

Wrocław, dnia 26.06.2018 r.

Dr hab. inż. Tomasz Tymiński
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Instytut Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 55
50-357 Wrocław

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Sabiny Zioly
pt. „Zastosowanie bariery elektryczno-elektronicznej do ochrony
ichtiofauny żyjącej w wodach śródlądowych przed negatywnym
działaniem urządzeń hydrotechnicznych”

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu Prof. dr. hab. inż. Bernarda Kontnego (pismo IDDD0000.4000.84.2018 z dnia 26 kwietnia 2018 r.) w związku z uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji z dnia 26 kwietnia 2018 r.

1. Informacje formalne

Praca doktorska pt. „Zastosowanie bariery elektryczno-elektronicznej do ochrony ichtiofauny żyjącej w wodach śródlądowych przed negatywnym działaniem urządzeń hydrotechnicznych” została wykonana w Instytucie Inżynierii Środowiska, na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Promotorami rozprawy są: prof. dr hab. inż. Marian Mokwa (emerytowany pracownik naukowy Instytutu Inżynierii Środowiska UPWr) i prof. dr hab. inż. Wiesław Wiśniewolski (pracownik naukowy Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie).

Przedstawiona do oceny praca doktorska mgr inż. Sabiny Zioly jest typową, liczącą łącznie 193 strony maszynopisu (A4) rozprawą naukową. Została ona zilustrowana 36 tabelami i 119 rycinami, przy czym 51 z nich stanowi dokumentację fotograficzną, zaś 12 z nich to różnego rodzaju wykresy.

Treść rozprawy podzielona została na 8 rozdziałów głównych wraz z podrozdziałami. Tworzą ją: 1) Wstęp, 2) Przegląd literatury, 3) Cel i zakres badań, 4) Uwarunkowania hydrologiczne, hydrauliczne i morfologiczne przy projektowaniu i eksploatacji barier elektryczno-elektronicznych, 5) Konstrukcja prototypowej bariery elektryczno-elektronicznej „Neptun” do ochrony ichtiofauny, 6) Badania własne – podstawowe, 7) Badania własne – testowe (wraz z wynikami i analizą) oraz 8)

Podsumowanie i wnioski końcowe. Na końcu pracy zamieszczono spisy: literatury, źródeł internetowych, rysunków i tabel, a także streszczenia pracy w językach: polskim i angielskim wraz ze słowami kluczowymi.

Wykaz piśmiennictwa (10 stron) obejmuje 137 pozycji oraz 11 źródeł internetowych, przy czym liczba cytowanych prac obcojęzycznych wynosi 74 pozycje, co stanowi aż 54,0%. Z wykazu wynika również, iż mgr inż. Sabina Ziota jest współautorem 5 recenzowanych prac, dotyczących tematyki poruszanej w rozprawie.

2. Charakterystyka rozprawy

Przedstawioną do recenzji dysertację zaliczyć można do nurtu badawczego związanego z nauką o ochronie i kształtowaniu środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem ochrony ichtiofauny wód śródlądowych przy obiektach hydrotechnicznych. Po krótkim wstępie (rozd. 1), przybliżającym problem i obszar badawczy, a także genezę podjętych przez Doktorantkę badań (nie bez znaczenia były przy tym: uzyskanie przez Instytut Inżynierii Środowiska UPWr środków Unii Europejskiej na badania systemu do kierowania zachowaniem się ryb, ścisła współpraca z producentem systemu „Neptun”, a następnie zaangażowanie i wsparcie dla badań Doktorantki przez Komisję Wielkich Jezior w USA), Autorka przeprowadza w rozdziale 2 kompleksowe studium literaturowe podjętego problemu. Na 28 stronach maszynopisu analizie poddaje: przyczyny i rodzaje migracji ryb, ograniczenia biologiczne pokonywania prądu wody przez ryby oraz zagrożenia dla ryb wpływających w dół rzeki. Kolejny podrozdział dotyczy możliwości ochrony migrujących ryb i zawiera szczegółową charakterystykę i ocenę rozwiązań przepławek dla ryb, a także urządzeń ochraniających i oprowadzających ryby m.in. barier behawioralnych (BAFF) i elektrycznych. Przegląd literatury zamyka krótkie podsumowanie, w którym Autorka zwraca uwagę na mankamenty powszechnie stosowanych rozwiązań np. niską skuteczność barier elektrycznych typu „Elza” (ok. 40%) i potrzebę dalszych prac badawczych, gdyż „na świecie...dotychczas nie opracowano w pełni zadowalającego urządzenia, które mogłoby nie tylko trzymać ryby z dala od turbin, lecz również kierować je w określone miejsce”.

