łamach prestiżowego czasopisma naukowego „*Science of the Total Environment*”.

W ziemskim środowisku woda jest wszechobecna i niezbędna dla życia. Mimo jej fundamentalnej roli, dotychczas nie udało się wypracować jednoznacznych sposobów oceny jakości wody. W Polsce na przykład stosuje się prosty podział na pięć klas czystości. Na świecie bardziej popularny jest współczynnik WQI (Water Quality Index), przyjmujący wartości od 0 do 100. Jest to zwykła średnia ważona, wyciągana z kilku parametrów wody mierzonych przez stacje monitorujące. Problem w tym, że wagi statystyczne można dobrać różnie, podobnie jak zestaw parametrów. Nie powinno więc dziwić, że w praktyce definicji współczynnika WQI jest kilkadziesiąt.

„Co najistotniejsze, WQI ma wadę konstrukcyjną: użyte do jego wyliczenia zwykłe sumowanie powoduje, że dodatnia zmiana jednego parametru może skompensować ujemną innego i vice versa. Ekosystem wodny może więc mieć dużą dynamikę, której nie będzie widać w zmianach współczynnika”, wyjaśnia dr Grażyna Czerniak (PBS), główna autorka artykułu prezentującego nową technikę statystyczną, po czym uzupełnia: *„Byliśmy świadomi wad współczynnika WQI, postanowiliśmy więc opracować nowy indeks, statystyczny, bardziej uniwersalny i bardziej wrażliwy na zmiany wartości poszczególnych parametrów”.*

Jako chemometrysta, dr Czerniak zajmuje się wielowymiarową analizą statystyczną zjawisk fizyko-chemicznych. Pod tą abstrakcyjną nazwą kryją się techniki matematyczne służące konkretnemu celowi: wydobyciu jak największej ilości informacji o dynamice i korelacjach zjawisk z danych pomiarowych dotyczących różnych wielkości fizycznych mierzonych w jednym układzie. Doskonałym przykładem są tu właśnie rzeki. Do opisu ich stanu niezbędna jest wiedza o wielu wielkościach fizycznych (takich jak temperatura czy przewodność elektryczna wody), chemicznych (np. kwasowość wody, jej natlenienie bądź zawartość określonych związków chemicznych), a także biologicznych (m.in. liczebność okrzemek czy alg). Każdy z dostępnych parametrów można potraktować jako osobny wymiar w pewnej przestrzeni, której punktami będą wyniki poszczególnych pomiarów – czyli próbki wody. Następnie, w ramach tzw. analizy głównych składowych, wylicza się dla poszczególnych punktów/próbek wartości nowych, sztucznych zmiennych, zwykle dwóch lub trzech. Zmienne te tworzy się w taki sposób, aby jak najlepiej wychwycić korelacje między wieloma parametrami. Ostatnim krokiem jest sprawdzenie, czy wyliczone dla poszczególnych próbek

wartości nowych zmiennych po przekształceniu w jeden indeks nie przekraczają ustalonego kryterium statystycznego jakości. W badaniach wody z Odry kluczowe okazało się kryterium znane jako T^2 , wprowadzone przez amerykańskiego statystyka Harolda Hotellinga.

Podstawą do analiz przeprowadzonych na Politechnice Bydgoskiej były wyniki pomiarów fizyko-chemicznych zgromadzone przez ponad 30 polskich stacji monitorujących Odrę i obejmujące okres od pierwszych dni sierpnia 2022 roku (tuż po pierwszych obserwacjach śniętych ryb) do połowy maja następnego roku. Cennym uzupełnieniem okazały się dane udostępnione przez niemiecką stację monitorującą we Frankfurcie nad Odrą, dodatkowo zawierające kilka parametrów biologicznych, a co najważniejsze, pochodzące także z okresu poprzedzającego katastrofę.

„Przeprowadzone testy statystyczne pokazały, że alarmy związane z przekroczeniem kryterium Hotellinga można skorelować z doniesieniami prasowymi o postępującym zanieczyszczeniu Odry. Ważny jest tu fakt, że kryterium działało zgodnie z oczekiwaniami zarówno na maksymalnym zestawie dostępnych parametrów, jak też wtedy, gdy zbiór ten ograniczyliśmy do zaledwie trzech wielkości fizyko-chemicznych”, podkreśla dr Czerniak.

Analiza danych poprzedzających katastrofę Odry zaowocowała rezultatem równie intrygującym, co obiecującym. Okazało się, że już na miesiąc przed pierwszym śnięciem ryb wartość indeksu statystycznego nieznacznie, lecz stabilnie przekraczała kryterium alarmowe i – delikatnie oscylując – utrzymywała się powyżej niego aż do momentu załamania się ekosystemu rzeki, kiedy to wykres „ekspłodował” spektakularnym pikiem. Takie zachowanie zmiennych pozwala sądzić, że wybrane kryterium rzeczywiście jest wrażliwe na niewidoczne na pierwszy rzut oka synergiczne zachodzące między zmiennościami różnych parametrów fizyko-chemicznych rzeki.

„Kryteria statystyczne mogą czasami generować fałszywe alarmy. Pojedynczy alarm można zignorować. Jeśli jednak wyniki znajdują się powyżej stanu alarmowego przez cały tydzień, powinien to już być powód do poważnego niepokoju. W przypadku Odry początek zmian stał się widoczny miesiąc przed katastrofą. Gdyby więc nasza technika statystyczna była już wtedy stosowana, na ewentualne działania zapobiegawcze pozostałyby aż dwa-trzy tygodnie”, zauważa dr Czerniak.

Technika zaproponowana przez fizyków z PBŚ jest łatwa w użyciu, nie wymaga dużych mocy obliczeniowych i może być przystosowana do monitorowania każdej rzeki. Narzędzie statystyczne należy jednak wcześniej wytrenować na odpowiedniej jakości zbiorze referencyjnym, zawierającym wartości parametrów typowe dla normalnego stanu danej rzeki. W przypadku cieków już kompleksowo monitorowanych adaptacja narzędzia byłaby więc możliwa w krótkim czasie i przy minimalnych nakładach finansowych.

Badania zostały sfinansowane ze środków własnych Politechniki Bydgoskiej.

Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy jest jedyną w regionie kujawsko-pomorskim wieloprofilową uczelnią integrującą nauki techniczne, przyrodnicze, rolnicze, ekonomiczne i artystyczne. Licencjaci, inżynierowie, magistry i doktorzy są kształceni przez kadrę 565 nauczycieli akademickich, w tym 147 profesorów i 307 doktorów. W ramach Politechniki działa Regionalne Centrum Innowacyjności – kompleks jednostek informacyjnych i szkoleniowych pośredniczący między sferą badawczą a przemysłem.

KONTAKTY:

dr **Grażyna Balcerowska-Czerniak**
Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
tel.: +48 52 3408632
email: grazyna.czerniak@pbs.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

„Rapid assessment of surface water quality using statistical multivariate analysis approach: Oder River system case study”
G. Balcerowska-Czerniak, B. Gorczyca
Science of the Total Environment, 912, 168754, 2023
DOI: [10.1016/j.scitotenv.2023.168754](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168754)

LINKI:

<https://www.pbs.edu.pl/>

Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

ILUSTRACJE:

PBS240124b_fot01.jpg

W zachowaniu piękna i czystości rzek może pomóc nowa technika statystyczna, opracowana na Politechnice Bydgoskiej. Na zdjęciu rzeka Brda w centrum Bydgoszczy. (Źródło: PBS / jch)