

Prof. dr hab. inż. Artur Radecki-Pawlik

Kraków 2019-07-18

Politechnika Krakowska
Wydział Inżynierii Lądowej
Instytut Mechaniki Budowli
Katedra Statyki i Dynamik Budowli

RECENZJA

rozprawy doktorskiej pt. **Analiza hydrodynamiki w oddziaływaniach przepływu wody, roślinności oraz rumowiska rzeczno-ego w skali pojedynczych zbiorowisk rośliny wodnej**, autorstwa Pana mgr inż. Łukasza Przyborowskiego, wykonanej pod kierunkiem dr hab. Roberta Bialika, prof. PAN

Ocenę wykonano na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Geofizyki PAN IGF-SN-420-06/19 z dnia 17.06.2019.

I. Wstęp

Tematyka będący treścią recenzowanej rozprawy jest ważna z punktu widzenia poznania warunków roli roślin wodnych w zarządzaniu zasobami wodnymi i wiąże się z badaniem interakcji między przepływem wody, roślinami i rumowiskiem rzeczno-ym.

W pracy po sprecyzowaniu celu badań, którym jest identyfikacja kluczowych czynników wpływających na lepsze zrozumienie zjawisk zachodzących pomiędzy przepływem wody, roślinami i rumowiskiem rzeczno-ym, Autor przeprowadził serię eksperymentów na nizinnych rzekach polskich: Świdrze i Jeziorce. Zbadano tam możliwości skorelowania cech pojedynczego zbiorowiska rośliny wodnej z charakterystykami przepływu wody i transportem rumowiska. W związku z tym wykonano pomiary prędkości w pionach hydrometrycznych za i przed jednogatunkowymi zbiorowiskami roślin zanurzonych, naturalnie występującymi w ciekach oraz zarejestrowano zmiany rzędnej dna rzeczno-ego. Kolejno - wykazano poprawność i ograniczenia przyjętej techniki dokładnego pomiaru prędkości przez akustyczne prędkościomierze dopplerowskie typu Vectrino Profiler w rzece naturalnej. Analiza danych zebranych uzasadniła, że wymiary zbiorowiska przekładają się na istotne różnice w generowanych zaburzeniach przepływu. Za szerszym zbiorowiskiem obserwuje się warstwę silnego mieszania poprzecznego oraz zmniejszoną energię kinetyczną

turbulencji poniżej środka wysokości rośliny. Z kolei mniejsze zbiorowisko o szerokości do 30 cm nie miało wyraźnego wpływu na zaburzenia przepływu. Analiza kwadrantów warunkowych pokazała, że w obu przypadkach podobnie zmienił się rozkład struktur koherentnych przepływu. Wyniki pomiarów przedstawionych w pracy pokazały mniejsze odchylenia intensywności turbulencji w pionach hydrometrycznych za roślinami w porównaniu do wyników uzyskiwanych przez innych badaczy z użyciem sztucznych roślin. Różnice te wskazują, że zdolność do rekonfiguracji naturalnych, giętkich roślin zmniejsza stawiany przez nie opór.

Analizy powyższe Autor przedstawił w formie czterech zwartych publikacji o zasięgu międzynarodowym, poprzedzonych wstępem w języku polskim i angielskim wraz z literaturą.

Uważam, że opisane w dysertacji zjawiska są ciekawe, a praca wnosi nowe wartości dla nauki, a także praktyki zarówno z dziedziny geofizyki, geografii fizycznej oraz hydrologii a także ukazuje nowe rozwiązania dla inżynierów zajmujących się utrzymaniem koryt rzecznych.

II. Ocena merytoryczna

II/ 1. Wybór tematu

Wybór tematu dysertacji przez Autora nie budzi zastrzeżeń. Hipotezą rozprawy doktorskiej brzmi: możliwa jest korelacja cech jednogatunkowych zbiorowisk roślin zanurzonych z charakterystykami przepływu (tj. intensywnością turbulencji, energią kinetyczną turbulencji oraz naprężeniami Reynoldsa) oraz z transportem rumowiska w warunkach naturalnych. Dyskusje hipotezy przedstawiono w postaci czterech zwartych publikacji:

- [1] Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Karpiński, M., Bialik, R.J. 2018. Characteristics of flow around aquatic plants in natural conditions: experimental setup, challenges and difficulties. In *Free Surface Flows and Transport Processes* (pp. 347-361) Springer, Cham., DOI: 10.1007/978-3-319-70914-7_23;
- [2] Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Bialik, R.J. 2019. Effect of two distinct patches of *Myriophyllum* species on downstream turbulence in a natural river. *Acta Geophysica*, DOI: 10.1007/s11600-019-00292-4;
- [3] Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Bialik, R.J., Västilä, K. 2019. Flow field downstream of individual aquatic plants – experiments in a natural river with *Potamogeton crispus* L. and

Myriophyllum spicatum L. Hydrological Processes 33(9), 1324-1337, DOI: 10.1002/hyp.13403;

[4] Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Bialik, R.J. 2018. Experimental investigations of interactions between sand wave movements, flow structure, and individual aquatic plants in natural rivers: a case study of Potamogeton Pectinatus L. Water 10(9), 1166, DOI: 10.3390/w10091166.

Każda z publikacji, której Autor dysertacji jest na pierwszym miejscu, oraz każda z publikacji jest o zasięgu międzynarodowym. Prace zostały zrecenzowane i wydrukowane w poważnych czasopismach naukowych w języku angielskim, posiadających tzw. „impact factor”, notowanych w interdyscyplinarnej bazie Journal Citation Reports (*JCR*).