Głównym celem (rozd. 3) podjętych przez Doktorantkę badań własnych było określenie efektywności ochrony ichtiofauny poprzez wykorzystanie barier elektryczno-elektronicznych, przy uwzględnieniu zmiennych parametrów pola elektrycznego, różnej prędkości przepływu wody oraz zróżnicowanego pod względem gatunkowym oraz wielkościowym zespołu ryb. Autorka sformułowała przy tym następującą hipotezę badawczą:

- „Wbrew poglądom niektórych ichtiologów nt. małej skuteczności barier elektrycznych jako urządzeń do kierowania zachowaniem się ryb (zatrzymywanie, odstraszenie, oprowadzanie), Autorka wykaże, że nowa generacja tych urządzeń, zbudowana w oparciu o nowoczesną elektronikę, wykorzystującą technikę mikroprocesorową – jest rozwiązaniem wysoce efektywnym”.

Rozdział 4 dysertacji (16 stron maszynopisu) zawiera omówienie uwarunkowań hydrologicznych (stany i przepływy wody, krzywa przepływu), hydraulicznych (prędkość wody, rozkłady przestrzenne turbulencji, modelowanie numeryczne warunków przepływu) i morfologicznych cieku (erozja dna, odkładanie się rumowiska), których uwzględnienie jest wg Doktorantki (słusznie !) warunkiem koniecznym poprawnego zaprojektowania i eksploatacji bariery elektryczno-elektronicznej. Przykład takiego urządzenia, które Doktorantka wykorzystwała do badań własnych – prototypową barierę typu „Neptun”, opisano szczegółowo w rozdziale 5 (18 stron), podając m.in. zasadę działania, parametry konstrukcyjne i elektryczno-elektroniczne, możliwości zastosowania, a także uwzględniając kwestie wpływu bariery na człowieka i ochronę przeciwporażeniową. Należy w tym miejscu zaznaczyć, iż ze względu na zatrudnienie u producenta badanej bariery „Neptun” (Procom System S.A.) Autorka uczestniczyła osobiście we wszystkich etapach opracowywania i badania tej prototypowej konstrukcji.

W dysertacji badaniom laboratoryjnym i terenowym poświęcono rozdziały 6 i 7, które liczą w sumie 96 stron, czyli 49,7% rozprawy, przy czym najobszerniejszy jest rozdział 7, który liczy 57 stron. Pierwsza faza doświadczeń (rozd. 6) to testy hydrauliczne i ichtiologiczne bariery „Neptun” w korycie doświadczalnym laboratorium wodnego Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Przy zmiennych parametrach bariery (napięcie pulsacyjne $U = 60\text{ V}$, 40 V) i zmiennych parametrach hydraulicznych strumienia wody, skuteczność działania bariery badano dla 6 gatunków ryb (brzany, certy, jazia, klenia, pstrąga potokowego i płoci). Najgorsza skuteczność bariery okazała się dla małych cert (5-7 cm) (str. 83), generalnie zaś uzyskano bardzo dobrą skuteczność 93,8-98,2 %. Swoimi testami Autorka potwierdziła również doniesienia literaturowe, że największa skuteczność ochrony ryb (odstraszania) miała miejsce dla stosunkowo małych prędkości przepływu wody (do 0,2 m/s). Druga faza testów, przeprowadzona dla 14 gatunków ryb, wykazała, iż efektywność barier jest większa, zwłaszcza przy większych prędkościach przepływu wody, gdy bariera ma dodatkową anodę, wysuniętą do przodu i zwiększającą obszar oddziaływania pola elektrycznego. W tej fazie uzyskiwano skuteczność działania bariery 87,9-96,7 %.

