

Prof. dr hab. inż. Mirosław Wiatkowski  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Instytut Inżynierii Środowiska

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marleny Wiktorskiej  
pt. „Wpływ zagospodarowania zlewni na stan troficzny Jeziora Wydmieńskiego”**

**1. Przedmiot i podstawa formalna recenzji**

Niniejsza recenzja została wykonana w odpowiedzi na pismo z dnia 3 marca 2022 r. sporządzone przez Dziekana Wydziału Rolnictwa i Leśnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie Pana prof. dr hab. Krzysztofa Jankowskiego, w związku z wszczęciem postępowania o nadanie stopnia doktora Pani mgr inż. Marlenie Wiktorskiej. Promotorem rozprawy jest Pan dr hab. inż. Sławomir Szymczyk, prof. UWM. Natomiast praca została wykonana w Katedrze Gospodarki Wodnej i Klimatologii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

**2. Charakterystyka i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej**

Recenzowana rozprawa liczy 184 stron tekstu z wykazem literatury (w pracy odwołano się do 237 pozycji literatury) oraz spisem fotografii, ilustracji i tabel a także streszczeniem rozprawy w języku polskim i angielskim.

Praca zawiera sześć rozdziałów, w tym: „Wstęp i cel pracy, przegląd literatury, materiał i metody, wyniki, dyskusja oraz wnioski”. Praca posiada typowy dla rozpraw doktorskich układ. Należy stwierdzić, że układ pracy, jej struktura, kolejność poszczególnych rozdziałów zostały przygotowane bez zastrzeżeń. Odpowiadają stawianemu celowi i zakresowi rozprawy.

Autorka we wstępie wprowadza w tematykę rozprawy wskazując, że wzrost trofii zbiorników wodnych jest problemem ogólnoswiatowym a głównym skutkiem eutrofizacji wody jest zaburzenie wewnętrznej równowagi ekosystemu wodnego, co prowadzi do zniszczenia tego ekosystemu i stopniowej degeneracji jego funkcji. Natomiast negatywne skutki eutrofizacji prowadzą do ograniczenia zasobów wody. W związku z czym należy prowadzić monitoring oraz dokonywać oceny stanu troficznego wód zbiorników. Bowiem jak wskazuje Autorka to właśnie zbiorniki wodne zlokalizowane na obszarach wiejskich są szczególnie narażone na degradację i żeby przedsięwziąć działania ochronne niezbędne jest wykonanie analiz jakości poszczególnych elementów danego ekosystemu wodnego w celu zobrazowania ogólnej kondycji ekosystemu i dobrania optymalnego rodzaju metody naprawczej. Należy zgodzić się z Autorką i jednocześnie pamiętać, że stan troficzny jeziora będzie uzależniony od procesów zachodzących w ich otoczeniu a także mieć na uwadze to, że

rekultywacja będzie skuteczna w przypadku określenia źródeł dopływu zanieczyszczeń z obszaru zlewni, oceny sposobu zagospodarowania zlewni oraz działań ograniczających główne przyczyny eutrofizacji wód. Dopiero wówczas będzie realna szansa na poprawę stanu jakości wód zbiornika.

