

Prof. dr hab. Oleg Aleksandrowicz
Instytut Biologii i Ochrony Środowiska
Akademii Pomorskiej w Słupsku
ul. Arciszewskiego 22b
76-200 Słupsk

OCENA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Ludwiczak pt. „Biegaczowate (Col., Carabidae) jako wskaźnik zmian zachodzących w siedlisku pod wpływem zabiegów małej retencji”

W przypadku zabiegów retencyjnych realizowana próba odwrócenia sukcesji naturalnej, cofnięcia od ekosystemu leśnego lub łąkowego do sztucznego zbiornika wodnego. W skutek takiego zabiegu bez wątpienia powstają zaburzenia funkcjonowania istniejących ekosystemów. Monitorowanie tych zmian ma istotne znaczenie dla prognozowania dalszego przebiegu sukcesji i ewentualnych niepożądanych skutków ubocznych.

Zgrupowania biegaczowatych jako obiekty modelowe i często jako bioindykatory od prawie 50 lat wykorzystywane są do oceny wpływów działalności człowieka na środowisko. Przeważnie monitoringowi podlegają zmiany zgrupowań pod wpływem pestycydów (lub innych zabiegów agrotechnicznych) na polach uprawnych, działania gospodarki leśnej, badania na zawartość metali ciężkich, osuszenia bagien (szczególnie na wschodzie) oraz inne, np. wpływ turystyki żeglarskiej lub sukcesja zgrupowań leśnych biegaczowatych po pożarach i huraganach. Poza działalnością rolniczą pozostałe zmiany mogą być traktowane jako wpływ na przebieg sukcesji (gospodarka leśna, osuszenie).

Zmiany zgrupowań biegaczowatych w skutek renaturalizacji torfowisk były badane na zachodnim Polesiu Białorusi, jednak po raz pierwszy podjęto próbę wykorzystywania biegaczowatych jako wskaźnika przekształceń środowiskowych po zabiegach małej retencji.

Próba oceny wpływu zabiegu hydromelioracyjnego na kształtowanie leśnych i łąkowych zgrupowań biegaczowatych oraz analiza zaburzeń wynikających z tych działań realizowana przez Panią mgr inż. Emilię Ludwiczak uznaję za zasadną i mającą niewątpliwą wartość naukową.

Brak dotychczasowej wiedzy na temat kształtowania się składu i struktury zgrupowań biegaczowatych pod wpływem zabiegów hydromelioracyjnych w pełni uzasadnia opracowanie tego tematu, jako rozprawy doktorskiej.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Ludwiczak powstała w wyniku czteroletnich intensywnych badań terenowych, prowadzonych w latach 2008-2009 oraz 2012-2013.

Łącznie zebrano, oznaczono do gatunku oraz policzono 7892 osobników biegaczowatych, należących do 96 gatunków. Zebranie i analiza taksonomiczna tak dużego materiału jest niezwykle

pracochłonna i wymaga zaangażowania oraz wiedzy specjalistycznej, co warto podkreślić jeszcze przed przystąpieniem od oceny opracowania.

Uwzględniając wielkość materiału, właściwy dobór siedlisk oraz kalendarz badań terenowych, zebrany materiał można uznać za wystarczający do oceny reakcji zgrupowań Carabidae na przekształcenia siedliskowe wywołane prowadzeniem prac wodno–ziemnych.

Przedstawiony materiał faunistyczny przyczyni się również do poznania fauny biegaczowatych Pojezierza Mazurskiego, czego jest dowodem ustalenie liczebnych populacji rzadkich gatunków *Epaphius rivularis* i *Carabus marginalis*.

Oceniana praca obejmuje 163 strony. Tekst podzielony jest na 7 rozdziałów, zilustrowany 50 rycinami i 4 fotografiami oraz przedstawiono 11 tabel. Zawiera 184 pozycji piśmiennictwa i stron www.

