

## **Streszczenie**

**Tytuł:** Występowanie farmaceutyków i środków higieny osobistej w środowisku wodnym w wybranych obszarach południowej Polski

### **1. Uzasadnienie podjęcia problemu badawczego na tle dotychczasowego stanu wiedzy**

W ostatnich latach, w literaturze światowej coraz częściej pojawiają się informacje o zanieczyszczeniu wód powierzchniowych i podziemnych farmaceutykami i środkami higieny osobistej (PPCP), zaliczanych do tzw. nowo pojawiających się zanieczyszczeń (EC). Mimo to, badania nad tym problemem w Polsce są bardzo rzadkie. Dotyczy to szczególnie studiów skupiających się na aspekcie środowiskowym, badających występowanie i migrację PPCP w wodach powierzchniowych i podziemnych. Dotychczasowe prace w Polsce ograniczały się do pojedynczych analiz wykonanych w przeciągu ostatnich kilku lat. Za możliwością występowania PPCP w środowisku wodnym w Polsce przemawiają m.in. statystyki dotyczące zużycia leków, kosmetyków i detergentów oraz powszechna nieświadomość społeczeństwa odnośnie poprawnego sposobu pozbywania się niewykorzystanych i przeterminowanych produktów. Z uwagi na obecność obszarów wysoce zurbanizowanych w południowej części Polski, zanieczyszczenie środowiska wodnego związkami z grupy PPCP wydaje się w tym rejonie bardzo prawdopodobne.

### **2. Cel naukowy rozprawy**

Celem pracy było rozpoznanie skali zanieczyszczenia środowiska wodnego farmaceutykami i środkami higieny osobistej (PPCP) w wybranych obszarach południowej Polski, głównie w obrębie województwa śląskiego. W wybranych poligonach badawczych podjęto próbę identyfikacji czynników wpływających na występowanie wykrytych PPCP w warstwach wodonośnych oraz migrację tych związków w środowisku wodnym (m.in. w wyniku zasilania wód podziemnych poprzez infiltrację wód powierzchniowych). Dokonano tego w oparciu o wyniki analiz chemicznych, charakterystykę danego terenu (zagospodarowanie przestrzenne, warunki hydrogeologiczne) oraz własności fizykochemiczne analizowanych związków.

W związku z realizacją tematu przyjęto hipotezę, że w środowisku wodnym południowej Polski obecne są pozostałości farmaceutyków i środków higieny osobistej. Istotnym źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami PPCP są zrzuty ścieków z oczyszczalni z uwagi na nieefektywną eliminację mikrozanieczyszczeń przy użyciu konwencjonalnych metod oczyszczania ścieków. Z tego względu, największe

zanieczyszczenie wód związkami PPCP dotyczy tych obszarów w województwie śląskim, gdzie rzeki są odbiornikami zrzutów ścieków z oczyszczalni. Ponadto, infiltracja wód powierzchniowych przyczynia się do migracji mikrozanieczyszczeń do warstw wodonośnych, szczególnie w przypadku ujęć infiltracyjnych, gdzie wody rzeczne stanowią główne źródło związków PPCP w wodach podziemnych.

### **3. Metody badawcze**

W ramach pracy prowadzono prace kameralne, badania terenowe oraz laboratoryjne. Prace kameralne polegały na zgromadzeniu i przeanalizowaniu istniejących opracowań, informacji oraz danych archiwalnych dotyczących badanych obszarów, a także skompletowaniu danych nt. własności fizykochemicznych PPCP, takich jak rozpuszczalność, lotność, adsorpcyjność i degradowalność. Podczas badań terenowych pobrano próbki wód do analiz chemicznych, a także wykonano pomiary podstawowych parametrów fizykochemicznych wód z zastosowaniem przenośnych mierników. W ramach badań laboratoryjnych, wykonano analizy 109 związków zaliczanych do 31 grup PPCP (metoda chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas) oraz badania składu chemicznego wód, obejmujące analizy makroskładników i wybranych składników podrzędnych.

### **4. Obszar badań**

Badania nad występowaniem PPCP w środowisku wodnym prowadzono w wybranych obszarach południowej Polski. Prace były prowadzone w dwóch etapach:

- 1) Badania pilotażowe (obejmujące opróbowanie ścieków surowych i oczyszczonych z czterech oczyszczalni ścieków, a także pobór próbek wód powierzchniowych i podziemnych w siedmiu obszarach pilotażowych: Wierzchowisko, Tarnowskie Góry, Katowice, Tychy-Urbanowice, Kobiernice, Gliwice-Zbrośławice i Skoczów-Pogórze.
- 2) Badania w ramach poligonów badawczych (obejmujące kontynuację badań w dwóch obszarach: Gliwice-Zbrośławice i Skoczów-Pogórze, oraz badania w dwóch nowych poligonach: Kozłowa Góra i Tarnów).

### **5. Główne wnioski płynące z badań**

Badania wykazały, że w środowisku wodnym południowej Polski obecne są pozostałości po farmaceutykach i środkach higieny osobistej, a skala zanieczyszczenia

środowiska wodnego związkami PPCP zależy od zagospodarowania przestrzennego i obecności potencjalnych ognisk zanieczyszczeń.

Zrzuty ścieków z oczyszczalni są istotnym źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami PPCP z uwagi na nieefektywną eliminację mikrozanieczyszczeń przy użyciu konwencjonalnych metod oczyszczania ścieków. Największe zanieczyszczenie wód związkami z grupy PPCP zaobserwowano w tych obszarach, gdzie rzeki są odbiornikami zrzutów ścieków z oczyszczalni. Oprócz zrzutów ścieków z oczyszczalni, innymi źródłami PPCP w środowisku wodnym południowej Polski są m.in. ścieki bytowe (nielegalne zrzuty do rzek, nieszczelne szamba), działalność rolnicza, działalność przemysłowa, składowiska odpadów, lotniska, utrzymanie terenów leśnych.

W surowych ściekach największe stężenia obserwowano w przypadku metforminy (393 000 ng/l), kofeiny (156 000 ng/l), paraksantyny (145 000 ng/l) i joheksolu (110 000 ng/l), natomiast w ściekach oczyszczonych dla jopromidu (50 600 ng/l), oksypurynolu (47 300 ng/l) i joheksolu (14 100 ng/l). Najczęściej pojawiającymi się PPCP w rzekach w obszarach południowej Polski były DEET, metformina, 1H-benzotriazol i karbamazepina, natomiast w wodach podziemnych DEET, acesulfam, oksypurynol i karbamazepina. W przypadku wód powierzchniowych, najwyższe maksymalne stężenia PPCP obserwowano dla joheksolu (55 400 ng/l), oksypurynolu (32 100 ng/l) i jopromidu (23 700 ng/l), natomiast w przypadku wód podziemnych były to kofeina (1130 ng/l), paraksantyna (832 ng/l) i metyloparaben (668 ng/l).

Infiltracja wód powierzchniowych przyczynia się do migracji badanych mikrozanieczyszczeń do warstw wodonośnych, a w przypadku ujęć infiltracyjnych wody rzeczne stanowią główne źródło związków PPCP w wodach podziemnych. Wpływ na wielkość zanieczyszczenia środowiska wodnego związkami PPCP mają zarówno warunki środowiskowe (hydrologiczne, hydrogeologiczne, parametry fizykochemiczne wód), jak i własności fizykochemiczne samych związków.