Powyższe skłoniło Autorkę do zdefiniowania celu pracy dotyczącego wpływu czynników zewnętrznych i wewnętrznych na stan troficzny Jeziora Wydmieńskiego oraz szczegółowego zakresu pracy (wpływ zagospodarowania zlewni na jezioro; wpływ warunków meteorologicznych – opadów oraz temperatury powietrza na dynamikę stężeń substancji chemicznych w zbiorniku; określenie obciążenia jeziora ładunkami substancji biogenych N i P pochodzącymi z terenu zlewni; określenie stanu ekosystemu na podstawie właściwości fizycznych i chemicznych; określenie składu chemicznego osadów jeziora ze strefy litoralnej i sublitoralnej; określenie ilości zakumulowanych substancji biogenych N i P w roślinności przybrzeżnej oraz określenie stanu troficznego Jeziora Wydmieńskiego). Ponadto Doktorantka przedstawiła pięć hipotez badawczych (pierwsza: głównymi źródłami zanieczyszczeń Jeziora Wydmieńskiego są dopływy wód z sieci melioracyjnych odwadniających tereny użytkowane rolniczo. Przyjęto również, że występujący w zlewni bezpośredniej obszar leśny przyczynia się do redukcji spływu zanieczyszczeń do zbiornika, a z kolei zabudowa mieszkalna w miejscowościach Sucholaski i Wydminy oddziałuje negatywnie na jakość ekosystemu jeziornego; druga: czynniki meteorologiczne – sumy opadów i temperatura powietrza w istotny sposób regulują dynamikę stężeń substancji chemicznych i właściwości fizyczne wód w jeziorze; trzecia: osady dennie, podobnie jak woda mogą być istotnym wskaźnikiem wpływu sposobu zagospodarowania zlewni na ekosystem wodny; czwarta: roślinność przybrzeżna podczas okresu wegetacyjnego kumuluje duże ilości związków azotu i fosforu. Przyczynia się to do redukcji tych związków w wodzie jeziora, jednakże po zakończeniu okresu wegetacyjnego rośliny uwalniają wcześniej zakumulowane substancje biogenne; piąta: analizując sposób zagospodarowania zlewni, ze szczególnym uwzględnieniem strefy przybrzeżnej jeziora założono, że zbiornik charakteryzuje się wysokim stanem troficznym).

W rozdziale „Przegląd literatury” Autorka na 22 stronach maszynopisu prezentuje treści nt. wpływu zagospodarowania zlewni na ekosystemy wodne, wpływu czynników atmosferycznych na ekosystemy wodne, roli osadów dennych w przemianach substancji biogenych w zbiornikach wodnych, znaczenia makrofitów w przemianach substancji biogenych w ekosystemach wodnych a także metod oceny stopnia eutrofizacji ekosystemów wodnych. Należy stwierdzić, że przegląd literatury został przygotowany poprawnie.

W rozdziale trzecim „Materiały i metody” przedstawiono charakterystykę zlewni Jeziora Wydmieńskiego o powierzchni 34 km<sup>2</sup> położonego w północno-wschodniej Polsce. Ponadto przedstawiono informacje o parametrach morfometrycznych Jeziora Wydmieńskiego (głębokość maksymalna wynosi 9,8 m, głębokość średnia ok. 3 m, powierzchnia – 336,6 ha a objętość wód jeziora wynosi ok. 11738,5 tysięcy m<sup>3</sup>). W tym punkcie rozprawy dowiadujemy się także o tym, że badane jezioro jest bardzo podatne na presję z zewnątrz, o czym decydują

czynniki zewnętrzne, przede wszystkim klimatyczne (promieniowanie słoneczne, wiatr i opady atmosferyczne), jak i morfometryczne (mała głębokość średnia i duża powierzchnia), co się przekłada na wysoką wartość wskaźnika odsłonięcia tego obiektu (99,0) przyjmowanego jako stosunek powierzchni jeziora (ha) do głębokości średniej (m). W tym punkcie Autorka przedstawiła także wyniki literaturowe oceny podatności Jeziora Wydzińskiego na degradację, z których wynika, że Jezioro Wydzińskie zostało zaklasyfikowane do III kategorii, czyli bardzo podatne na degradację. Rozdział trzeci zawiera także informacje o badaniach terenowych. Zaprezentowano metodykę poboru próbek wody w dziewięciu punktach na obszarze Jeziora Wydzińskiego, z częstotliwością jeden raz w miesiącu, w okresie od listopada 2015 do października 2018 roku wraz ze szczegółową charakterystyką miejsc poborów próbek wody, metodykę poboru próbek osadów jeziornych, metodykę poboru próbek roślinności przybrzeżnej (w terminach: wrzesień 2017 r. i czerwiec 2018 r.). Bardzo dokładnie opisano badania właściwości fizycznych i chemicznych próbek wody wraz z podaniem urządzeń do pomiarów, takich jak wieloparametryczna sonda YSI 6600, oraz metod analiz laboratoryjnych zastosowanych w badaniach właściwości chemicznych wody w laboratorium Katedry Gospodarki Wodnej i Klimatologii UWM w Olsztynie. Podobnie dokładnie przedstawiono badania właściwości fizycznych i chemicznych osadów dennych i sprzęt (chwytnic Ekmana-Birge'a) oraz metody analiz laboratoryjnych zastosowane w badaniach właściwości chemicznych i fizycznych osadów dennych a także badania właściwości chemicznych roślinności przybrzeżnej wraz z metodami analiz laboratoryjnych zastosowanych w tych badaniach. W dalszej części rozdziału trzeciego Autorka zaprezentowała szczegółową metodykę oceny warunków meteorologicznych, wraz ze szczegółową charakterystyką elementów meteorologicznych. Dane zaczerpnięto z baz Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego.

