



Olsztyn, dn. 20 stycznia 2022 r.

Prof. dr hab. Katarzyna Glińska-Lewczuk  
Katedra Gospodarki Wodnej i Klimatologii  
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
ul. Plac Łódzki 2, 10-759 Olsztyn

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Tomczyka  
pt. „Badania zmian jakości wód wywołanych energetycznym wykorzystaniem rzek”

### 1. Podstawa opracowania

Niniejsza ocena rozprawy doktorskiej została wykonana w odpowiedzi na pismo z dnia 17 listopada 2021 r. sporządzone przez Pana prof. dr hab. inż. Krzysztofa Pulikowskiego - Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, w związku z wszczęciem postępowania o nadanie stopnia doktora mgr inż. Pawłowi Tomczykowi na podstawie rozprawy pt. „Badania zmian jakości wód wywołanych energetycznym wykorzystaniem rzek”.

Praca doktorska została zrealizowana w Instytucie Inżynierii Środowiska na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Mirosława Wiatkowskiego.

### 2. Ocena rozprawy doktorskiej

#### Struktura pracy

Przedłożona do oceny dysertacja mgr inż. Pawła Tomczyka pt. „Badania zmian jakości wód wywołanych energetycznym wykorzystaniem rzek” obejmuje spójny tematycznie zbiór sześciu artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych, zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 13. pkt 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, tekst. jedn. Dz.U. 2017 Nr 1789).

Prace zostały opublikowane w latach 2019-2021 w recenzowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, których łączny Impact Factor wynosi 22,747, a sumaryczna liczba punktów według obowiązującej aktualnie listy czasopism (Komunikat Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 grudnia 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych) wynosi 680, w tym cztery czasopisma mają 100 punktów, zaś dwa pozostałe – 140 punktów. Dysertację tworzą następujące publikacje:

- A1) **Tomczyk P.**, Willems P., Wiatkowski M. 2021. Comparative analysis of changes in hydromorphological conditions upstream and downstream hydropower plants on selected rivers in



- Poland and Belgium. *Journal of Cleaner Production* 328.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129524>. **IF 2020 = 9,297, 140 pkt.**
- A2) **Tomczyk P.**, Wiatkowski M., 2021b. Impact of a small hydropower plant (Poland) on water quality dynamics in a diversion and natural river channel. *Journal of Environmental Quality* 50(5): 1156-1570. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20274>. **IF 2020 = 2,751, 100 pkt.**
- A3) **Tomczyk P.**, Wiatkowski M., 2021a. The Effects of Hydropower Plants on the Physicochemical Parameters of the Bystrzyca River in Poland. *Energies* 14(8): 2075.  
<https://doi.org/10.3390/en14082075>. **IF 2020 = 3,004, 140 pkt.**
- A4) **Tomczyk P.**, Wiatkowski M., 2020b. Shaping changes in the ecological status of the watercourses within barrages with hydropower schemes – a literature review, *Archives of Environmental Protection* 46(4): 78-94. <https://doi.org/10.24425/aep.2020.135767>. **IF 2020 = 1,489, 100 pkt.**
- A5) **Tomczyk P.**, Wiatkowski M., 2020a. Challenges in the Development of Hydropower in Selected European Countries. *Water* 12(12): 3542. <https://doi.org/10.3390/w12123542>.  
**IF 2020 = 3,103, 100 pkt.**
- A6) **Tomczyk P.**, Wiatkowski M., Gruss Ł., 2019. Application of Macrophytes to the Assessment and Classification of Ecological Status above and below the Barrage with Hydroelectric Buildings. *Water* 11: 1028. <https://doi.org/10.3390/w11051028>. **IF 2020 = 3,103, 100 pkt.**

Zbiór publikacji poprzedzono Autoreferatem liczącym 48 stron (183 strony uwzględniając załączone prace). Obejmuje on streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską, omówienie publikacji składających się na rozprawę doktorską, hipotezy badawcze, cele pracy, materiały i metody, wyniki i ich dyskusję, wnioski oraz wykaz piśmiennictwa. Ponadto, w Autoreferacie znajduje się rozdział poświęcony dorobkowi Doktoranta i jego działalności organizacyjnej i dydaktycznej. Załączono także oświadczenia o udziale procentowym autorów publikacji. Układ prac, sposób przedstawienia tematu należy uznać za poprawny, zgodny ze standardami pisania prac naukowych.