Przeprowadzone badania modelowe w laboratorium UPWr pozwoliły na ocenę zachowania się różnych gatunków ryb w niejednorodnym, modulowanym impulsowym polu elektrycznym niskiego napięcia. Etap testów laboratoryjnych prototypu Autorka słusznie skonkludowała w pracy (str. 92), że potrzeba jest dalszych badań bariery przy zmiennym napięciu pola elektr., różnych prędkościach przepływu wody, różnych rozmiarach osobniczych chronionych ryb oraz ich zróżnicowanym kształcie zależnym od przynależności gatunkowej i związanej z nią etologii. Pełną skuteczność testowanych urządzeń można ocenić dopiero w warunkach naturalnych, gdzie przede wszystkim inne będzie zachowanie się ryb we własnym środowisku. Badania terenowe (rozd. 6.2) przeprowadzono przy EW Dychów (Krzywaniec) na Bobrze, przy zmiennych parametrach hydraulicznych w rzece ($v \leq 0,4\text{ m/s}$) i zmiennej charakterystyce pola elektrycznego bariery (napięcie pulsacyjne $U = 110\text{ V}$), gdzie uzyskiwano skuteczność działania bariery 95-98 %.

Po badaniach pilotażowych (laboratoryjnych i terenowych) Doktorantka brała udział w 21 pracach wdrożeniowych w kraju i zagranicą (USA, Niemcy, Brazylia), z których dwie, jako reprezentatywne (zbiornik Nysa w Polsce oraz Hammond Bay Biological Station w USA), wybrano do dalszych analiz, przeprowadzono szeroko-zakresowy monitoring i opisano szczegółowo w rozdziale 7 dysertacji (str. 111-167).

Cechą charakterystyczną badań w USA było, iż dotyczyły one blokowania inwazji minoga morskiego włąb rzek i sterowania jego zachowaniem (np. w celu nakierowania na pułapkę). Pierwszym etapem badań (rozdz. 7.1.1) były eksperymenty laboratoryjne w kanale badawczym w Hammond Bay Biological Station, gdzie wykorzystywano nieco ulepszoną, po testach we Wrocławiu, wersję urządzenia (AC = 60, 40, 30 V oraz DC = 90, 60, 45 V). Testowano 5 różnych ustawień bariery, a zachowanie się minogów dodatkowo nagrywano. Następnie (rozdz. 7.1.2) optymalną konfigurację przestrzenną bariery (dla różnego napięcia) testowano w warunkach naturalnych na połączeniu rzek Silver Creek i Ocqueoc, wykorzystując oznakowane minogi wypuszczane z klatki. Zdziwila uzyskana przy tym znakomita (100%) skuteczność barier w przypadku blokowania minoga morskiego (Tab. 7.5), natomiast w przypadku nakierowywania minogów na pułapkę, największą skuteczność (33%) uzyskano przy średnim napięciu (Tab. 7.7).

W przypadku testów dla zbiornika Nysa w Polsce (rozdz. 7.2), oprócz skuteczności działania bariery „Neptun” badano dodatkowo, akustyczny system wypłaszania ryb ze „stref martwych”, zarówno dla górnego (zbiornik) jak i dolnego stanowiska (rzeka Nysa Kłodzka). Przy pomiarach z łodzi rozkładu natężenia pola elektrycznego posłużono się oscyloskopem, zaś do monitoringu ichtiofauny wykorzystano sonar wielowiązkowy ARIS 1800. Również i w tym przypadku (podobnie jak dla minogów) otrzymała Autorka bardzo wysoką skuteczność pracy badanej bariery elektryczno-elektronicznej równą 99,4 % (dla rz. Nysy Kłodzkiej).

Wszystkie uzyskane wyniki dotyczące skuteczności działania bariery (m.in. liczba osobników przepuszczonych, zatrzymanych, porażonych itp.) opisano i przedstawiono w formie tabelarycznej oraz graficznej w postaci różnego rodzaju wykresów.