W dalszej części metodyki Autorka przedstawiła informacje dotyczące metodyki pomiarów hydrologicznych, przede wszystkim dynamiki zmian położenia zwierciadła wody badanego jeziora. W tym rozdziale podano również metodykę obliczania bilansu wodnego Jeziora Wydzińskiego, bilansu substancji biogennych dopływających i odpływających do zbiornika wraz z ciekami wodnymi, obliczenia obciążenia jeziora związkami biogennymi oraz oceny stanu troficznego Jeziora Wydzińskiego. Ten rozdział kończy podpunkt „Analizy statystyczne wykorzystane w opracowaniu wyników badań”. Niestety w tej części pracy brak jest odniesienia do literatury w zakresie zastosowanych analiz statystycznych.

W rozdziale czwartym Autorka przedstawiła wyniki badań. Opracowano warunki meteorologiczne dla okresu trzech lat badawczych: 2015/2016, 2016-2017, 2017-2018. Opracowanie dotyczyło temperatur powietrza, opadów atmosferycznych i wskaźnika względnego opadu RPI.

W kolejnym podrozdziale przedstawiono wyniki obliczeń dynamiki zmian stężeń substancji chemicznych w wodzie Jeziora Wydzińskiego. Jak wynika z badań Doktorantki wyższe stężenia azotu azotanowego ( $1,88 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) zanotowano w wodach dopływów i zatoki

Jezióra Wydmiańskiego (w pozostałych punktach badawczych jeziora i w wodach odpływu stężenia były niższe i wyniosły  $0,13 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ). Wykazano, że na stan jakości wody dopływającej ze zlewni do zbiornika wpływ miały wyniki uzyskane w sezonie jesienno-zimowym drugiego roku badawczego i zarejestrowana ich zmienność, co może świadczyć o dużej podatności dopływów i zatoki na presję czynników zewnętrznych pochodzących z obszaru zlewni, a także wpływ warunków meteorologicznych. Powyższe pozwoliło Doktorantce potwierdzić wyniki literaturowe odnośnie faktu, że na jakość wód dopływających do zbiornika ma wpływ zlewnia i sezonowość klimatologiczna. Podobnie koncentracja stężenia azotu amonowego, tak jak w przypadku form azotanowych, była wyższa w wodach dopływów do zbiornika i w zatoce ( $0,36 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) w porównaniu do innych punktów badawczych zlokalizowanych w zbiorniku i na odpływie ze zbiornika wodnego ( $0,09 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ). W wodach głównego dopływu do zbiornika wartości ekstremalne odnotowano w lipcu i sierpniu 2018 roku oraz w listopadzie 2015 i październiku 2018 roku a w wodach zatoki – w listopadzie 2015 roku, co może świadczyć o niedawnym zanieczyszczeniu tych wód.

Stężenia azotu azotynowego w wodach Jeziora Wydmiańskiego w strefie epilimnionu (oprócz zatoki) były bardzo niewielkie – średnia wartość wyniosła  $0,005 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Nie odnotowano istotnego wzrostu stężeń tej formy azotu również w przypadku miesięcy zimowych, w których na jeziorze zalegała pokrywa lodowa. Zdecydowanie wyższe stężenia tej formy azotu stwierdzono w dopływach do jeziora oraz w zatoce ( $0,018 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ). Wartości ekstremalne azotu azotynowego Doktorantka odnotowała w głównym dopływie w czerwcu 2018 oraz styczniu 2017 r. oraz zatoce – w styczniu 2017 r.