We wszystkich sześciu publikacjach Doktorant jest pierwszym autorem. Przedmiotowe publikacje są dwu- i trzyautorskie, co jest w pełni uzasadnione z uwagi na szeroki zakres tematyczny poruszanych zagadnień, interdyscyplinarny inżynieryjno-techniczny charakter badań oraz zaawansowane (statystyczne i graficzne) opracowanie prezentowanych wyników. Zgodnie z dołączonymi do rozprawy doktorskiej oświadczeniami wszystkich współautorów, udział Pana mgr. Pawła Tomczyka w każdej z prac był znaczący, tj. między 70 a 80%, i polegał na opracowaniu koncepcji oraz metodyki badań, wykonaniu badań terenowych i laboratoryjnych oraz opracowaniu wyników, wizualizacji danych i przygotowaniu publikacji do druku.

### Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Nadrzędnym celem rozprawy doktorskiej mgr Pawła Tomczyka była ocena wpływu budowli hydroenergetycznych na jakość wód rzecznych z uwzględnieniem elementów biologicznych, hydromorfologicznych i fizykochemicznych. Ten cel łączy wszystkie publikacje w dysertacji (A1-A6). Każda z nich odnosi się również do celów szczegółowych, do których należy zaliczyć: (i) określenie przestrzennego zróżnicowania stężeń parametrów fizykochemicznych (A3), elementów hydromorfologicznych (A6) i biologicznych wód (A1) pomiędzy poszczególnymi punktami badawczymi



powyżej i poniżej badanych elektrowni wodnych; (ii) identyfikację źródeł zanieczyszczeń badanych wód (A1, A3 i A6). Zamierzeniem Doktoranta było również (iii) wypracowanie praktycznych zaleceń dotyczących wyboru najważniejszego wskaźnika do oceny wpływu zabudowy hydroenergetycznej na jakość wód rzecznych (A5) oraz (iv) opracowanie procedury badawczej na potrzeby oceny wpływu wykorzystania hydroenergetycznego rzek na różne elementy środowiska (stan ekologiczny, społeczeństwo, gospodarka, środowisko), zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju (A4 i A5).

### **Metody badań**

Doktorant realizował prace badawcze w latach 2017 – 2020 na siedmiu obiektach badawczych tj. przepływowych elektrowniach wodnych na czterech rzekach w Polsce (Odra, Bystrzyca, Ślęza) i Belgii (Moza) o spadzie od 1,8 m do 5,2 m. W celu osiągnięcia zamierzonych celów zastosował szerokie spektrum wskaźników stanu ekologicznego wód – biologicznych, fizykochemicznych oraz hydromorfologicznych, zgodnie z przepisami z zakresu międzynarodowej polityki energetycznej i środowiskowej. Odpowiednio skonstruowana baza danych umożliwiła mu zastosowanie zaawansowanych analiz statystycznych jak np. analiza wariancji, hierarchiczna analiza skupień czy analiza składowych głównych. Chcę podkreślić, że przyjęta metodyka wymaga interdyscyplinarnej wiedzy, opanowania przez Doktoranta specjalistycznych umiejętności oceny i klasyfikacji elementów stanu ekologicznego wód, co budzi uznanie. Natomiast prezentacja wyników w postaci 6 publikacji w międzynarodowych czasopiśmie, w szczególności w krótkim czasie od pozyskania wyników, świadczy o właściwym przygotowaniu Kandydata do stopnia naukowego doktora.

