

dr hab. Katarzyna Glińska-Lewczuk
Katedra Gospodarki Wodnej, Klimatologii
i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
w Olsztynie

Olsztyn 24.11.2015 r.

Ocena pracy doktorskiej
mgr inż. Weroniki Kowalik
**pt. „Badania parametrów biometrycznych
i wytrzymałościowych roślin szuwarowych umacniających brzegi wód”**

Rozprawa doktorska mgr inż. Weroniki Kowalik została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Jerzego Jeznacha w Katedrze Kształtowania Środowiska Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Tematyka badawcza podjęta w pracy dotyczy określenia wybranych parametrów biometrycznych i wytrzymałościowych roślin szuwarowych umacniających brzegi wód. Autorka podjęła się bardzo pracochłonnych badań, których efektem jest bogaty zbiór danych, a przy tym istotne źródło wiedzy na temat cech biometrycznych, wytrzymałościowych i ekologicznych roślin szuwarowych. Uzyskane rezultaty badań są tym bardziej cenne i zasadne ponieważ: (1) posiadają charakter aplikacyjny w inżynierii i ochronie środowiska, gdyż wykazały zróżnicowane zdolności najpopularniejszych gatunków helofitów do umacniania brzegów wód, oraz (2) są efektem nielicznych kompleksowych badań nad wytrzymałością materiału roślinnego, skonfrontowanych z danymi na temat innych materiałów budowlanych stosowanych w inżynierii środowiska.

Przedstawiona do recenzji praca liczy 149 stron tekstu podzielonego na 9 rozdziałów, w ramach których wyodrębniono dodatkowe podrozdziały, co uczyniło to obszerne opracowanie bardziej przejrzystym. Ponadto, rozprawa zawiera spis literatury składający się z 172 pozycji (w tym 75 pozycji obcojęzycznych, głównie anglojęzycznych), w większości będących oryginalnymi pracami naukowymi. Dodatkowo dołączono wykaz fotografii i rysunków, tabel i załączników. Do prezentacji wyników wykorzystano 7 fotografii, 68 rysunków i 41 zestawień tabelarycznych umieszczonych w tekście zasadniczym oraz 5 załączników opisujących charakterystykę techniczną porównywanych geowłóknin. Zebrany materiał dokumentacyjny opracowany został z dużą starannością i dbałością o graficzną stronę pracy.

Pracę doktorską otwiera wstęp, w którym Pani mgr inż. Weronika Kowalik dokonała krótkiego wprowadzenia w istotę zagadnienia, zwracając uwagę na znaczenie i specyfikę roślinności szuwarowej oraz jej potencjału jako naturalnego materiału do umacniania brzegów wód. Na tym tle zarysowała cel i zakres pracy. W kolejnym rozdziale (rozdział 2) zatytułowanym „Możliwości wykorzystania roślin szuwarowych w inżynierii środowiska” Autorka dokonała szczegółowego przeglądu literatury dotyczącego analizowanego zagadnienia. Układ tego rozdziału jest przejrzysty i logiczny. Składają się na niego cztery podrozdziały, z których pierwszy dostarcza informacji na temat cech badanych gatunków helofitów tj.: trzciny pospolitej (*Phragmites australis*), manny mielec (*Glyceria maxima*), pałki szerokolistnej (*Typha latifolia*) oraz tataraku zwyczajnego (*Acorus calamus*). W drugim podrozdziale Autorka opisała szeroki wachlarz możliwości zastosowania roślin szuwarowych w inżynierii środowiska, zarówno w kontekście ich zdolności do biosorpcji nutrientów, zastosowania w fitoremediacji, systemach hydrofitowych; jako źródło energii (opał, biogaz), w budownictwie, rolnictwie, ekologii a także w medycynie, a przede wszystkim jako materiał do umacniania brzegów stawów, jezior, koryt rzek nizinnych – zarówno naturalnych, jak i uregulowanych. W kolejnym podrozdziale Doktorantka poddała szczegółowej analizie źródła naukowe na temat parametrów wytrzymałościowych roślin stosowanych w inżynierii środowiska, wyraźnie oddzielając informacje na temat drzew, krzewów i roślin zielnych od hydrofitów. Osobny, ostatni podrozdział Autorka poświęciła geosyntetykom, głównie geowłókninom.