Jeżeli chodzi o zawartość azotu organicznego w wodach Jeziora Wydmiańskiego oraz w wodach odpływu to Doktorantka wykazała niewielką zmienność jego stężeń. Średnia wartość azotu organicznego w wodach jeziora i odpływu kształtowała się na poziomie  $0,84 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ , natomiast w wodach dopływów i zatoki wyniosła  $1,52 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . W porównaniu do nieorganicznych form azotu stężenia azotu organicznego w wodzie były znacznie wyższe (oprócz uśrednionej wartości azotu azotanowego w wodach dopływów i wodach zatoki, która była wyższa od średniej azotu organicznego w tych lokalizacjach o  $0,55 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ).

Średnia wartość stężenia azotu ogólnego w wodach dopływających i wodzie zatoki była ponad 3-krotnie wyższa niż w innych punktach zbiornika i w wodach odpływu (odpowiednio:  $3,8 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  i  $1,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ). Z badań Doktorantki dotyczących azotu wynika, że wody dopływające do jeziora i zatoki charakteryzowały się przewagą azotanów w ogólnej sumie azotu, natomiast w wodzie pozostałych części jeziora i odpływie dominował azot organiczny.

Średnie stężenia fosforu fosforanowego w wodach jeziora (bez zatoki) i wodach odpływu były ponad 5-krotnie niższe w porównaniu do jego średniego stężenia w dopływach i zatoce (odpowiednio:  $0,03 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  i  $0,16 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ). Wartości ekstremalne stężeń fosforu fosforanowego wystąpiły w lipcu i sierpniu 2018 w głównym dopływie i lipcu 2018 w zatoce. Średnia wartość stężeń fosforu ogólnego w wodach jeziora (z wyłączeniem zatoki) i odpływu wynosiła  $0,17 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Natomiast średnia wartość stężeń fosforu ogólnego w wodach

dopływów i zatoce wyniosła  $0,38 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Wartości ekstremalne stężeń fosforu ogólnego wystąpiły w lipcu 2018 w zatoce i głównym dopływie.

Autorka w pracy dokładnie przeanalizowała, na trzynastu stronach (str. 83-95), także inne związki oraz wskaźniki opisujące jakość wód Jeziora Wydmiańskiego, jego dopływów i odpływu (K, Cl,  $\text{SO}_4$ , Na, Ca, Mg, wodorowęglany, sucha pozostałość, pozostałości po prażeniu, ChZT, BZT<sub>5</sub> i TDS).

Należy więc stwierdzić, że Autorka w rozdziale 4.2. w sposób przejrzysty i zrozumiały dokonuje wyczerpującej analizy dynamiki stężeń substancji chemicznych (rys. 11-30), omawiając różnice poszczególnych stężeń na stanowiskach pomiarowych, w odniesieniu do podstawowych statystyk opisowych. Dość wnikliwie w odniesieniu do własnych wyników badań wyjaśnia przyczyny wystąpienia obserwacji odstających i ekstremalnych jakie miały miejsce w ramach przeprowadzanych badań. Jednak należy pamiętać, że nie bez znaczenia jest wpływ tych obserwacji na wartości średnich czy zdolności dyskryminacyjne szeregu obserwacji. Pewien niedosyt w tej części rozdziału budzi natomiast brak podanej wartości statystyki i poziomu istotności z przeprowadzonych testów Kruskala-Wallisa, które zostały zastosowane przez Doktorantkę do wyodrębnienia grup (pogrupowania lokalizacji) pomiędzy którymi występowały istotne statystycznie różnice średnich analizowanych stężeń. Autorka tylko ogólnie podaje dla poszczególnych stężeń że „stwierdzone różnice pomiędzy tymi dwoma grupami jednorodnymi były istotne statystycznie” (np. str. 76, 78, 79) lub „nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie...” (np. str. 80, 84).

Na uwagę zasługuje przygotowana część rozprawy obejmująca zagadnienia dotyczące warunków hydrologicznych Jeziora Wydmiańskiego oraz jego cieków towarzyszących, przede wszystkim ze względu na to, że Jezioro nie było wcześniej kontrolowane hydrologicznie. Autorka w poprawny sposób zaprezentowała te wyniki badań. Podobnie ciekawie opracowano sezonowy bilans azotu i fosforu w wodzie dopływów oraz w wodzie odpływów wraz z wodami z Jeziora Wydmiańskiego a także bilans wodny Jeziora Wydmiańskiego, obciążenie jeziora związkami biogennymi, retencję substancji biogennych w wodzie Jeziora Wydmiańskiego, zawartość związków biogennych w osadach jeziornych oraz ocenę akumulacji związków biogennych w roślinności przybrzeżnej. Istotnym osiągnięciem, z punktu widzenia założeń realizowanej rozprawy, jest podpunkt 4.6 pn. „Ocena stanu troficznego Jeziora Wydmiańskiego”. Tu przedstawiono indeksy stanu troficznego (TSI), indeksy poziomu troficznego TLI, indeks TRIX oraz integralny wskaźnik troficznosci ITS. Można stwierdzić, że całość zaprezentowanych danych wraz z wynikami zarówno w formie opisowej, tabelarycznej i graficznej opracowano w sposób przejrzysty i prawidłowy.