### **Omówienie publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej**

W cyklu jednotematycznych publikacji Pan mgr Paweł Tomczyk uwzględnił dwa artykuły przeglądowe: artykuł A4 dotyczący wpływu stopni wodnych z zabudową hydroenergetyczną na stan ekologiczny rzek oraz artykuł A5 poświęcony wyzwaniom rozwoju energetyki wodnej na przykładzie realizacji polityki energetycznej w czterech krajach europejskich. Obie publikacje w interesujący sposób syntetyzują obecną wiedzę na temat wpływu wykorzystania hydroenergetycznego rzek na środowisko, społeczeństwo i gospodarkę. Łączy je aspekt praktyczny. W artykule A4 wypracował procedurę oceny stanu jakościowego cieków, która może wpierać efektywne zarządzanie zasobami wodnymi i być przydatna dla różnych grup odbiorców (naukowców, urzędników, inwestorów). Publikacja A5 zawiera porównanie stopnia rozwoju energetyki wodnej (wyrażonej przez udział tego rodzaju odnawialnego źródła energii w całkowitej produkcji energii elektrycznej) z kilkunastoma czynnikami gospodarczymi, społecznymi i środowiskowymi, uwzględniając przy tym wpływ zmian klimatu na rozwój tego sektora energetycznego. Lista tych czynników stanowi swoisty katalog wspierający decyzje o lokalizacji nowych budowli hydroenergetycznych. Moim zdaniem, artykuł A5 stanowi ogromny atut dysertacji, ponieważ Doktorant zweryfikował w nim wyzwania w rozwoju energetyki wodnej, a także sposoby ich rozwiązania. Za szczególnie cenne uważam odniesienie się do kwestii racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi w związku z europejską polityką energetyczną. Uznaję za niezwykle cenny głos Doktoranta w dyskusji nad możliwością osiągnięcia założonych celów polityki energetycznej Unii Europejskiej. Jego zdaniem osiągnięcie tych celów będzie możliwe dopiero po przygotowaniu przez poszczególne kraje kompleksowych raportów na temat odnawialnych źródeł energii, w tym hydroenergetyki.



Publikacje bazujące na wynikach własnych pomiarów terenowych i analiz laboratoryjnych Pana mgr. Pawła Tomczyka dotyczą: wykorzystania makrofitów w ocenie i klasyfikacji stanu ekologicznego powyżej i poniżej stopni wodnych z zabudową hydroenergetyczną (artykuł A6), wpływu elektrowni wodnych na parametry fizykochemiczne rzeki Bystrzyca (artykuł A3), oddziaływania małej elektrowni wodnej na dynamikę zmian jakości wód w kanale derywacyjnym i naturalnym korycie rzeki Bystrzyca (artykuł A2) oraz analizy porównawczej zmian cech hydromorfologicznych powyżej i poniżej elektrowni wodnych na wybranych rzekach w Polsce i Belgii (artykuł A1).

Spośród ww. prac na szczególną uwagę zasługuje publikacja A6, w której Pan mgr Paweł Tomczyk dokonuje analizy różnych metod oceny stanu ekologicznego wód Ślęzy we Wrocławiu będących pod wpływem elektrowni wodnej i na odcinku porównawczym, w oparciu o wskaźniki makrofitowe stosowane w wybranych krajach Unii Europejskiej (Irlandia, Niemcy, Bułgaria). Uzyskane wyniki są interesujące, pokazują w sposób przejrzysty, w jaki sposób zmienia się struktura gatunkowa oznaczonych taksonów makrofitów. Co ważne, artykuł stanowi kompendium wiedzy dotyczącej stosowanych metod oceny tego elementu biologicznego wód. Pragnę również zwrócić uwagę, że tematyka artykułu budzi zainteresowanie badaczy, czego wyrazem jest największa liczba cytowań (7 według WoS) względem innych prac wchodzących w skład rozprawy.