Pomimo, że Doktorantka zastosowała łacińskie nazwy gatunkowe roślin poprawnie i zgodnie z systemami klasyfikacyjnymi w miarę możliwości akceptowanymi w środowiskach naukowych w Polsce, należy zaznaczyć, że w przyszłych publikacjach naukowych, należałoby dodać skrót nazwiska autora opisu gatunku, a czasami datę i źródło publikacji zgodnie z praktyką stosowaną w Międzynarodowym Kodzie Nomenklatury Botanicznej. Oznacza to, że nazwy gatunkowe badanych roślin należałoby zapisać następująco:

- Trzcina pospolita (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud);
- Manna mielec (*Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.);
- Pałka szerokolistna (*Typha latifolia* L.);
- Tatarak zwyczajny (*Acorus calamus* L.).

Podkreślić należy, że pełną nazwę łacińską tj. nazwy rodzaju i nazwy gatunku (epitetu gatunkowego) należy podać jedynie za pierwszym razem w tekście; kolejne użycie nazwy łacińskiej powinno zawierać jedynie pierwszą literę rodzaju i nazwę gatunku (np. *P. australis*).

Z uwagi na zbliżone tytuły tabel 4, 5 i 6 dotyczące wytrzymałości na rozciąganie dla korzeni różnych gatunków drzew i krzewów w rozdziale 2 (podrozdział 2.3.1), należałoby je połączyć w tabelę zbiorczą podając właściwe cytowanie, lub podzielić je zgodnie z tytułem podrozdziału, czyli na drzewa, krzewy i rośliny zielne. W przedstawionych tabelach powtarzają się bowiem gatunki drzew o wytrzymałościach istotnie różniących się wg różnych autorów (np. jesion wyniosły w tab. 4, 5, 8 lub świerk pospolity w tabelach 6 i 8), co nieco utrudnia interpretację danych. Nie podano także, jakie gatunki prezentowane są na rysunkach 6, 7 i 8.

W rozdziale 3 pt. „*Cele, hipoteza i zakres pracy*” zostały określone główne cele pracy. Autorka sformułowała zarówno cel naukowy, którym jest określenie parametrów wytrzymałościowych roślin szuwarowych umacniających brzegi wód w Polsce oraz cel użyteczny polegający na wykorzystaniu danych biometrycznych i porównaniu parametrów wytrzymałościowych wybranych gatunków roślin szuwarowych z innymi materiałami wykorzystywanymi do stabilizacji brzegów wód, jak korzenie drzew, darnie trawiaste, geowłókniny i sztuczne materiały inżynierskie.

W świetle przyjętych celów rozprawy doktorskiej, Doktorantka poprawnie sformułowała hipotezę badawczą, że „*Parametry wytrzymałościowe roślin szuwarowych są porównywalne z parametrami innych materiałów stosowanych w inżynierii środowiska do stabilizacji brzegów wód*”, na bazie której dowiodła w dalszej części opracowania, że roślinność szuwarowa zarastając brzegi wód może zastępować lub uzupełniać materiały budowlane stosowane w inżynierii środowiska.

Doktorantka określiła też, w sposób spójny i logiczny, zakres prac badawczych poczynając od wyboru gatunków roślin, poprzez pomiary biometryczne i wytrzymałościowe dla pędów nadziemnych, nasad pędów nadziemnych oraz kłaczy letnich i zimowych badanych roślin, a także analizę porównawczą parametrów wytrzymałościowych roślin szuwarowych i roślin badanych wcześniej przez autorów polskich i zagranicznych.

Rozdział czwarty poświęcono metodyce badań. W tym rozdziale Autorka przedstawiła wszystkie niezbędne informacje dotyczące kolejnych etapów postępowania badawczego, ze szczególnym uwzględnieniem badań biometrycznych i parametrów wytrzymałościowych badanych gatunków roślin. W podrozdziale dotyczącym biometrii roślin, omówiła zakres pomiarów wykonywanych systematycznie co miesiąc lub dwukrotnie w ciągu roku.

W dalszej części tego rozdziału, mgr Weronika Kowalik przedstawiła wszystkie istotne informacje dotyczące metod wykorzystanych do określenia parametrów wytrzymałościowych badanych części roślin (pędów nadziemnych, nasad pędów

nadziemnych oraz kłączy) i pięciu geowłóknin. Dodatkowo, opis uzupełniła stosowną grafiką (rys. 14 – 17).