W dalszej części pracy uzyskane wyniki zostały poddane przez Doktorantkę dyskusji naukowej. W tym celu Doktorantka wykorzystwała ważne pozycje literatury. Rozdział szósty w niniejszej rozprawie zawiera 11 wniosków. Można jedynie przed opublikowaniem pracy zastanowić się czy nie warto rozważyć skrócenia wniosku nr 1 oraz wzbogacenia wniosku nr 7 o informacje nt. wskaźników określających stan troficzny Jeziora Wydmiańskiego.

## Wartości poznawcze pracy

Po analizie treści rozprawy doktorskiej, na podstawie trzyletnich badań, za najważniejsze osiągnięcia naukowe uznają:

- włączenie do analiz jakości wód z obszaru badanego jeziora wyników badań elementów meteorologicznych;
- stwierdzenie, że najmniejsze stężenia badanych substancji w wodach z obszaru jeziora wystąpiły w sezonach charakteryzujących się normalnymi i wilgotnymi warunkami, które wzrastały w sezonach zarówno nadmiernie suchych jak i nadmiernie wilgotnych. Natomiast największe stężenia zanieczyszczeń chemicznych w wodach jeziora odnotowano podczas wilgotnych miesięcy zimowych;
- potwierdzenie, że wyższa temperatura powietrza sprzyja zwiększaniu się zanieczyszczeń organicznych a niższa – zanieczyszczeń mineralnych w wodach z obszaru jeziora;
- wykazanie, że jakość wód cieków zasilających badane jezioro przepływających przez zlewnię użytkowaną rolniczo wywiera negatywny wpływ na stan troficzny wód a w konsekwencji powoduje degradację części jeziora (stwierdzono, że stan troficzny Jeziora Wydmińskiego jest eutroficzny, natomiast jego zatoki hipertroficzny);
- potwierdzenie, że strefy buforowe w zlewni bezpośredniej z roślinnością leśną przyczyniają się do ochrony jakości wód jeziora, co potwierdził niski poziom zanieczyszczenia wód w tej części obszaru jeziora;
- wykazanie braku wpływu zabudowy wiejskiej w miejscowości Sucholaski oraz Wydminy na zagrożenie jakości wód jeziora. Ponadto wykazanie na podstawie pobranych osadów litoralnych wpływu zabudowy wiejskiej na jakość ekosystemu wodnego;
- stwierdzenie, że makrofity porastające brzegi Jeziora Wydmińskiego są w stanie zakumulować bardzo duże ilości azotu i fosforu oraz wykazanie, że wraz z końcem okresu wegetacyjnego makrofity wydzielają skumulowane związki do środowiska wodnego;
- zalecenie, aby wykaszanie roślinności następowało przed jej rozkładem, co pozwoli na usunięcie części substancji biogennej z ekosystemu jeziora.

Ponadto należy stwierdzić, że:

- zakres czasowy z którego pochodzą wyniki badań analizowane przez Doktorantkę jest odpowiedni i daje możliwość właściwej oceny wpływu zagospodarowania zlewni na stan troficzny Jeziora Wydmińskiego.
- uzyskane wyniki wpisują się w zagadnienia monitoringu i ocenę jakości wód jezior.