II/ 2. Określenie celów i ich realizacja

Cele rozprawy realizowane są w przedstawionych publikacjach stanowiących podstawę dysertacji. I tak:

W pierwszym artykule (Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Karpiński, M., Bialik, R.J. 2018) omówiono użyteczność przyjętej metody pomiarowej w warunkach naturalnych z wykorzystaniem najnowszej generacji prędkościomierzy dopplerowskich. Autor zastosował praktyczne podejście do rozpatrywanego problemu, ponieważ najnowszy, profilujący model prędkościomierza dopplerowskiego był stosowany dotąd głównie w warunkach laboratoryjnych.

W drugim artykule (Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Bialik, R.J. 2019) przeanalizowano różnice w generowanych zaburzeniach przepływu między dwoma naturalnymi zbiorowiskami roślinnymi o odrębnym kształcie, ale o zbliżonej morfologii gatunków. Szczególnie zwrócono uwagę na tworzenie się struktur koherentnych, warstwy ścinającej oraz na wielkość energii kinetycznej turbulencji, która również warunkuje tempo depozycji rumowiska.

W trzecim artykule (Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Bialik, R.J., Västilä, K. 2019) skupiono się na przestudiowaniu zaburzeń przepływu, które występują poniżej dwóch kęp roślinnych o zbliżonej strukturze, ale o odrębnej morfologii gatunków.

W czwartym artykule (Przyborowski, Ł., Łoboda, A.M., Bialik, R.J. 2018) poruszono problem porównania różnic w przepływie i ruchu form dennych w przekrojach rzek między punktem przed obszarem, gdzie występowały zbiorowiska rośliny z gatunku Potamogeton

pectinatus L (Rdestnica grzebieniasta), a punktem na obszarze bliżej środka ciekłu, pozbawionym roślinności.

Najważniejszymi wnioskami z przeprowadzonych prac to:

1. Najlepsze z miar opisujących jakość sygnału odbieranego z profilującego prędkościomierza dopplerowskiego, tj. autokorelacja i stosunek sygnału do szumu, uzyskuje się z komórek w środku profilu cząstkowego, ciągi czasowe prędkości chwilowych z tych komórek wymagają jednak korekcji na potrzeby analizy turbulencji.
2. Szerokie i długie zbiorowisko rośliny zanurzonej generuje intensywne mieszanie poprzeczne wody w śladzie; nie obserwuje się natomiast warstwy ścinania z pionowymi wirami Kelvina-Helmholtza, które spotyka się za roślinami o sztywnych łodygach. Węższe, mniejsze zbiorowisko nie spowodowało tak wyraźnego mieszania.
3. Obecność roślin wpływa na zmianę rozkładu zjawisk turbulentnych w śladzie: zmniejsza się udział wrywania na rzecz oddziaływań zewnętrznych i wewnętrznych.
4. W przepływie za zbiorowiskami roślinnymi daje się wyróżnić obszar zmniejszonej energii kinetycznej turbulencji, rozciągający się od dołu, od warstwy granicznej nad małymi formami dennymi, po górną granicę wysokości roślin. Zasięg i wielkość gradientu zaburzeń przepływu związane są zarówno z wielkością zbiorowiska, jak i z cechami morfologicznymi i biomechanicznymi.
5. Większa giętkość łodygi, która przekłada się na większą dynamikę ruchów rośliny, zmniejsza intensywność turbulencji za rośliną w porównaniu ze sztywniejszą rośliną.
6. Rośliny z gatunku *P. pectinatus* (Rdestnica grzebieniasta) w formie pojedynczej łodygi, lub rzadkiego zbiorowiska, nie wpływały znacząco ani na przepływ, ani na transport rumowiska; różnice w ich cechach biomechanicznych i morfologicznych mogą świadczyć o wpływie warunków hydromorfologicznych na rozwój tej rośliny.

III. Uwagi dyskusyjne i pytania

Podczas studiowania rozprawy recenzentowi nasunęły się następujące pytania problemowe. O odpowiedź i rozwinięcie tematu proszony jest Autor dysertacji:

1. W jaki sposób i czy w ogóle wyniki pracy Autora można zastosować w budownictwie hydrotechnicznym?

2. Jak Autor by omówił jego badania w kontekście zmian szorstkości koryta rzecznego?
Pozostałe uwagi edytorskie naniosłem w tekście pracy.

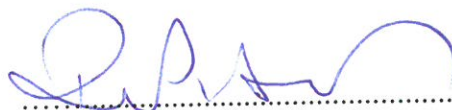
IV. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że praca doktorska Pana mgr inż. Łukasza Przyborowskiego stanowi ważny wkład w badaniach nad poznaniem hydrodynamiki rzecznej przepływu wody, roślinności oraz rumowiska rzecznego. Doktorant wykazał się znajomością podjętej problematyki, umiejętnością analizy i wnioskowania. Zamierzone cele pracy zostały osiągnięte.

Biorąc pod uwagę:

- podjęcie ciekawego tematu, wymagającego również wiedzy interdyscyplinarnej,
- dokonanie naukowej analizy dostępnych danych w oparciu o przegląd najnowszej literatury,
- przeprowadzenie pomiarów terenowych, analiz i badań w oparciu o prawidłowo dobraną metodykę,
- właściwą analizę otrzymanych wyników,
- przedstawienie wyników w renomowanych czasopismach międzynarodowych

uznając, że rozprawa doktorska autorstwa Pana mgr inż. Łukasza Przyborowskiego pt. Analiza hydrodynamiki w oddziaływaniach przepływu wody, roślinności oraz rumowiska rzecznego w skali pojedynczych zbiorowisk rośliny wodnej, spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim, Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o tytule i stopniach naukowych (Dz. U. Nr 65, poz. 595) i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Prof. dr hab. inż. Artur Radecki-Pawlik