

Białystok, 10 sierpnia 2016 r.

Dr hab. Piotr Banaszuk, prof. PB

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Rajwy-Kuligiewicz:

The impact of hydrologic regime and channel morphology on oxygen conditions in rivers

wykonanej w Instytucie Geofizyki Polskiej Akademii Nauk.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Rajwy-Kuligiewicz powstała pod opieką promotorską prof. dr hab. Pawła M. Rowińskiego, a promotorem pomocniczym rozprawy był dr hab. Robert J. Bialik. Rozprawa dotyczy związków między reżimem hydrologicznym i przebiegiem warunków meteorologicznych a warunkami tlenowymi rzek. Tlen jest jednym z kluczowych składników kontrolujących szereg procesów chemicznych oraz związanych z nimi przemian energetycznych zachodzących w przyrodzie. Ten pierwiastek ma szczególne znaczenie dla środowisk wodnych, toteż literatura przedmiotu zawiera liczne doniesienia na temat jego roli w metabolizmie ekosystemów wodnych, mechanizmów transportu, dynamiki zawartości, itd. Przedstawiona do oceny rozprawa dobrze wpisuje się w ten nurt badań. Jej celem była identyfikacja najważniejszych czynników kształtujących czasową zmienność stężenia tlenu rozpuszczonego w rzekach, zbadanie wpływu wybranych czynników hydrologicznych i meteorologicznych na stężenie tlenu oraz określenie przedziału czasowego, w którym wpływ danego czynnika jest największy.

Podstawą badań było założenie, że chwilowe stężenie tlenu rozpuszczonego w wodach powierzchniowych odzwierciedla wpływ czynników hydrologicznych i meteorologicznych, natomiast zakres zmienności stężenia będzie wynikał ze stanu troficznego i przeobrażenia koryta rzecznego. Doktorantka postawiła hipotezę, że jest możliwa identyfikacja tych zależności na podstawie analizy szeregów czasowych obejmujących różne skale czasowe.

Doktorantka zaplanowała i przeprowadziła badania terenowe i kameralne, które umożliwiły realizację szeregu celów cząstkowych. Były to:



- ocena efektywności technik pomiarowych stosowanych do określenia stężenia tlenu rozpuszczonego w wodach rzecznych,
- analiza czasowej zmienności stężenia tlenu rozpuszczonego w powiązaniu z warunkami meteorologicznymi i hydrologicznymi:
 - identyfikacja charakterystycznych częstotliwości i wykładników potęgowych skalowania widm mocy szeregów czasowych tlenu rozpuszczonego, temperatury wody, stanów rzecznych, przepływów rzecznych i opadu atmosferycznego,
 - identyfikacja cykliczności w szeregach czasowych tlenu rozpuszczonego, temperatury wody, opadu atmosferycznego, przepływów rzecznych, stanów rzecznych i krótkofalowego promieniowania słonecznego,
 - wyznaczenie związków statystycznych pomiędzy tlenem rozpuszczonym a czynnikami hydrologicznymi i meteorologicznymi,
- ocena wpływu budowli hydrotechnicznych i początkowego deficytu tlenowego na efektywność przenikania tlenu do wody oraz warunki tlenowe w rzekach poniżej budowli piętrzących.

OGÓLNA OCENA ROZPRAWY

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest zestawem czterech publikacji poprzedzonych rozszerzonym streszczeniem pracy w języku polskim i angielskim liczącym łącznie 34 strony. We *Wstępie* (3 strony) Autorka krótko omówiła historię i możliwości wykorzystania analiz spektralnych do badań zmienności składu chemicznego wód, w tym zawartości tlenu rozpuszczonego, oraz przedstawiła hipotezę oraz cel badań. O ile cel został sformułowany przejrzysto, to, zdaniem recenzenta, hipoteza jest nieco zbyt ogólna. W części *Wyniki* (nieco ponad 5 stron) omówiono przeprowadzone badania i wnioski zawarte w każdej z czterech załączonych publikacji. Tę część pracy kończy *Podsumowanie*, które zawiera syntetyczną prezentację najważniejszych naukowych osiągnięć Doktorantki. Jednym z najistotniejszych jest potwierdzenie cykliczności występującej w szeregach czasowych tlenu rozpuszczonego, temperatury wody i przepływów/stanów rzecznych, oraz wykazanie zjawiska samopodobieństwa w zmianach tych parametrów w zakresie częstotliwości od kilkunastu godzin, aż do co najmniej