W strukturze treści rozprawy można wyróżnić cztery części:

I Część ogólną (Wstęp, rozdz. 1, s. 5-7; Przegląd literatury, rozdział 2, s. 8-18; Teren i metody badań, rozdział 3, s. 19-32),

II Wyniki badań i dyskusja (rozdz. 4, s. 33-131),

III Podsumowanie i wnioski (rozdz. 5, s. 132-133),

IV Literatura i Aneks (rozdz. 6 i 7, s. 134-151).

Wyniki badań i dyskusji nie wydzielono w oddzielne rozdziały, lecz od strony formalnej konstrukcja pracy jest raczej poprawna.

Część ogólna przedstawionego opracowania zawiera: wstęp, postawiony cel pracy, przegląd piśmiennictwa, charakterystykę badanego terenu oraz opis stosowanych metod badań terenowych, laboratoryjnych, analizy taksonomicznej i statystycznej.

W dość krótkim wstępie (niecałych 3 strony) przedstawiono aktualny stan badań kształtowania zasobów wodnych oraz sposobów ich kontroli, między innymi za pomocą małej retencji. Oceniono słaby stan poznania procesów sukcesji i kształtowania fauny w tych warunkach oraz proponowano wykorzystać zgrupowania biegaczowatych do bioindykacji zachodzących w tym środowisku procesów. Na tej podstawie sprecyzowano cel badań: poznanie aktualnego stanu zgrupowań Carabidae, a także próba oceny wpływu antropopresji na ich kształtowanie się oraz analiza zaburzeń wynikających z tych działań.

W „Przeglądzie literatury” szczególnie omówiono piśmiennictwo na temat warunków hydrologicznych oraz projektów związanych z gospodarką wodną badanego terenu. W podrozdziale 2.2. „Carabidae jako bioindykatory” wspomniano znane przeważnie w kraju próby wykorzystania biegaczowatych jako bioindykatorów zaburzeń antropogenicznych.

Podrozdział 2.3. „Charakterystyka ekologiczna Carabidae” zawiera poza krótką, lecz dyskusyjną (wyraźny brak związku pomiędzy zróżnicowaniem rodziny a różnorodnością biologiczną) charakterystykę rodziny, przegląd istniejących definicji preferencji ekologicznych: siedliskowych, wilgotnościowych, troficznych, przynależności do grup fenologicznych.

W całości analiza jest słuszna i Autorka wybrała odpowiednie parametry ekologiczne do analizy zgrupowań. Analizę stopnia poznania problemu oceniam pozytywnie. Autorka słusznie uważa, że stan poznania reakcji zgrupowań leśnych biegaczowatych na zaburzenia wywołane zabiegami hydromelioracyjnymi jest skąpy i fragmentaryczny.

Rozdział 3: „Teren i metody badań” jest zredagowany poprawnie i zawiera wszystkie podstawowe informacje metodyczne.

W podrozdziale 3.1.1 zawarto opis powierzchni badawczych oraz dość wszechstronną charakterystykę fitosocjologiczną badanych siedlisk.

Zwracam uwagę, że dziesięcioletni bór mieszany świeży nie jest lasem lecz plantacją.

W rozdziale 3.2. „Materiał i metody” szczególnie zostały opisane założenia metodyczne. Stosowana przez mgr Ludwiczak wersja metody pułapkowej (3.2.1. Zbiór materiału do badań faunistycznych) jest wystarczająca do zebrania reprezentatywnego materiału, stanowiącego podstawę do dalszych analiz. Rzadko używane w kraju stosowanie metody „jedna pułapka - jedna próba” jest bardzo pracochłonne, lecz nadzwyczaj skuteczne. To dało możliwości wykorzystania wskaźnika łowności oraz zastosowania właściwych metod analizy statystycznej przy dalszej analizie zebranego materiału. Badania terenowe wykonane w dwóch cyklach dwuletnich dają wyjątkowo obszerne materiały do analiz.

Na każdym z dwóch obiektów zainstalowano po 3 linie z 5 pułapkami na każdej: linia A – łąka torfowa, linia B – ekoton, linia C – plantacja sosny.

