

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPLYNEŁO	
Data .....	31.07.2019
Nr dz. ....	.....
Ref. ....	.....

Wrocław, dnia 27.07.2018 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 pt. „Wpływ sezonowej zmienności właściwości biomechanicznych wybranych gatunków roślin zakorzenionych w wodach płynących na opory przepływu”**

**Pani mgr inż. Anny Marii Łobody**

*z Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk o Ziemi, w dyscyplinie geofizyka*

### 1. Podstawa formalna wykonania recenzji

Recenzję opracowano na zlecenie Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie Pana dr. hab. Mariusza Majdańskiego, prof. PAN (pismo nr NS-420-22/18 z dnia 28 czerwca 2018 r.) w związku z uchwałą Rady Naukowej Instytutu Geofizyki PAN z dnia 27 czerwca 2018 r.

Ocenę wykonano zgodnie z zapisami Ustawy 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), Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora (DZ.U. Nr 196 poz. 1165) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (DZ. U. z 2018 r. poz. 261). Do zlecenia załączona została następująca dokumentacja, którą wykorzystano do wykonania ww. recenzji:

- rozprawa doktorska w formie spójnego tematycznie cyklu 4 publikacji, zawierająca kserokopie artykułów,
- oświadczenia współautorów prac naukowych włączonych do jednotematycznego cyklu publikacji, określające (merytorycznie i procentowo) ich indywidualny udział.

Zgodnie z Ustawą 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): „Rozprawa doktorska może mieć formę maszynopisu książki, książki wydanej lub spójnego tematycznie zbioru rozdziałów w książkach wydanych, spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych lub przyjętych do druku w czasopiśmie naukowych, określonych przez ministra właściwego do spraw nauki na podstawie przepisów dotyczących finansowania nauki [...]”.

Z powyższej specyfikacji wynika zatem, że Pani mgr inż. Anna Maria Łoboda spełnia wymogi formalne dotyczące formy przedłożonej rozprawy doktorskiej.

## 2. Charakterystyka ogólna rozprawy

Przedstawioną do oceny rozprawę doktorską mgr inż. Anny Marii Łobody stanowi cykl czterech prac powiązanych tematycznie i opublikowanych w czterech różnych czasopiśmie z listy A MNiSW. Są to następujące publikacje:

- [1] **Łoboda, A.M.**, Przyborowski, Ł., Karpiński, M., Bialik, R.J., Nikora, V.I. (2018). Biomechanical properties of aquatic plants: The effect of test conditions. *Limnology and Oceanography: Methods* 16, 222-236, DOI: 10.1002/lom3.10239 [IF = 2,015; MNiSW - 50 pkt.] (udział Doktorantki 70%).
- [2] **Łoboda, A.M.**, Bialik, R.J., Karpiński, M., Przyborowski, Ł. (2018). Seasonal changes in the biomechanical properties of *Elodea canadensis* Michx. *Aquatic Botany* 147, 43-51, DOI: 10.1016/j.aquabot.2018.03.006 [IF = 1,787; MNiSW - 30 pkt.] (udział Doktorantki 70%).
- [3] **Łoboda, A.M.**, Bialik, R.J., Karpiński, M., Przyborowski, Ł. (2018). Two simultaneously occurring Potamogeton species: similarities and differences in seasonal changes of biomechanical properties. *Polish Journal of Environmental Studies*, DOI: 10.15244/pjoes/85202 [IF = 1,120; MNiSW - 15 pkt.] (udział Doktorantki 70%).
- [4] **Łoboda, A.M.**, Karpiński, M., Bialik, R.J. (2018). On the relationship between aquatic plant characteristics and drag force: is a modeling application possible? *Water* 10, 540, DOI: 10.3390/w10050540 [IF = 2,069; MNiSW - 25 pkt.] (udział Doktorantki 70%).