Z pracy mgr inż. Marleny Wiktorskiej wyłaniają się interesujące wnioski dla oceny wpływu zagospodarowania zlewni na stan troficzny Jeziora Wydmińskiego, m.in. taki, że uwzględniając sposób zagospodarowania zlewni, ze szczególnym uwzględnieniem strefy przybrzeżnej badanego jeziora oraz skład chemiczny wód, wykazano że zbiornik charakteryzuje się wysokim stanem troficznym. Są one spójne z celami i hipotezami

badawczymi. W mojej opinii temat podjęty przez Panią mgr inż. Marlenę Wiktorską ma niemałe znaczenie poznawcze i praktyczne, chociaż zagadnienie oceny wpływu zlewni na jakość jezior nie jest nowe. Takie zbiorniki wodne należą bowiem do obiektów podatnych na wpływy zewnętrzne. Stąd lokalizacja w określonym typie zlewni niesie za sobą szereg konsekwencji związanych z ich funkcjonowaniem i kształtowaniem się określonego stanu jakości wód. Stan ten najlepiej obrazuje ocena jakości wody, charakteru i przekształceń roślinności oraz obserwacja zewnętrznych symptomów degradacji zbiorników. Przeprowadzone przez Autorkę własne trzyletnie badania, wnikliwa analiza wyników badań, służąca m.in. do wykorzystania w pracy metod oceny stanu troficznego Jeziora Wydmieńskiego wskazuje na to, że mamy do czynienia z rozważnym podejściem naukowym w realizacji założeń pracy doktorskiej. Doktorantka w ciekawy sposób zaprezentowała na mapach ciepła i dendrogramach wizualizację wyników analizy skupień stężeń zanieczyszczeń wody Jeziora Wydmieńskiego a także jego dopływów i odpływu w zależności od lokalizacji i od pory roku.

### **Uwagi merytoryczne**

Po zapoznaniu się rozprawą doktorską nasunęły mi się pytania i wątpliwości:

- Ważnym uzupełnieniem badań byłyby badania jakości wody z głębszej strefy Jeziora Wydmieńskiego (z uwzględnieniem różnych głębokości).
- Wyjaśnienia wymaga czy nie powinno się uwzględnić form zagospodarowania w zlewniach cząstkowych w odniesieniu do przyjętych punktów monitoringowych. Jaki one stanowią procent w odniesieniu do całej zlewni bezpośredniej i całkowitej?
- W części pracy „Materiały i metody” Autorka przedstawiła informacje dotyczące metodyki pomiarów hydrologicznych, przede wszystkim dynamiki zmian położenia zwierciadła wody badanego jeziora w okresie badawczym. Autorka w pracy podaje „badania dynamiki stanów wód”. Proszę o wyjaśnienie czy chodzi o położenie zwierciadła wody czy stanów wody?
- Proszę o wyjaśnienie wyznaczenia stanu średniego zwyczajnego wody i przyjęcia jego oznaczenia jako SWZ.
- Autorka podaje, że pomiaru prędkości płynięcia wody dokonywano ... w trzech pionach hydrologicznych (str. 54). Zapewne Autorce chodziło o piony hydrometryczne.
- Czym kierowano się przy wyborze wskaźników jakości wody do oceny stanu troficznego wód badanego jeziora oraz jakie alternatywne można zaproponować w przyszłych badaniach?
- W rozdziale 3.11. metodyki badań Autorka opisała metody statystyczne zastosowane w celu interpretacji uzyskanych wyników badań. W tej części pracy (str. 64) jednak zbyt ogólnie podano, że „przed każdą analizą określono normalność rozkładu danych...”, bądź „podstawowe miary statystyczne jakimi posłużono się w pracy...”, nie wskazując dokładnie, która grupa wyników podlegała ocenie normalności rozkładu, czy też wstępnej

analizie statystycznej, a także nie podając hipotez, które podlegały weryfikacji w ramach zastosowanych testów statystycznych.