Terminy poboru prób obejmują cały bezmroźny okres i bez wątpienia pokrywają się z aktywnością biegaczowatych.

W opisie brakuje informacji o koncentracji stężeniu roztworu glikolu stosowanego do konserwacji połówów oraz o średnicy otworu pułapki.

Wyniki opracowania taksonomicznego przeprowadzone przez Autorkę nie budzą wątpliwości. Jednak nie przedstawiono, kto weryfikował oznaczenia gatunków, a przy takiej dużej liczbie gatunków rzadkich i trudnych do zidentyfikowania podanie tej informacji jest konieczne.

Rozdział 3.3 zawiera opis zastosowanych metod statystycznych, charakterystykę ekologiczną gatunków oraz metod badań glebowych.

Autorka pisze, iż „posłużono się metodą ilościową z uwzględnieniem liczby osobników, liczby gatunków, łowności oraz dynamiki sezonowej”. To są standardowe metody porządkowania i analizy wyników opracowania taksonomicznego.

Do ustalenia klas dominacji korzystano ze skali Górnego i Grüma (1981). W opracowaniach wyników badań zgrupowań Carabidae częściej korzystają ze mniej sztywnej skali Renkonena (1938), nie uwzględniającej klasy superdominantów i eudominantów. Wymieniona skala Górnego i Grüma (1981) stosowana jest w analizie dominacji w próbach glebowych, gdzie zawarte są konkretne dane o liczbie osobników na jednostkę powierzchni. Natomiast metoda pułapkowa jest oparta na ocenie aktywności gatunków, co nie jest tak dokładne w ujęciu ilościowym.

Do analizy wyników badań prowadzonych w jednym miejscu i w jednym czasie dopuszczalne jest zastosowanie dowolnej skali.

Do analizy struktury zgrupowań wykorzystano wskaźnik różnorodności Shannona. Wskaźnik Shannon'a jest matematycznym wskaźnikiem różnorodności, lecz nie wskaźnikiem ogólnej różnorodności gatunkowej – to, niestety bardzo częste nadużycie w pracach biologicznych. Warto byłoby zastosować miarę Hutcheson (1970) do oceny różnic wskaźników Shannon'a.

Do analizy statystycznej wykorzystano zaawansowane techniki ordynacyjne i wielowymiarowe metody.

Przedstawiono wybrane parametry do charakterystyki ekologicznej gatunków: trofizm, fenologia, hygropreferencję, typy siedliskowe. W tym wykazie moim zdaniem zabrakło zdolności do lotu, co miałyby zastosowanie do oceny zdolności migracyjnej. Podobnie, jeszcze jeden parametr, szeroko wykorzystywany w badaniach zgrupowań leśnych biegaczowatych: ŚBO (średnia biomasa osobnicza) byłby przydatny do analizy. Wskaźnik ten, proponowany prof. J. Szyszko, jest szeroko wykorzystywany w badaniach biegaczowatych lasów sosnowych.

Badania wilgotności gleby wokół każdej (!) pułapki są standardowe i w każdym roku przeprowadzone 4-krotnie (czerwiec, lipiec, sierpień, wrzesień).

Część II, rozdział 4. „Wyniki badań i dyskusja” na początku zawiera opis warunków pogodowych. Niestety niema żadnych powiązań tych danych ze zgrupowaniami biegaczowatych, z ich dynamiką sezonową. Poza jednym zdaniem, że: „*Decydującymi czynnikami wpływającymi na rozmieszczenie jakościowe i ilościowe Carabidae są opady atmosferyczne i temperatura powietrza oraz ich fluktuacje*”. Lecz cytowane opracowanie Banaszekiewicz i in. (2004) nic takiego nie zawiera.

Wyniki badań gleby i jej wilgotność powiązane z zróżnicowaniem zgrupowań biegaczowatych zostały wykorzystane przy analizie wieloczynnikowej.

