

Analiza transferu farmaceutyków, genów antybiotykooporności, mikroplastiku i zanieczyszczeń chemicznych ze ścieków komunalnych do zlewni z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych i modelowania przestrzennego

Transfer do środowiska nowych zanieczyszczeń, takich jak farmaceutyki i geny oporności na antybiotyki, mikrodrobiny plastiku oraz dioksyn i wszechobecnych związków biogenych, stanowi nowe wyzwanie dla zapewnienia globalnej jakości wody, z potencjalnie bardzo poważnymi skutkami dla zdrowia ludzkiego i ekosystemów. Ogólnie rzecz biorąc, mikrozanieczyszczenia, w tym farmaceutyki, mikroplastik i dioksyny oraz zanieczyszczenia mikrobiologiczne (bakterie odporne na antybiotyki – ARB i geny oporności na antybiotyki – ARG), a także składniki odżywcze, mogą przedostawać się do środowiska wodnego z oczyszczalni ścieków (OŚ). Oczywiście, aby powstrzymać rozprzestrzenianie się tych zanieczyszczeń, istnieje pilna potrzeba pogłębienia wiedzy na temat procesów transformacji zanieczyszczeń w oczyszczalniach i ich migracji z oczyszczalni do systemu rzecznoego. Proponowane badania zostaną przeprowadzone w całej zlewni rzeki Pilicy o powierzchni 9 258 km² i obejmą 17 oczyszczalni, podzielonych na trzy kategorie wielkości: małe, średnie i duże. **Ogólnym celem projektu** jest określenie charakteru mikrozanieczyszczeń tj. farmaceutyki, mikroplastik, dioksyny i ARG w zlewni. Zanieczyszczenia te stanowią poważne zagrożenie dla środowiska wodnego, z czym wiąże się zagrożenie dla zdrowia ludzi. Zgodnie z dyrektywą UE 2008/105/WE w pierwszej kolejności należy zidentyfikować źródła zanieczyszczeń i zająć się emisjami u źródła.

Głównym celem projektu jest identyfikacja wzorców konsumpcji farmaceutyków i określenie transportu 23 farmaceutyków, genów oporności na antybiotyki (ARG), pięciu rodzajów cząstek mikroplastiku, dioksyn i składników odżywczych ze ścieków do rzeki Pilicy w skali zlewni; w ramach projektu zbadane zostaną również przemiany tych związków podczas procesu oczyszczania ścieków oraz określona zostanie ich całkowita toksyczność i wpływ na aktywność hormonalną, które obecnie są bardzo słabo poznane. Farmaceutyki stanowią wszechobecną grupę związków występujących w wodach powierzchniowych. Chociaż tysiące tych związków zostało zatwierdzone do użytku przez ludzi, tylko około 80-150 zostało przebadanych pod kątem ich obecności w środowisku. Uważa się, że ścieki z oczyszczalni są głównym antropogenicznym źródłem uwalnianych do środowiska antybiotyków, bakterii lekoopornych (ARB) i genów oporności (ARG). Mikroplastiki (cząstki o średnicy 1 µm-5 mm), powstają w wyniku rozpadu przedmiotów z tworzyw sztucznych. Są wszechobecne w środowisku i dlatego są jednymi z najczęstszych i najbardziej trwałych zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia te mogą powodować toksyczność fizyczną, chemiczną i mikrobiologiczną organizmów. Dioksyny są również wysoce toksyczne i zostały powiązane z rakiem, uszkodzeniem wątroby oraz różnymi chorobami rozrodczymi i rozwojowymi. **Nowatorskim aspektem projektu** jest kompleksowe podejście do badań, mające na celu określenie ogólnej toksyczności wód i ścieków w całym dorzeczu Pilicy. Jest to ważny aspekt, gdyż poziom ryzyka nie zależy wyłącznie od poziomu stężeń poszczególnych zanieczyszczeń, tj. farmaceutyki i ich metabolity, mikroplastiki, dioksyny i związki biogenne, które wykazują zróżnicowaną toksyczność. Aby uzyskać lepszy wgląd w toksyczne skutki tych chemikaliów, projekt określi wpływ substancji czynnych farmakologicznie obecnych w oczyszczonych ściekach i wodach rzecznych na śmiertelność, wzrost i reprodukcję organizmów przy użyciu szeregu procedur testowania toksyczności, w tym, w połączeniu z nowatorską metodą analizy aktywności hormonalnej YES (estrogen) i YAS (androgen). Ponadto, za pomocą sekwencjonowania genomu zostanie określona różnorodność mikrobiologiczna wody rzecznej oraz próbek oczyszczonych i nieoczyszczonych ścieków. Kolejnym innowacyjnym elementem projektu jest wykorzystanie szerokiej gamy metod statystycznych i matematycznych, m.in. sztucznych sieci neuronowych (ANN), a także wielowymiarowej ordynacji oraz analizy przestrzennej i modelowania ArcGIS.

Metodologia projektu - Projekt ma na celu stworzenie całościowego obrazu w zakresie: regionalnej konsumpcji farmaceutyków (w ramach Zadania 1 i 2), obciążenia powodowanego przez leki (Zadanie 3), poziomów ARG i różnorodności mikrobiologicznej (Zadanie 4 - 6), mikroplastików (Zadanie 7), dioksyn (Zadanie 8), związków biogenych, biologicznego zapotrzebowania na tlen (BZT5) i chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT) (Zadanie 9), uwalnianych z wybranych oczyszczalni ścieków (OŚ); planowane jest również zbadanie całkowitej toksyczności i aktywności hormonalnej wód rzecznych i oczyszczonych ścieków (Zadanie 10). Wszystkie wyniki zostaną poddane szczegółowej analizie matematycznej i statystycznej wraz z przestrzennym modelowaniem badanych procesów (Zadanie 11).

Znaczenie projektu i oczekiwane rezultaty – Projekt ma ogromny potencjał do zdobycia nowej wiedzy w zakresie bardzo słabo zbadanego procesu, tj. transferu farmaceutyków, genów lekooporności, mikroplastików ze ścieków do wód powierzchniowych. Holistyczne podejście do analizy danych środowiskowych wygeneruje nowe narzędzia użytkowe do badań w naukach o Ziemi i wniesie znaczącą wartość dodaną dla nauki. Pod tym względem projekt jest ważny dla społeczności międzynarodowej. Zgromadzone dane przyczynią się do opracowania strategii ograniczania i degradacji wód przez mikrozanieczyszczenia. Zakres projektu doskonale wpisuje się w zapotrzebowanie na wiedzę, wspierając europejski plan działania „Jedno zdrowie” przeciwko mikrozanieczyszczeniom i oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe, mający na celu budowanie bezpiecznej przyszłości dla społeczeństwa.