- Autorka w części pracy dotyczącej metodyki (str. 65) podaje również zbyt ogólnie jaki rodzaj analiz statystycznych był zastosowany (np. rangowy test statystyczny Kruskala-Wallisa czy korelacji rang Spearmana), nie podając czym podyktowany był wybór testów alternatywnych (jakie założenia zostały niespełnione w odniesieniu do testów parametrycznych?).
- Autorka na str. 138 podaje w odniesieniu do wyniku obliczonej korelacji, że „Potwierdza to liniową zależność pomiędzy wartościami pH, a nasyceniem wody tlenem...”. Należy pamiętać, że korelacja rangowa Spearmana pokazuje dowolną monotoniczną zależność, także nieliniową.
- Doktorantka nie podaje jakie podejście ilościowe zostało wykorzystane do identyfikacji obserwacji odstających i ekstremalnych na etapie tworzonego równania regresji liniowej pomiędzy pH a nasyceniem wody tlenem (podrozdział 4.6.5, str. 138) i czy takie występowały dla analizowanych parametrów. Oprócz zestawienia parametrów równania regresji nie przeanalizowano także dopasowania modelu czy błędu standardowego estymacji. Należy pamiętać, że obserwacje odstające mają bardzo istotny wpływ na nachylenie linii regresji, a także wykresy rozrzutu i histogramy (rys. 60-62).
- Pewnym osiągnięciem w pracy jest wykazanie braku wpływu zabudowy wiejskiej w miejscowości Sucholaski oraz Wydminy na zagrożenie jakości wód jeziora. Taki zapis znalazł się również we wniosku nr 4 (str. 159). Czy Doktorantka uwzględniła system gospodarki wodno-ściekowej i odprowadzania zanieczyszczeń z tych miejscowości?

Ponadto w trakcie czytania rozprawy pojawiły się następujące uwagi szczegółowe:

- Str. 8. Niefortunny zapis „gdyż roślinność ta pełni wiele funkcji ekologicznych i zazwyczaj pod tym kątem jest rozpatrywana”.
- W maszynopisie rozprawy występują potknięcia literowe i stylistyczne, m.in.:  
Str. 54. „Bilans substancji biogenych deponowanych do Jeziora Wydmieńskiego” – powinno być deponowanych w jeziorze.  
Str. 64. „Wykresy średnich wraz z zakresami wartości nieostających”.
- Str. 64. „W przeważającej ilości przypadków wyodrębniono dwie grypy jednorodne p”.
- Str. 113. „Roczny bilans azotu i fosforu deponowanego ze źródeł obszarowych, z opadu atmosferycznego oraz wraz z dopływami, a także odpływającego wraz z wodami odpływu Jeziora Wydmieńskiego został przedstawiony na wykresach poniżej”.
- Str. 144. „W zlewni Jeziora Wydmieńskiego nie zidentyfikowano źródeł ścieków deponowanych do tego zbiornika” – powinno się używać dostarczanych/dopływających albo deponowanych w Jeziorze.
- Str. 159. „Stwierdzono, że stan troficzny Jezioro Wydmieńskiego jest eutroficzny”.
- Brak numeracji wzorów w rozdziale metodyka.



- Str. 97. Na rys. nr 32 (mapa ciepła) nie podano oznaczeń niektórych stężeń zanieczyszczeń.
- Niefortunne stwierdzenie, gdy Autorka pisze: „Dopływ główny jest największym z cieków dopływających do Jeziora Wydmieńskiego” (str. 108) oraz „Odpływ jest ciekami porównywalnym wielkością do głównego dopływu” (str. 109)?
- Bibliografia została przygotowana niestarannie. Popołniono błędy numeracji, gdyż pozycje 112 i 113 w wykazie literatury są takie same. Ponadto w maszynopisie rozprawy błędnie zacytowano nazwiska Rzędala (str. 55) i Ławniczek (Str. 56).

### 3. Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marleny Wiktorskiej, zrealizowana pod opieką promotorską Pana dr hab. inż. Sławomira Szymczyka prof. UWM, stanowi istotny wkład w badania naukowe w aspekcie rozważań nad wpływem zagospodarowania zlewni na stan troficzny wód Jeziora Wydmieńskiego, uwzględniającego wpływ zarówno czynników zewnętrznych, jak i wewnętrznych. Uzyskane przez Doktorantkę wyniki badań będą przydatne w analizach ocen zagrożeń jakości wód retencjonowanych w jeziorach, w tym przyjmowaniu odpowiedniej metodyki do przeprowadzania takich analiz.

Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marleny Wiktorskiej spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, tj. stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego z zakresu ochrony i kształtowania środowiska a tym samym wpisuje się w dyscyplinę naukową inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Autorka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, zawarte w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tj. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) oraz ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję o przyjęcie recenzowanej rozprawy i dopuszczenie Autorki do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora.

Wrocław, 10.05.2022 r.