Cały rozdział oceniam pozytywnie, wyniki te, poza pogodowymi, posłużyły dla dalszej analizy. Materiał Autorki pozwala na głębszą analizę powiązania dynamiki wilgotności gleby i łożności biegaczowatych na poziomie gatunkowym. Spodziewam się, że do tego tematu mgr E. Ludwiczak wróci przy przygotowaniu odrębnej publikacji.

W rozdziale 4.3 przedstawiono przegląd systematyczny gatunków na podstawie aktualnej wiedzy na ten temat.

Moim zdaniem konieczne jest połączenie tej „nagiej” listy z charakterystykami ekologicznymi gatunków, podanych na stronach 161-162. Dla każdego z gatunków te skumulowane charakterystyki mogą być podane w tabeli.

W rozdziale 4.4 przedstawiono dane o występowaniu zagrożonych i rzadkich gatunków. Szczególnie przedstawione i omówione 6 gatunków, jeden zamieszczony w polskiej Czerwonej Księdze (*Epaphius rivularis*) z kategorią CR oraz 5 z polskiej Czerwonej Listy z niższymi kategoriami. Do przyrodniczo cennych można zaliczyć tylko *Epaphius rivularis* oraz *Carabus marginalis*, co słusznie robi Autorka.

Bardzo ciekawe są wyniki zastosowania wskaźnika łożności (rozdział 4.5. Skład gatunkowy, liczebność oraz łożność biegaczowatych) co umożliwiło w dalszej części pracy porównanie uzyskanych wyników z danymi literaturowymi z doświadczeń o różnej liczbie pułapek.

W tabeli 2 zawarto średnie wartości wskaźnika łożności, lecz brak pomyłki średniej. Ponadto brakuje danych do każdego z siedlisk na każdym z dwóch obiektów (łąki, ekotonu i młodnika sosnowego). Autorka pisze, że prawdopodobieństwo testowe uogólnionego modelu liniowego (GLM) wykazało istotne różnice średnich dla liczby gatunków i okazów w analizowanych obiektach i latach badań, lecz nie wskazało istotnych różnic w łożności. Lecz to chodzi o obiekty, a nie o siedliskach!

Tylko na rys. 13-14 przedstawiono wyniki analizy *post-hoc* Tukeya potwierdzające istotne statystycznie różnice pomiędzy średnimi liczbami gatunków i osobników w zgrupowaniach siedlisk (stref) A, B i C oraz brak różnic dla wskaźnika łożności (rys. 15). I dlaczego to nie siedliska, a strefy?

W trakcie czteroletnich badań odłowiono 7 892 osobniki należące do 96 gatunków biegaczowatych. Liczba gatunków w badaniach jednorocznych wahała się od 43 do 75 gatunków. To jest ponad 35% znanych gatunków Pojezierza Mazurskiego! Takie bogactwo gatunkowe jest bardzo wysokie. Przyczyną jest nie tylko różnorodność krajobrazu, lecz w dużo większym stopniu staranność i precyzyjność Autorki przy wykonywaniu badań laboratoryjnych: wybieranie z pułapek oraz oznaczenie drobnych gatunków. Gatunki te (wielkości 2-4 mm) zwykle zostają

niezauważone lub nierozpoznane. Natomiast w wynikach przedstawiono wysoką liczebność *Dyschirius globosus* (2,4-3,1 mm), *Epaphius secalis* (3-4 mm), gatunków rodzaju *Bembidion* (3-4 mm). Opracowano również trudne do oznaczenia gatunki z rodzaju *Amara* i *Harpalus*. To bez wątpienia zaowocowało wspaniałą listą gatunków i dużym bogactwem gatunkowym.

Bardzo cenną informację przedstawiono na rys. 13-15. Te dane pozwalają ocenić zróżnicowanie ilościowe zgrupowań nie tylko w latach badań i obiektach, lecz i siedliskach. Ważne, że udowodniono brak różnic średniej liczby gatunków i okazów na łące, w ekotonie i młodniku sosnowym po wprowadzeniu programu małej retencji. Średnia łożność ma wspólną dla wszystkich siedlisk spadkową tendencję (ryc. 15) po wprowadzeniu programu. Lecz przed wprowadzeniem programu małej retencji odłowiono więcej gatunków i osobników we wszystkich siedliskach.