Przyjęty zakres badań, ich częstotliwość oraz metodyka świadczą o tym, że Doktorantka znakomicie orientuje się w zakresie realizowanych badań. Niemniej jednak w opisie metodyki badań zabrakło istotnych informacji o liczebności badanych próbek części roślin (kłącza, korzenie, pędy nadziemne) oraz o ewentualnych powtórzeniach pomiarów. Nie podano także, jakim kryterium kierowano się pobierając materiał roślinny tylko z Jeziora Urszulewskiego. Moim zdaniem, wskazane byłoby odwołanie się do literatury w odniesieniu do zaprezentowanej metodyki, w szczególności parametrów wytrzymałościowych i wzorów matematycznych (podrozdział 4.2).

Ważnym elementem rozprawy jest umiejętność statystycznego opracowania uzyskanych wyników badań. Poza podstawowymi parametrami statystycznymi (średnia i odchylenie standardowe), Doktorantka zastosowała równania regresji, badające siłę związku między cechami badanych roślin. Do sprawdzenia istotności różnic pomiędzy badanymi grupami zmiennych wykonano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA dodatkowo przeprowadzając dodatkowo procedury *post hoc*: Scheffe'a i Rozsądnej Istotnej Różnicy (RIR) Tukey'a. Nie podano jakim testem sprawdzono normalność rozkładu badanych zmiennych. Nie wyjaśniono także dlaczego zastosowano oba testy *post-hoc*.

Na uwagę zasługuje wielowątkowość prowadzonych pomiarów, z których każdy wymagał wstępnego zaplanowania, zaprogramowania i bieżącej kontroli nad ich przebiegiem. Należy podkreślić, iż Pani mgr inż. Weronika Kowalik podejmując się realizacji tematu badawczego musiała przyjąć określony reżim badawczy i wykazać się nie tylko dużą pracowitością, ale jednocześnie wielką sumiennością i odpowiedzialnością. Z dokonanego opisu pomiarów wynika, że w trakcie prowadzenia prac Doktorantka napotykała problemy techniczne podczas pomiarów, które postarała się skutecznie rozwiązać. Doktorantka wskazała bowiem potrzebę zastosowania nowego typu uchwytu, odpowiedniego do mocowania próbek materiału roślinnego o średnicy większej niż 16 mm. Autorka rozprawy zamierza zgłosić swój projekt zamocowań do Urzędu Patentowego RP, co świadczy o zrozumieniu istoty podjętej tematyki badawczej i zaangażowaniu w jej realizację, co zasługuje na uznanie.

„Wyniki badań” (rozdział 5) to dość obszerna, obejmująca dwa podrozdziały, część dysertacji bogato udokumentowana rysunkami, tabelami i załącznikami. W jej pierwszej części Autorka, w sposób szczegółowy, poddała analizie różnice w charakterystykach biometrycznych w letniej i zimowej części roku (świeża biomasa podziemna, LAI, zawartość

wody w tkankach roślin szuwarowych, liczba żywych źdźbeł). Wśród przedstawionych parametrów biometrycznych, uwzględniono również długość okresu wegetacyjnego. Budzi jednak moją wątpliwość czy jest to cecha biometryczna.

Doktorantka poza charakterystyką biometryczną poszukiwała także związków pomiędzy cechami biometrycznymi i wynikami pomiarów mechanicznych. Doktorantka podjęła próbę ustalenia zależności sił zrywających od pól powierzchni przekrojów poprzecznych badanych próbek roślinnych, ich przemieszczeń, zawartości wody w badanych próbkach. Wytrzymałość na rozciąganie roślin Doktorantka zweryfikowała względem kąta α_w , wydłużenia i modułu Younga, pól powierzchni przekrojów poprzecznych badanych próbek i od zawartości wody w badanych próbkach.

Przyjęty przez Doktorantkę, schemat opisu uzyskanych wyników parametrów wytrzymałościowych dla czterech gatunków roślin szuwarowych jest w mojej opinii przyjazny dla czytelnika. Omówienie wszystkich charakterystyk wytrzymałościowych dla badanych gatunków roślin (kolejno: siła zrywająca; wytrzymałość na rozciąganie; zależność sił zrywających od przemieszczenia; przemieszczenie, wydłużenie, moduł Younga i kąt α_w), zaprezentowano w sposób przejrzysty i czytelny, co zapewne ułatwiło też Autorce np. odwoływanie się w tekście do odpowiednich tabel i rysunków. Dodatkowo, wykorzystano w celach porównawczych cechy wytrzymałościowe pięciu geowłóknin, a ich charakterystykę opisano generalnie poprawnie. Jednakże, w podrozdziale 5.2.5.1. na temat cech geowłóknin niepotrzebnie pojawia się odwołanie do *Phragmites australis*, natomiast podpis rysunku 56 jest zbyt lakoniczny i nie oddaje w pełni zawartej w nim treści.