Wszystkie prace opublikowano w roku 2018 i wszystkie ukazały się w języku angielskim. Stanowią je oryginalne prace twórcze, które zostały opracowane w zespołach autorskich, gdzie Doktorantka jest pierwszym autorem, przy czym Jej udział jest dominujący i wynosi w każdym przypadku **70%**. Wkład merytoryczny i procentowy udział Doktorantki potwierdzony został, dołączonymi do wniosku, oświadczeniami współautorów. Upoważniają one do stwierdzenia, iż udział mgr inż. Anny Marii Łobody w powstaniu ww. publikacji oraz przeprowadzeniu prac badawczych jest znaczący merytorycznie i obejmuje takie elementy pracy naukowej jak: opracowanie koncepcji badań, sformułowanie problemu badawczego, przygotowanie metodyki i procedur badawczych, wykonanie pomiarów (biomechanicznych), a także opracowanie i analizę wyników badań i sformułowanie wniosków. Należy podkreślić, że wszystkie ww. artykuły powstały w ramach realizacji projektu Narodowego Centrum Nauki nr UMO-2014/13/D/ST10/01123, którego kierownikiem jest promotor Doktorantki.

Na podstawie punktacji MNiSW łączna suma punktów za przedstawiony cykl publikacji Doktorantki wynosi **120 punktów**. Natomiast sumaryczny Impact Factor (IF) publikacji wg listy Journal Citation Reports (JCR) wynosi **IF = 6,991**. Wobec 70% udziału Doktorantki wartość publikacyjną dysertacji należy wycenić na **84 punkty**. Dodam w tym miejscu, że mimo opublikowania ww. artykułów w 2018 roku, Doktorantka jest już cytowana w bazie Web of Science (indeks Hirscha = 1). Wszystkie publikacje są wg mojej oceny ściśle ze sobą powiązane, co nie rodzi żadnych wątpliwości, że stanowią „spójny tematycznie zbiór prac” spełniający wymogi ustawowe.

Przedstawiona do recenzji dysertacja mgr inż. Anny Marii Łobody liczy łącznie 115 stron formatu A4 i zawiera: krótkie streszczenia pracy wraz ze słowami kluczowymi, a następnie nieco rozszerzone kompendium przybliżające problem i obszar badawczy, ogólny zarys zrealizowanej pracy, uzyskane wyniki i wnioski - całość w językach: polskim i angielskim - a także załączone kopie czterech ww. angielskojęzycznych publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.

### 3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Proekologiczne trendy w inżynierii rzecznej i wymogi dotyczące ochrony środowiska (w tym wodnego), a z drugiej strony względy ochrony przeciwpowodziowej wymagają uwzględniania w obliczeniach hydraulicznych oddziaływania roślin na warunki przepływu. Zależy ono w dużej mierze oprócz parametrów hydrodynamicznych, również od cech biomechanicznych, a wśród nich sprężystości zbiorowisk roślinnych. Charakterystyki biomechaniczne roślin wodnych wciąż jeszcze należą do słabo poznanych. *Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Marii Łobody wpisuje się w istniejącą lukę w literaturze dotyczącą eksperymentalnych właściwości mechanicznych hydrofitów oraz ich wpływu na siły oporów przepływu.*

We wstępie do dysertacji (rozdz. 1), przybliżającym problem badawczy, Autorka przeprowadziła kilkustronicowe studium literaturowe dotyczące aktualnego stanu wiedzy w hydromechanice naturalnych koryt rzecznych z roślinnością wodną, z którego jednoznacznie wynika istotna rola cech biomechanicznych roślin, a zwłaszcza sztywności łodyg oraz potrzeba dalszych badań o charakterze interdyscyplinarnym.

Przy okazji realizacji głównego celu rozprawy doktorskiej jakim była analiza wpływu sezonowej zmienności właściwości biomechanicznych wybranych gatunków roślin zakorzenionych w wodach płynących na opory przepływu, Doktorantka wyróżniła 3 cele szczegółowe: 1) opracowanie nowatorskiej metody przeprowadzania testów biomechanicznych roślin wodnych w warunkach „na mokro”; 2) przeprowadzenie testów biomechanicznych (trypunktowego zginania oraz rozciągania) różnych gatunków makrofitów wodnych, typowych dla polskich rzek nizinnych, w celu poznania ich właściwości biomechanicznych. Ponadto na przykładzie trzech wybranych gatunków, określenie zmian sezonowych w tych charakterystykach w celu zrozumienia sposobu dostosowania roślin do różnych warunków hydraulicznych podczas całego sezonu wegetacyjnego; 3) zaproponowanie modelu opisującego zależność kluczowej cechy materiału roślinnego, tj. sztywności łodygi od jej średnicy, który będzie mógł przyczynić



się do określenia wielkości tworzących się oporów przepływu w oparciu o znajomość morfologii rośliny – którym przyporządkowała 2 hipotezy (problemy) badawcze:

1. Zmiany w warunkach hydrologicznych cieku powodują zmiany w charakterystykach roślin.
2. Właściwości mechaniczne materiałów, z których wykonywane są sztuczne rośliny stosowane w eksperymentach laboratoryjnych przepływów z roślinnością, znacząco różnią się od cech żywych roślin wodnych.