W dalszej części dysertacji (s. 66) Autorka przystępuje do skrupulatnej analizy synekologicznej zgrupowań. Szczególnie zanalizowała strukturę dominacji dla każdego zgrupowania w każdym roku badań. Ustalono, że 2 gatunki (*Pterostichus niger* i *Dyschirius globosus*) są dominantami we wszystkich latach i we wszystkich obiektach, a 9 gatunków reprezentuje od 52% do 72 % całości zgrupowań (tab. 6). Na rycinach (rys. 19-22) przekonujące są udowodnione podobieństwa i specyfika struktury dominacji w każdym ze zgrupowań przed i po wprowadzeniu programu małej retencji.

W tabelach 7 i 9 przedstawiono zróżnicowanie ekologiczne zgrupowań w różnych latach badań, obiektów (tab. 7) i siedlisk (tab. 9). Niestety, tabele nie pozwalają ocenić różnic – konieczne jest przedstawienie danych procentowych. To samo dotyczy rycin 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47. Żeby ułatwić analizę, w tabeli 8 zaprezentowano istotność różnic między badanymi latami i siedliskami dla liczebności poszczególnych grup ekologicznych.

Za parametry ekologiczne Autorka przedstawia wyniki analizy wskaźników różnorodności (podrozdział 4.7.5). W tabeli 10 przedstawiono zmiany wartości wskaźników. Ustalono największe różnice pomiędzy zgrupowaniami pierwszego roku badań (0,97), a zgrupowaniami obiektu i prowadzonymi po wprowadzeniu retencji w 2012 roku (0,51). Zdecydowane brakuje komentarza i dyskusji do tego podrozdziału.

Nareszcie w rozdziale 4.8. „Wpływ na zgrupowania Carabidae zmian siedliskowych zachodzących w wyniku wprowadzenia retencji” Autorka finalizuje analizę i przechodzi do syntezy. Ten główny rozdział opracowania jest dość trudny do lektury, lecz bogaty merytorycznie i bez wątpienia, dobrze przemyślany i ilustrowany. Oceniam go pozytywnie.

Zmianę zachodzącą w zgrupowaniach biegaczowatych przedstawione w diagramie kanonicznej metody zgodności CCA. Ustalono z dużym prawdopodobieństwem, że dominujące w

latach 2008-2009 przed zabiegiem hydromelioracyjnym leśne gatunki sucholubne zastąpione zostały w latach 2012-2013 gatunkami wilgociolubnymi, związanych z terenami otwartymi lub będących eurytopami, należących do grupy drapieżników o małych wymiarach ciała o wiosennym typie rozwoju. A więc w przekonujący sposób udowodniono, że zgrupowania biegaczowatych mogą być bioindykatorami zmian środowiskowych wywołanych zabiegami małej retencji.

Rozdział ten zawiera wyniki dyskusji i jej przebieg świadczy o wystarczającej wiedzy ekologicznej i entomologicznej, dobrej znajomości piśmiennictwa przedmiotowego i umiejętności wyprowadzania właściwych wniosków ze złożonej sytuacji przedmiotowej.

Dyskusja jest poprowadzona logicznie, wszystkie postawione zagadnienia przedyskutowano wszechstronnie w sposób przekonujący. W całości przebieg dyskusji oceniam pozytywnie.

Podsumowanie i wnioski są dobrze przemyślane, logicznie i przekonująco finalizują opracowanie. Ich prawdopodobieństwo oparto na wynikach analizy statystycznej i nie budzą wątpliwości.

Bibliografię jest zebrano i opisano bardzo dobrze, zawiera ona 184 pozycji piśmiennictwa i stron www.

Uwagi krytyczne dotyczą głównie spraw formalnych i redakcyjnych.