jednego roku. To spostrzeżenie może być przydatne do tworzenia modeli prognostycznych. Badania potwierdziły też dużą skuteczność metody falkowej w identyfikacji struktur czasowo-częstotliwościowych, zwłaszcza w zakresie małych częstotliwości (struktury dłuższe niż 1 dzień).

Chciałbym zwrócić uwagę, że wskazanie temperatury wody jako czynnika kształtującego zawartość rozpuszczonych gazów w wodzie rzecznej jest raczej oczywiste. Nie wydaje się również celowe poszukiwanie związku między stanem/przepływem wody i jej natlenieniem. W hipotetycznym scenariuszu przyczynowo-skutkowym opisującym przyczyny zmian natlenienia wody, stan wody nie będzie zaliczany do zmiennych objaśniających (przyczyn "pierwszych"), a będzie raczej zjawiskiem współwystępującym lub elementem zależności pośredniej.

Ciekawym spostrzeżeniem jest natomiast informacja o ograniczonym, wręcz lokalnym, wpływie gwałtownego zwiększenia turbulencji przepływu wywołanym przez budowlę hydrotechniczną, na warunki tlenowe w rzece poniżej budowli piętrzącej. Autorka wykazała także, że efektywność przenikania tlenu do wody po przejściu przez piętrzenie nie jest stała, ale zmienia się w ciągu doby, czego powodem są zmiany deficytu tlenowego.

Jestem zdania, że wybór zagadnień badawczych i sposób prezentacji osiągniętych wyników wskazują na satysfakcjonującą na tym etapie rozwoju naukowego wiedzę i dobre przygotowanie teoretyczne do pracy naukowej. Autorka zastosowała właściwe metody badawcze, oparte o najnowszą wiedzę i właściwe techniki pomiarowo-analityczne.

UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Analiza wyników uzyskanych przez Doktorantkę nasuwa kilka uwag i komentarzy.

- Dlaczego w analizie czynników wpływających na zmiany stężenia tlenu rozpuszczonego Doktorantka uwzględniała jedynie warunki hydrologiczne i meteorologiczne, a pominęła takie procesy i czynniki jak np. respiracja i rozkład materii organicznej rozpuszczonej w wodzie?
- W drugim załączonym artykule na s. 360 można znaleźć stwierdzenie "...the results indicate that the highest oxygen concentrations, which are observed in early spring, result from low water temperatures, high discharge from snowmelt and flooding of the

area that washes out from the system the 'old' water heavily loaded in organic matter.”

Jak należy rozumieć pozytywny wpływ silnego obciążenia wody materią organiczną na zawartość rozpuszczonego tlenu?

- W analizie falkowej była użyta falka Morleta. Co było powodem zastosowania właśnie tej falki? Czy próbowano zastosować inne algorytmy?

Uwagi te należy traktować jako element dyskusji naukowej, nie wpływają one bowiem na moją bardzo dobrą opinię o wynikach, ich interpretacji i znaczeniu poznawczym badań będących podstawą rozprawy.

PODSUMOWANIE

Jestem zdania, że przedstawiona rozprawa jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego i spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014 r. poz. 1852, z 2015 r. poz. 249, 1767), co świadczy, że jej Autorka sprostała wymaganiom stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora.

Wniosuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Agnieszki Rajwy-Kuligiewicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ryszard Banaś