

ROZPRAWA DOKTORSKA

Urszula Stawiecka

Ocena czynników wpływających na proces kumulacji
wybranych substancji priorytetowych w osadach
dennych zbiorników zaporowych na przykładzie
zbiornika Klimkówka

Promotor

dr hab. inż. Jan Winter, prof. PW

Promotor pomocniczy

dr inż. Urszula Dmitruk



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa, 2017

Streszczenie

Wzrastająca w ostatnich dziesięcioleciach świadomość ekologiczna powoduje coraz większe zainteresowanie tematem zanieczyszczenia środowiska wodnego, co wiąże się z wdrażaniem licznych norm i przepisów mających na celu ograniczenie tego zanieczyszczenia. W Europie nadrzędnymi dokumentami dotyczącymi ustalania ram dla działań na rzecz ochrony środowiska wodnego są Ramowa Dyrektywa Wodna oraz Konwencja Sztokholmska. Niniejsza rozprawa doktorska jest wyjściem naprzeciw wymaganiom obu tych dokumentów i zwróceniem szczególnej uwagi na problem kumulacji szkodliwych substancji w osadach dennych zbiorników zaporowych, które są naturalnym „odbiorcą” oraz „magazynem” zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska wodnego. Problem ten ma istotne znaczenie w gospodarowaniu zbiornikami zaporowymi szczególnie w przypadku konieczności wydobywania nagromadzonych w zbiornikach osadów oraz w kontekście ryzyka wtórnego zanieczyszczenia wody substancjami skumulowanymi w osadach.

Celem pracy było poszukiwanie odpowiedzi na pytania, jak wybrane czynniki (granulacja i skład osadów dennych, temperatura i pH środowiska, procesy biologiczne, a także budowa i właściwości badanych związków), wpływają na procesy kumulacji wybranych zanieczyszczeń w osadach dennych zbiorników zaporowych, na przykładzie zbiornika Klimkówka. Do badań wybrano: metale ciężkie (nikiel i kadm), pestycydy (pentachlorobenzen, heksachlorobenzen, endosulfan, γ -heksachlorocykloheksan, DDT) oraz eter pentabromodifenyłowy jako przedstawiciel antypirenów. Zanieczyszczenia te należą do grupy substancji priorytetowych określonych w Ramowej Dyrektywie Wodnej oraz wpisane zostały na listę trwałych zanieczyszczeń organicznych Konwencji Sztokholmskiej.

Na początku rozprawy postawiono trzy następujące tezy:

- 1) Zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne w odmienny sposób kumulują się w różnych frakcjach osadów.
- 2) Na proces sorpcji zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych może mieć wpływ skład osadów: zawartość żelaza, manganu, glinu oraz zawartość materii organicznej, czynniki fizyczne i chemiczne a także procesy biologiczne zachodzące w zbiorniku.
- 3) Na proces sorpcji zanieczyszczeń organicznych może mieć wpływ struktura i właściwości chemiczne tych związków.

W pierwszej części pracy przybliżono problem gromadzenia się osadów dennych w zbiornikach zaporowych oraz kumulacji zanieczyszczeń w tych osadach. Omówiono budowę, właściwości (w tym właściwości toksyczne), źródła występowania oraz procesy sorpcji i przemian w środowisku wodnym zanieczyszczeń z grupy substancji priorytetowych i trwałych zanieczyszczeń organicznych. Przybliżono również polskie przepisy prawne dotyczące osadów zanieczyszczonych, a także wymagania Ramowej Dyrektywy Wodnej w zakresie substancji priorytetowych oraz Konwencji Sztokholmskiej w zakresie trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO).

W części doświadczalnej przedstawiono charakterystykę zbiornika Klimkówka, opisano sposób prowadzenia badań, w tym zastosowane metody badawcze oraz przedstawiono otrzymane wyniki badań i ich dyskusję. Prowadzone badania obejmowały dwa etapy: badania terenowe oraz badania laboratoryjne. Celem badań terenowych było określenie wpływu granulacji osadów oraz zawartości żelaza, manganu i glinu na kumulację wybranych zanieczyszczeń w osadach dennych pobranych ze zbiornika Klimkówka w latach 2012 i 2014. Celem badań laboratoryjnych było zbadanie wpływu pH, temperatury, zahamowania procesów biologicznych, granulacji osadu oraz budowy i właściwości wybranych substancji na sorpcję i desorpcję zanieczyszczeń w osadach dennych pobranych ze zbiornika Klimkówka. Badania laboratoryjne polegały na przeprowadzeniu unikatowych, autorskich eksperymentów opartych na modelach fizycznych, które opracowano specjalnie do celów tej pracy. Eksperymenty wykonane w warunkach laboratoryjnych miały na celu zamodelowanie warunków panujących lub mogących potencjalnie wystąpić w zbiorniku zaporowym na granicy faz osad/woda i wykonane zostały z wykorzystaniem rzeczywistych próbek wody i osadów pobranych ze zbiornika Klimkówka.

Wyniki, jakie otrzymano w prowadzonych badaniach terenowych i laboratoryjnych pozwoliły na wyciągnięcie istotnych wniosków i potwierdzenie tez postawionych na początku pracy. Na podstawie wykonanych badań terenowych stwierdzono, że granulacja oraz skład osadów dennych mają wpływ na kumulację niektórych zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, co jest potwierdzeniem pierwszej i drugiej tezy. Dodatkowo, poza założonymi celami pracy, zauważono, że badane zanieczyszczenia nie są rozmieszczone równomiernie w czaszy zbiornika, a na ich kumulację ma wpływ głębokość zbiornika. Nie zaobserwowano natomiast

wpływu pory roku na stężenie badanych zanieczyszczeń w osadach dennych zbiornika Klimkówka. W badaniach laboratoryjnych potwierdzono, że pH środowiska wpływa na proces sorpcji metali ciężkich w osadach dennych zbiornika Klimkówka, natomiast nie stwierdzono wyraźnego wpływu odczynu na sorpcję badanych związków organicznych. Wpływ temperatury na sorpcję występował zarówno w przypadku metali ciężkich jak i związków organicznych. Potwierdzono również wpływ budowy i właściwości chemicznych zanieczyszczeń organicznych na stopień ich kumulacji w osadach dennych. Wpływ zahamowania procesów biologicznych zaobserwowano dla jednego z badanych związków organicznych.

Uzyskane efekty pracy są pomocne w wyjaśnianiu procesów sorpcji zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska wodnego na cząstkach osadów dennych. Pomagają przewidzieć, w jakim stopniu badane zanieczyszczenia mogą skumulować się w osadach dennych w zależności m.in. od granulacji i składu osadów, pH środowiska i temperatury, procesów biologicznych zachodzących w zbiorniku, a także od właściwości i budowy cząsteczek zanieczyszczeń.