Rozprawę kończą 4 strony (rozdział 8) „Podsumowania i wniosków”. Oprócz klasycznego podsumowania wyników swojej pracy, które potwierdziły wysoką skuteczność badanej bariery dla ryb (79,7-99,4 %, zaś dla minogów niemal 100 % !) stanowi on formę dyskusji naukowej, w której Doktorantka odnosi wyniki własnych badań bariery elektrycznej do danych literaturowych dla podobnych rozwiązań na świecie. Podkreśla ona przy tym znaczenie jednoznacznego i rzetelnego podawania zakresu i warunków uzyskiwania skuteczności maksymalnych (zwłaszcza w przypadku materiałów reklamowych dla rozwiązań komercyjnych takich barier). Doktorantka zwraca szczególną uwagę na prędkość przepływu wody w cieku, której zwiększenie może radykalnie obniżyć skuteczność działania bariery dla ryb.

W końcowej części dysertacji Autorka podaje propozycję kierunków dalszych badań barier dla ryb np. rozwiązań dwustrefowych z trzema rzędami elektrod, a także rozwiązań hybrydowych, jako kombinacji kilku różnego rodzaju barier (elektrycznych, świetlnych, powietrznych i akustycznych).

3. Ocena rozprawy i uwagi krytyczne

Rozprawa podejmuje szczególnie interesujący pod względem naukowym i praktycznym problem ochrony ichtiofauny żyjącej w wodach śródlądowych przed negatywnym działaniem urządzeń hydrotechnicznych. Należy podkreślić interdyscyplinarność podjętej tematyki oraz jej aktualność i potrzebę, nie tylko ze względu na rosnącą świadomość społeczeństw dotyczącą ochrony środowiska (w tym wodnego), lecz również ze względu na wymogi prawne Unii Europejskiej (np. Ramowa Dyrektywa Wodna) i polskie (np. Prawo wodne). Podjęte przez Doktorantkę badania nie są łatwe, cechuje je m.in. czasochłonność i sezonowość, lecz ich zasadnicza trudność polega na tym, że eksperymenty dotyczą żywych organizmów (ryb i minogów).

Osiągnięcie zamierzonego poznawczego i jednocześnie użytecznego celu pracy nie byłoby możliwe bez opracowania odpowiedniej metodyki badań, obejmujących szeroki zakres zagadnień związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Na podkreślenie zasługuje zarówno zakres wykonanych przez Doktorantkę badań, jak i nakład pracy włożonej w przeprowadzenie testów laboratoryjnych i pomiarów terenowych, z zachowaniem wszelkich reguł poprawności wykonania np. uwzględniając powtarzalność eksperymentu i otrzymywanych wyników. Również studia literaturowe Autorki, dobór materiałów źródłowych (literatury problemowej), ich aktualność i formę przedstawienia oceniam pozytywnie.

Widoczny jest i bardzo cenny, związek pracy naukowo-badawczej Doktorantki i jej doświadczeń zawodowych (praca w Procom System S.A. producencie badanej bariery typu Neptun). Kompletność całego procesu naukowo-badawczego, począwszy od studiów literaturowych, etapu planowania eksperymentu i projektowania stanowiska (urządzenia) badawczego, poprzez testy prototypu w laboratorium wodnym i w terenie. Następnie, udoskonalenie urządzenia i właściwe badania w warunkach naturalnych, potem implementacja „produktu wiedzy” do praktyki (w przypadku Autorki to 21 wdrożeń w kraju i za granicą) i wreszcie weryfikacja skuteczności funkcjonowania badanego rozwiązania poprzez monitoring – we wszystkich tych etapach Doktorantka uczestniczyła osobiście i miała w nich znaczący udział.

Uwagi krytyczne

Podczas studiowania rozprawy recenzentowi nasunęły się następujące uwagi, w przypadku których Autorka dysertacji proszona jest o ustosunkowanie się do nich:

1. Większość znanych typów migracji ryb (również minogów) charakteryzują cykliczność i sezonowość. Doktorantka przytacza w pracy dane literaturowe, gdzie wyniki badań ww. zagadnienia przedstawione są w postaci tabelarycznej (Tab. 2.1., str. 11-12). Analizując dane w tabeli 2.1. można wyróżnić tzw. migracje wiosenno-jesienne (np. węgorz, szczupak, minóg) oraz migracje zimowe (od stycznia do marca, np. pstrąg potokowy, miętus również troć i łosoś). Badania skuteczności funkcjonowania bariery elektryczno-elektronicznej wykonywała Autorka wielokrotnie i w różnych okresach, jednak nigdy zimą.