Oddzielny podrozdział (5.3) Pani mgr Weronika Kowalik poświęciła syntezie uzyskanych wyników i konfrontacji z danymi literaturowymi, co w dużej mierze wpisuje się w tradycyjne podejście do dyskusji wyników. W podrozdziale tym poddała dyskusji swoje wyniki, tłumacząc też różnice wynikające z budowy morfologicznej roślin i sił zewnętrznych oddziałujących na nie.

W rozdziale tym Autorka ponownie zaprezentowała zestawienie (tabela 39) własnych wyników z danymi z literatury dotyczącymi wytrzymałości na rozciąganie korzeni, kłączy i pędów nadziemnych wybranych gatunków roślin, pasków geowłóknin, materiałów inżynierskich, które w dużej części powtórzono z tabel 4 – 8 w rozdziale 2. Moim zdaniem ciekawsze byłoby określenie krotności lub różnic (%) pomiędzy badanymi gatunkami roślin, a innymi materiałami stosowanymi w praktyce inżynierskiej, w kontekście wytrzymałości na rozciąganie. Ponadto, wskazane byłoby również ujednoczenie jednostek wytrzymałości roślin

na rozciąganie, gdyż w tekście odnaleźć można zarówno kPa (dominują głównie w rozdziale 2) albo MPa (dominują w wynikach i ich syntezie).

Rozdział szósty rozprawy, pomimo kilku niedociągnięć, oceniam bardzo wysoko, ponieważ dotyczy on praktycznego wykorzystania wyników badań w inżynierii i ochronie środowiska. Jego tematyka obejmuje dwa ważne aspekty: pierwszy to właściwości biologiczne i ekologiczne roślin szuwarowych oraz wskazania do ich inżynierskiego wykorzystania, natomiast drugi dotyczy zastosowania uzyskanych wyników badań w obliczeniach stateczności skarp. Jest to rozdział, wzbogacony o elementy głębszej, rzeczowej analizy przyczynowo – skutkowej, posiadający odniesienia do krajowej i zagranicznej literatury przedmiotu.

Doktorantka opisując zalety i wady systemów korzeniowych i cech pędów nadziemnych oraz optymalne warunki rozmnażania i rozwoju każdego z badanych gatunków roślin wskazała przy tym ich potencjał do stosowania w przypadku nasadzeń biotechnicznych w strefie oddziaływania energii wód. Równie interesujący z praktycznego punktu widzenia jest aspekt wykorzystania uzyskanych parametrów wytrzymałościowych roślin w geotechnice. Wykorzystując opracowane przez siebie parametry, jak np. wytrzymałość kłączy na rozciąganie, umiejętnie zastosowała je we wzorze na wzmocnienie gruntu z kłączami lub do obliczenia wytrzymałości na ścinanie kompozytu gleba – korzenie, zgodnie z kryterium Mohra-Coulomba lub też w metodzie obliczania stateczności skarp wg GGM (Greenwood General Method). Dzięki tym zastosowaniom, Doktorantka uniknęła sprawozdawczego charakteru opisu uzyskanych wyników (niestety wciąż często spotykanego w pracach naukowych), co bez wątplenia należy uznać za ważny walor pracy. Moim zdaniem, w rozdziale tym należałoby również wyeksponować praktyczne wskazania co do zastosowania badanych gatunków roślin w odniesieniu do typów ekosystemów wodnych, a w szczególności ochrony przed erozją brzegów wód stojących i płynących.

W 7 rozdziale pt. „*Wskazania metodyczne dla badań parametrów wytrzymałościowych roślin szuwarowych*” Doktorantka zaprezentowała autorską metodę rozciągania roślin szuwarowych o średnicy większej niż 16 mm, która umożliwia uzyskanie pełnej informacji o badanych próbkach roślin, przebiegu pomiarów oraz porównywalności. Moim zdaniem poszukiwanie autorskich rozwiązań problemów napotykanych podczas realizacji badań jest dowodem zaangażowania i rzetelności każdego badacza.