Rezultaty podjętych badań - rozwiązanie ww. problemów cząstkowych i odpowiedzi na postawione hipotezy badawcze - zostały szczegółowo przedstawione w rozdziale 2 dysertacji, a zwłaszcza w stanowiącym jej integralną część zbiorze 4 monograficznych publikacji (zamieszczonych w załącznikach 1 do 4). Stanowią one logiczny i spójny ciąg opracowań naukowych, ukierunkowanych na kompleksowe rozwiązanie ważnego i wieloaspektowego problemu naukowego. Prace te opublikowano w wysoce renomowanych czasopismach, o wysokim *współczynniku wpływu* Impact Factor i rozpoznawalnych w środowisku naukowym takich jak np.: *Limnology and Oceanography* (50 pkt., IF = 2,015), bądź *Water* (25 pkt., IF = 2,069). Dobór czasopism, w których Doktorantka opublikowała swoje prace, jest w mojej ocenie, godny podkreślenia, a sam temat badań podjęty przez Doktorantkę uważam za bardzo aktualny i nie łatwy.

W przypadku pierwszej publikacji pt. "Biomechanical properties of aquatic plants: The effect of test conditions" [1], na szczególną uwagę zasługuje opracowanie przez Doktorantkę (wraz ze współautorami) nowatorskiej metody „na mokro” – wykonywania pomiarów biomechanicznych na hydrofitach oraz wykorzystanie tej metody do badań porównawczych z wynikami pomiarów metodą tradycyjną („na sucho”) – na korzyść metody autorskiej! Jej innowacyjność polegała na tym, że odpowiednio spreparowaną próbkę roślinną ponownie zanurzano w środowisku wodnym, na ok. 1 minutę, by ustabilizować jej wilgotność, a następnie pomiar wykonywano w naczyniu wypełnionym wodą. Wykazano również, iż badane hydrofity (*wywlócznie kłosowy, rogatek i rdestnice: grzebieniasta i kędzierzawa*) szybko wysychając, zmieniają się morfologicznie i tracą swe właściwości sprężyste, przy czym zmiany te zależne są od gatunku roślin i czasu trwania zjawiska. Reasumując, wyniki badań przedstawione przez Doktorantkę w tej publikacji uważam za bardzo cenne i o kluczowym znaczeniu w aspekcie weryfikacji danych literaturowych, uzyskanych w suchych warunkach testowych.

W przypadku kolejnych dwu publikacji pt. „Seasonal changes in the biomechanical properties of *Elodea canadensis* Michx.” [2] oraz “Two simultaneously occurring Potamogeton species: similarities and differences in seasonal changes of biomechanical properties” [3], Doktorantka skoncentrowała się na badaniach („na mokro”) sezonowej zmienności cech biomechanicznych wybranych hydrofitów (*moczarki kanadyjskiej i rdestnic: grzebieniastej i kędzierzawej*) w ich cyklu życia. Znamienne jest przy tym, iż testy zginania przeprowadzono trzypunktowo (dotąd niespotykane). Wykazano, że „istnieją statystycznie istotne zmiany w wytrzymałości pędów” zależne od etapu wzrostu rośliny np. wartości maksymalnych naprężeń, modułów sprężystości i sztywności (*EJ*) roślin początkowo rosły wraz ze wzrostem i procesem morfogenezy



moczarki, by po osiągnięciu dojrzałości przez roślinę, na etapie starzenia zanotować spadek i obniżenie wytrzymałości pędów. Z kolei porównanie między sezonami (2016-2017) pokazało [3], iż trend ten powtarza się, mimo pewnych przesunięć, gdzie istotny wpływ na biomechanikę roślin miały również warunki meteorologiczne i hydrologiczne. Należy w tym miejscu zaznaczyć, iż materiał empiryczny wykorzystany w analizach jest bardzo obszerny, wydaje się realistyczny i budzi zaufanie.