Warunki eksploatacji budowli hydrotechnicznych, urządzeń mechanicznych, a tym bardziej elektronicznych w warunkach zimowych są szczególnie niekorzystne, również w kontekście skuteczności funkcjonowania badanej bariery dla ryb („Neptun”). Mogą również wystąpić zagrożenia zjawiskami lodowymi (kra, śrzyż itp.). Proszę o opinię na w/w temat.

2. Elektrody badanej bariery elektryczno-elektronicznej (Neptun) wykonane są ze stali nierdzewnej o symbolu A2. Znane są doniesienia literaturowe, iż mimo tego, ze względu na środowisko rzeki i proces elektrolizy, należy liczyć się z występowaniem ubytków w elektrodach, nasilających się w miarę upływu czasu. Wżery miejscowe mogą wynosić nawet 1-1,5 mm/rok. Po kilkuletnim okresie eksploatacji wpłynie to niewątpliwie na rozkład i charakterystykę pola elektrycznego wytwarzanego przez barierę. Proszę o komentarz.

Rozprawa nie budzi istotnych zastrzeżeń od strony formalnej, redakcyjnej i edytorskiej. Należy jednak zwrócić uwagę na następujące usterki:

- W tekst wkradła się błędna numeracja rozdziałów, której efektem są występujące w pracy dwa rozdziały nr 6: „Badania własne” (str. 72) i „Podsumowanie i wnioski końcowe” (str. 167). Należy to skorygować również w „Spisie treści” (str. 5).
- W przeglądzie literatury problemowej (na str. 20) jest powołanie się na pracę Drzewieckiego (2010), jednak pozycji tej nie zamieszczono w spisie piśmiennictwa. Podobnie jest w przypadku wielokrotnie powoływanej pracy Hämmerlinga i Wierzbickiego (2014) (str. 38, 42, 47).
- Używany w pracy termin „szybkość przepływu” i sformułowania typu „pomiarzy szybkości przepływu” mogą nieco razić, nie tylko specjalistów hydromechaników. Mierzony parametr hydrauliczny to „prędkość przepływu”, zaś woda faktycznie może płynąć szybko, bądź wolno.

Generalnie, stronę redakcyjną pracy uważam za poprawną. Wszystkie drobne uwagi natury redakcyjnej zaznaczone zostały w recenzowanym egzemplarzu pracy i powinny być one usunięte na etapie przygotowywania pracy do druku.

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Stwierdzam, iż przyjęta przez Autorkę na wstępie pracy, hipoteza badawcza (patrz str. 2 niniejszej recenzji), została przekonująco udowodniona poprzez laboratoryjne i terenowe badania eksperymentalne, a także wyczerpująco skomentowana w konkluzjach dysertacji.

Rozprawa doktorska mgr inż. Sabiny Zioly stanowi rozwiązanie problemu naukowego o istotnym znaczeniu praktycznym, wykazuje dobrą ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie naukowej „ochrona i kształtowanie środowiska” oraz wysoką umiejętność samodzielnego planowania i prowadzenia przez nią badań naukowych.

Biorąc pod uwagę walory naukowe, poznawcze i aplikacyjne przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej „Zastosowanie bariery elektryczno-elektronicznej do

ochrony ichtiofauny żyjącej w wodach śródlądowych przed negatywnym działaniem urządzeń hydrotechnicznych”, którą oceniam jako wyróżniającą”, wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Sabiny Zioly do publicznej obrony i wnioskuję o dalsze przeprowadzenie czynności przewodu doktorskiego, bowiem spełnia ona wszystkie wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w zakresie Sztuki (tekst jedn. Dz.U. z dn. 27 września 2017 r., poz. 1789), wnioskuję jednocześnie o wyróżnienie rozprawy.

Dr hab. inż. Tomasz Tymiński
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