Artykuł A3 przedstawia natomiast unikalne wyniki długoterminowego (1970 – 2018) monitoringu 17 właściwości fizykochemicznych wody na 30 km odcinku Bystrzycy. Niewątpliwym atutem pracy jest jej interdyscyplinarność – porusza nie tylko kwestie wpływu zabudowy hydroenergetycznej na stan ekologiczny wód w świetle obowiązujących przepisów, ale także bierze pod uwagę kryterium dotyczące spełniania warunków dla życia ryb łososiowatych i karpiowatych, jak również wpływ innych czynników mogących mieć wpływ na stan elementów fizykochemicznych. Struktura pracy jest przemyślana i logiczna, a na uwagę zasługuje warstwa graficzna. Mocną stroną artykułu jest obszerna dyskusja wyników i wnioski.

Za ceną w dysertacji Pana mgr Pawła Tomczyka uważam publikację A1 prezentującą w sposób kompleksowy wyniki badań hydromorfologicznych cieków na siedmiu elektrowniach wodnych na rzekach Bystrzyca, Ślęza, Odra i Moza. Atutem tej pracy jest analiza sześciu metod oceny hydromorfologicznej stosowanych w Polsce, Belgii, Czechach, Hiszpanii i Niemczech. Jest to praca interdyscyplinarna o szerokim zakresie przestrzennym, w której Doktorant wykazał się wiedzą i umiejętnościami m.in. z zakresu hydrologii (ocenił warunki przepływu), geomorfologii (np. formy akumulacyjne i erozyjne w rzekach), botaniki (typy i struktura roślinności) czy też hydrauliki (warunki sedymentacji). Ponadto, poza współpracą z Profesorem Patrickiem Willemsem (KU Leuven, Belgia), warto zwrócić uwagę na rangę czasopisma *Journal of Cleaner Production*, w którym artykuł A1 się ukazał (IF 2020 = 9,297).

Artykuł A2, na temat oddziaływania małej elektrowni wodnej na dynamikę zmian jakości wody w kanale derywacyjnym i naturalnym korycie rzeki Bystrzyca, poszerza rozpoczęte w artykule A3 analizy o aspekt praktyczny. Publikacja ta wnosi nowe podejście do oceny jakości wód stosując wielokryterialny system oceny stanu ekologicznego dla odcinków rzek z elektrowniami wodnymi, a nie tylko wytyczne monitoringu rzek. Doktorant przedstawił w niej udaną próbę wdrożenia wskaźników ekohydromorfologicznych w punktach referencyjnych na rzece Bystrzyca, jak też powyżej i poniżej elektrowni wodnej Skałka, a także wykazał różnice między nimi. Należy docenić fakt, że wziął pod uwagę sześć wskaźników jakości wód o odmiennym zastosowaniu (np. ATI – ocena toksyczności względem organizmów wodnych, DWQI – klasyfikacje dla zaopatrzenia w wodę, rekreacji, ryb, rolnictwa i przemysłu, UWQI – Uniwersalny Wskaźnik Jakości Wody kompleksowy wskaźnik jakości wód). Co ważne, Doktorant



wskazał, że UWQI to optymalny wskaźnik do oceny wpływu zabudowy hydroenergetycznej na jakość wód rzecznych, przekonująco argumentując swój wybór.

## Wnioski

Z przedstawionego zestawu prac składających się na rozprawę doktorską mgr. Pawła Tomczyka płyną interesujące i ważne wnioski dla oceny stanu ekologicznego odcinków rzek pod wpływem zabudowy hydroenergetycznej. Są one spójne z postawionymi w pracach celami i hipotezami badawczymi.