W ostatniej pracy cyklu „On the relationship between aquatic plant characteristics and drag force: is a modeling application possible ?” [4] Doktorantka podjęła się bardzo udanej próby powiązania dotychczasowych rezultatów własnych badań (również danych literaturowych) nad biomechaniką wybranych hydrofitów z problematyką oporów przepływu w ciekach zarośniętych. Zaproponowała przy tym, prostą formułę określającą zależność pomiędzy sztywnością, a średnicą łodygi  $EJ = f(d) = a \cdot d^b$ , w której uwzględniła, za pomocą współczynników empirycznych, fazę rozwojową i sezonową zmienność właściwości biomechanicznych roślin. Analizy teoretyczne oparła Doktorantka na stosunku siły oporu przepływu do siły zginania, w której dominującą rolę pełni sztywność łodygi ( $EJ$ ), potwierdzając przy okazji fakt, iż rośliny cechujące się giętkimi łodygami będą generować znacznie mniejsze opory przepływu niż roślinność sztywna.

Rozprawę kończy rozdział 3 (str. 27-28) pt. „Wnioski”, w którym oprócz zbiorczego przedstawienia i podsumowania, zawartych w poszczególnych artykułach i omówionych powyżej, wyników swojej pracy, Autorka podaje propozycje kierunków dalszych badań m.in. dla większej liczby gatunków i zróżnicowanych siedlisk roślinnych. Sugeruje ona również, wykorzystanie swojej autorskiej metody testów biomechanicznych „na mokro” do zweryfikowania uzyskanych wcześniej tradycyjnymi „suchymi” metodami danych literaturowych np. dla makroalg lub traw morskich, a także porównanie sezonowości cech biomechanicznych hydrofitów jeziornych i rzecznych. Powyższe sugestie Doktorantki uważam za trafne i również oceniam pozytywnie.

### 3.1. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

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

- 1) Uważam, że dla tak szeroko (być może za bardzo) sformułowanego tematu rozprawy doktorskiej, gdzie zakłada się badanie relacji między zmiennymi cechami biomechanicznymi hydrofitów, a parametrami hydraulicznymi – oporami przepływu, nie zachowano odpowiednich proporcji przy określaniu i realizacji celów i zadań badawczych, które zostały zdominowane przez zagadnienia związane z biomechaniką roślin. Dużo mniej uwagi poświęcono natomiast drugiemu, równie ważnemu czynnikowi – oporom przepływu. Jedyne wyjątek stanowi, kompletna pod tym względem i zawierająca dużą wartość naukową (m.in. dane eksperymentalne i propozycję formuły wspomagającej obliczanie oporów przepływu:  $EJ = f(d)$ ), publikacja nr 4 pt. “On the relationship between aquatic plant characteristics and drag force: is a modeling application possible ?” (*Water*, 2018/10), którą oceniam bardzo wysoko.