Czytając rozdziały 6 i 7, odnosi się pozytywne wrażenie, że jest to część naturalnie uzupełniająca wcześniejszą część pracy, czyli wyniki badań. Przeprowadzona przez Autorkę konfrontacja wyników własnych z danymi z literatury jest rzeczowa i przemyślana. Świadczy

to o dużej wiedzy i dobrym przygotowaniu Doktorantki do realizacji postawionych przed nią zadań badawczych. Część pracy dotycząca syntezy wyników badań i dyskusji naukowej jest dużym wyzwaniem i często sprawia pewne trudności, wynikające z faktu, iż opis narzuca konieczność stosowania stylu technicznego, a także powtarzania tych samych terminów, co szczególnie uwidacznia się przy omawianiu bardzo dużej ilości wyników, co miało miejsce w ocenianej pracy. Generalnie Doktorantka poradziła sobie z tym zadaniem, choć nie uniknęła drobnych potknięć natury stylistycznej czy językowej (tzw. "literówki") bądź technicznej (np. brak odwołań do literatury w przypadku wykorzystanego wzoru w rozdziale 7, a także brak uwzględnienia masy mellec w opisie stopnia przydatności do umocnień brzegowych str. 111).

Przyjęty przez Panią mgr inż. Weronikę Kowalik układ prezentacji uzyskanych wyników konsekwentnie prowadzi do weryfikacji postawionych celów badawczych w postaci syntetycznych, uporządkowanych wniosków końcowych, poprzedzonych stosowanym podsumowaniem. Przeprowadzone badania, i uzyskane na ich podstawie wyniki, upoważniły Ją do sformułowania 18 szczegółowych wniosków określających osiągnięcia badawcze. Niestety, we wniosku (12) na stronie 124 błędnie zastosowano jednostkę wytrzymałości na rozciąganie żdźbeł letnich trzciny oraz kauczuku podając MPa zamiast kPa, co zapewne jest konsekwencją braku ujednoczenia jednostek w całej rozprawie.

W dalszej części pracy znajduje się spis cytowanej literatury, jednak nie wszystkie cytowane w tekście pozycje literatury znajdują się w jej spisie (np. Kowalik 2014), lub zacytowano je poprawnie (np. Brewer i Parker 1990 zamiast roku 1999). Rozprawę zamyka zestawienie fotografii, rysunków i tabel. Zarówno materiał graficzny, jak i tabele są właściwie przywołane w tekście, a w podpisach uwzględniono źródła.

Ocena końcowa

Przygotowanie rozprawy w przewodzie doktorskim to sprawdzian umiejętności warsztatowych Doktoranta, które polegają na poprawnym postawieniu problemu, doborze materiału badawczego, wyborze właściwych metod opracowania i formułowaniu właściwych wniosków. Pod tym względem przedstawiona do oceny dysertacja odpowiada obowiązującym kryteriom. Przedłożona do oceny rozprawa doktorska zawiera bogaty materiał badawczy, który powinien moim zdaniem, zostać wykorzystany w praktyce inżynierskiej z zakresu geotechniki do opracowania efektywnych, a zarazem naturalnych metod ochrony brzegów przed erozją. Ponadto, praca stanowi kompleksowe opracowanie na temat parametrów biometrycznych czterech gatunków roślin szuwarowych oraz porównanie ich cech

wytrzymałościowych z powszechnie stosowanymi materiałami syntetycznymi. Ten aspekt dysertacji uznaję za równie cenny, gdyż wnosi do nauki nowe treści.

Pomimo pewnych zastrzeżeń uwzględnionych w niniejszej recenzji, które w pewnej mierze mają charakter subiektywnej oceny autorki recenzji, stwierdzam, że nie obniżają one w żadnym stopniu walorów naukowych pracy. Całość rozprawy oceniam pozytywnie.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe argumenty stwierdzam, iż przedłożona do recenzji praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, 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 2003 r., Nr 65 poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami) i może być podstawą ubiegania się mgr inż. Weroniki Kowalik o stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Przedkładam zatem Radzie Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie wniosek o przyjęcie rozprawy i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Weroniki Kowalik do kolejnych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. Katarzyna Glińska-Lewczuk