Tu nadmienię, że niektóre zdania są zawile i nawet błędne, s. 11: „...*Heterogeniczność gatunkowa, obejmująca zarówno cechy morfologiczne jak i anatomiczne w istotny sposób determinuje ich naturalną selekcję, zdolność rozrodczą i migracyjną...*”. W jaki sposób heterogeniczność gatunkowa może determinować naturalną selekcję, zdolność rozrodczą i migracyjną?

W znanym przykładzie, też ze strony 11: „...*Zdecydowana większość Carabidae występujących w centralnej Europie prowadzi nocny tryb życia, skutkiem tego charakteryzuje się matowym i ciemnym ubarwieniem...*” pomyłono skutek i przyczynę.

Autorka notorycznie powtarza „osobniki” lub „owady” zamiast „gatunki” (s. 12, kilkakrotnie na str. 13, 14, 15, 16, etc!). To nie są synonimy!

Wykresy 10-12 uważam za nieczytelne. Muszą być przedstawione w innej formie, choćby jako histogram średnich z błędem średniej („wąsy”). Dane te nie są ciągłe, różnią się w czasie i wartościach.

s. 50 Pomyłka, musi być: *Amara (Zezea) plebeja* (Gyllenhal, 1810)

Podpis do rys. 16-18. Powinno być: Różnice w średniej ...

s. 64 Sushko (2014) swoje badania prowadził na północy Białorusi, lecz nie na terenie Litwy.

Są niefortunne wyrazy:

S. 81. „...*Elastyczność przystosowawcza biegaczowatych w toku ewolucji wykształciła osobniki...*”

To wbrew teorii ewolucji!

S. 81. „...*Biegaczowate stanowią zróżnicowaną ekologicznie grupę stawonogów zasiedlającą heterogeniczne siedliska, począwszy od środowisk lądowych po środowiska wodne.*” nie ma wodnych biegaczowatych!

s. 97. „...W odłowionym materiale entomologicznym...”

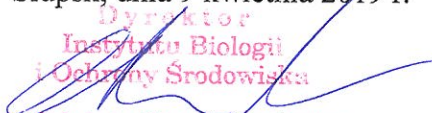
s. 130: „...nastąpiły zmiany strukturalne omawianych owadów...”

Po przemyśleniu i rozważeniu zalet i wad recenzowanej pracy doktorskiej stwierdzam, iż w całości oceniana rozprawa doktorska mgr inż. Emilii Ludwiczak jest obszernym i wartościowym opracowaniem, opartym na wystarczająco bogatym materiale. Jest bardzo dobrze udokumentowana i zilustrowana. Moje uwagi krytyczne i polemiczne nie wpływają na całościową ocenę rozprawy doktorskiej lub też zawierają pewne sugestie recenzenta do ewentualnego wykorzystania przez Autorkę przy przygotowywaniu pracy do druku.

Recenzowana praca ma wielowarstwowy charakter i uwidaczniają się w niej różne umiejętności Autorki. Na szczególne podkreślenie zasługuje zastosowanie oryginalnej wersji pracochłonnej metody w badaniach terenowych, precyzyjna praca laboratoryjna i bardzo staranne opracowanie zebranego materiału, znajomość zaawansowanych metod statystycznych z zastosowaniem nowoczesnej grafiki.

Ogólna ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Ludwiczak jest pozytywna. Autorka wykazała się znajomością problematyki badawczej, umiejętnością formułowania problemów oraz opracowywania metod służących ich rozwiązywaniu. Rozprawa doktorska mgr inż. Ludwiczak w całości odpowiada wymaganiom stawianym kandydatom na stopień doktora nauk rolniczych w zakresie dyscypliny naukowej „Ochrona i kształtowanie środowiska”. Przedkładam wobec tego Wysokiej Radzie Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie wniosek o dopuszczenie mgr inż. Emilii Ludwiczak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Słupsk, dnia 9 kwietnia 2019 r.

Dyrektor
Instytutu Biologii
i Ochrony Środowiska

prof. dr hab. Oleg Aleksandrowicz
prof. dr hab. Oleg Aleksandrowicz