- 2) Analizując zamieszczony w dysertacji obszerny materiał badawczy, a zwłaszcza uzyskane wyniki (publikacje 1-4), można odnieść wrażenie, że znacznie wykroczyły one poza przyjęte na wstępie (być może *zbyt ostrożnie i ogólnie*) hipotezy badawcze. Np. w publikacji nr 1 pt. „Biomechanical properties of aquatic plants: The effect of test conditions” (*Limnology and Oceanography*, 2018/16) przekonująco wykazano, że wysychanie roślin w istotnym stopniu wpływa na wyniki testów ich właściwości biomechanicznych, a nawet stawia w wątpliwość dane literaturowe uzyskane tradycyjną metodą „na sucho”, co uznać należy za cenne. Dlaczego więc nie zamieszczono takiej hipotezy w dysertacji? Z drugiej zaś strony, w przypadku przyjętej hipotezy badawczej nr 2, iż substytuty roślin stosowane w eksperymentach znacząco różnią się od żywych roślin wodnych – dla wielu, nie tylko specjalistów, jest to fakt dość oczywisty, choć znane są przykłady badań, w których wyselekcjonowano sztuczny materiał o cechach mechanicznych właściwych dla naturalnych roślin.
- 3) Doktorantka zamieściła w swojej dysertacji krótki podrozdział nr 2.6, w którym pokusiła się o porównanie właściwości mechanicznych żywej moczarki kanadyjskiej i jej handlowego substytutu z tworzywa sztucznego. W badaniach wykorzystana została jednakowa (jak najbardziej poprawna) metodyka pomiarów, opisana w publikacji nr [1]. Próbne testy trzypunktowego zginania wykazały, że badany substytut rośliny charakteryzują znacznie wyższe wartości modułu sprężystości i sztywności na zginanie ( $EJ$ ), stąd bardzo słuszny wniosek Doktorantki, iż „prawdziwa” (żywa) moczarka kanadyjska generować będzie mniejsze opory przepływu. Dyskusyjne jest jednak stwierdzenie, że „Właściwości mechaniczne... sztucznych roślin stosowanych w eksperymentach /naukowych/, znacząco różnią się od charakterystyk żywych roślin wodnych.”, gdyż uważam, że po przebadaniu tylko jednego przykładu substytutu rośliny, jest to zbyt szerokie uogólnienie. Natomiast, za bardzo cenny wniosek uznać należy stwierdzenie, że - ze względu na udowodnioną przez Doktorantkę [2, 3] zmienność cech biomechanicznych podczas rozwoju hydrofitów - ich sztuczne imitacje, jako materiał stały, nie są reprezentatywne, obrazując tylko jedno konkretne stadium rozwoju rośliny. Przeprowadzone testy są bardzo interesujące, choć mają charakter orientacyjny (rozpoznawczy) i niewątpliwie potrzebne są tu dalsze badania.
- 4) W relacjach nauka-praktyka, czasy współczesne charakteryzuje trend ukierunkowany na implementację „produktu wiedzy” do praktyki. W związku z powyższym zasadna jest kwestia związana z możliwością wykorzystania rezultatów ocenianej dysertacji np. wspomnianej formuły  $EJ = f(d)$  w jednej ze znanych i stosowanych w praktyce procedur do hydraulicznego obliczania koryt rzecznych. Proszę o komentarz w tej sprawie podczas publicznej obrony.
- 5) Jaka jest opinia Doktorantki na temat wyników podobnych badań przeprowadzonych w ubiegłych latach przez zespół badawczy Kouwena (publikacje: Kouwen i in. 1969, 1973, 1980, 1992, 1998, 2000), które zaowocowały znaną w hydraulice koryt zarośniętych formułą do obliczania tzw. szorstkości ekwiwalentnej  $k_s = f(h, R_h, l_E, M \cdot EJ, \rho)$ , uwzględniającej m.in. sztywność (gibkość) łodyg roślin ( $EJ$ )?

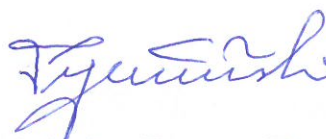


#### 4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Mimo zawartych w recenzji kilku uwag krytycznych, z których część ma charakter dyskusyjny, stwierdzam, że nie umniejszają one wartości merytorycznej pracy i oceniam ją bardzo wysoko. Stwierdzam, iż określone przez Autorkę cele badawcze rozprawy doktorskiej zostały w pełni zrealizowane, a założone hipotezy (patrz str. 4 niniejszej recenzji) przekonywująco udowodnione, poprzez laboratoryjne i terenowe badania eksperymentalne, jak również odpowiednio skomentowane w konkluzjach (artykułów) zawartych w dysertacji. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania dokumentują wysoki poziom naukowy, zawierają szereg pierwiastków oryginalnych, wzbogacając naszą wiedzę o nowe elementy poznawcze, ale także - co istotne - mają znaczenie praktyczne - ważne m.in. dla ochrony środowiska wodnego.

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Marii Łobody stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje dobrą ogólną wiedzę teoretyczną i specjalistyczną Kandydatki w dziedzinie nauk o Ziemi, w szczególności związaną z hydromechaniką cieków zarośniętych oraz wysoką umiejętność samodzielnego planowania i prowadzenia przez nią badań naukowych.

Biorąc pod uwagę walory naukowe i poznawcze przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej „Wpływ sezonowej zmienności właściwości biomechanicznych wybranych gatunków roślin zakorzenionych w wodach płynących na opory przepływu”, którą oceniam jako wyróżniającą, wnoszę do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Anny Marii Łobody 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