Do najważniejszych wniosków sformułowanych w publikacjach A1-A6 należy zaliczyć fakt, że wykorzystanie hydroenergetyczne rzek powoduje zmiany parametrów fizykochemicznych wody, elementów hydromorfologicznych i biologicznych rzek. Elektrownie wodne najbardziej oddziałują na zmiany pięciu następujących parametrów fizykochemicznych wody: tlen rozpuszczony, odczyn, przewodność elektrolityczna, azot azotanowy i fosfor ogólny. Z artykułu A3 wynika, że na zmiany wartości parametrów fizykochemicznych ma wpływ typ elektrowni wodnej oraz wysokość piętrzenia. Elektrownie wodne przepływowe oddziałują słabiej na parametry fizykochemiczne niż elektrownie zbiornikowe. Natomiast, im wyższa wysokość piętrzenia, tym to oddziaływanie jest większe. Doktorant stwierdził (artykuł A6), że energetyczne wykorzystanie rzek powoduje polepszenie warunków do rozwoju makrofitów (elementy biologiczne stanu ekologicznego), ale negatywnie wpływa na warunki hydromorfologiczne rzek (artykuł A1) wskutek presji antropogenicznej, obecności przeszkód poprzecznych i podłużnych w korycie rzeki, regulacji rzek oraz zmian reżimu hydrologicznego i warunków przepływu. Doktorant stwierdził, że budowle hydroenergetyczne pogarszają 26 wskaźników hydromorfologicznych, a polepszają – 14. W związku z tym, proponuje stosowanie Uniwersalnego Wskaźnika Jakości Wody (UWQI) jako obiektywnego kryterium oceny jakości wody rzek wykorzystywanych hydroenergetycznie

Pragnę zwrócić uwagę na aspekt praktyczny wyników badań uzyskanych przez Doktoranta. Przeprowadzona przez Niego wnikliwa i wieloparametryczna analiza danych, uwzględniająca m.in. wymagania Ramowej Dyrektywy Wodnej, stanowi bardzo dobry materiał wyjściowy do opracowania procedur oceny wpływu wykorzystania hydroenergetycznego rzek na środowiskowe, gospodarcze i społeczne elementy przestrzeni geograficznej. Co ważne, w przypadku przedmiotowej dysertacji mamy do czynienia z dojrzałym podejściem naukowym do oceny, która może przyczynić się do bardziej efektywnego zarządzania zasobami wodnymi na ciekach wykorzystywanych hydroenergetycznie, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju (artykuły A4 i A5). Doktorant jest niewątpliwie świadomy obowiązujących wymagań prawno-gospodarczych, zakładających realizację celów zrównoważonego rozwoju.

Po zapoznaniu się treścią prac rozprawy doktorskiej nasunęły mi się pytania i wątpliwości, o których wyjaśnienie proszę Doktoranta:

1. Nawiązując do wniosków w publikacji A3, proszę o wskazanie, dlaczego typ elektrowni wodnej ma większy wpływ na stan fizykochemiczny wód aniżeli jej wysokość piętrzenia?
2. Czy zna Pan inne typy elektrowni wodnych niż przepływowe i zbiornikowe?
3. Czym kierowano się przy wyborze krajów do analizy w artykule A5 (Albania, Estonia, Polska i Słowenia) oraz jakie alternatywne kryterium selekcji państw można zaproponować w przyszłych badaniach tego typu?
4. Czy Doktorant planuje kontynuację i poszerzenie badań nad oddziaływaniem zabudowy hydroenergetycznej o np. badania osadów dennych lub badania innych elementów stanu ekologicznego, które w rozprawie nie zostały poruszone, a stanowią część monitoringu wód w



jednolitych częściach wód powierzchniowych (tj. badania ichtiofauny, fitoplanktonu, fitobentosu oraz makrobezkręgowców bentosowych)?

### 3. Podsumowanie

Rozprawę doktorską Pana mgr. Pawła Tomczyka pt. „Badania zmian jakości wód wywołanych energetycznym wykorzystaniem rzek” oceniam bardzo wysoko. Lektura publikacji składających się na rozprawę doktorską była dla mnie satysfakcjonująca i nie znalazłam w nich elementów problematycznych. Zestaw sześciu publikacji jest spójny tematycznie. Cele pracy zostały określone wyraźnie i jednoznacznie, opis metod analitycznych oraz wyników jest czytelny i przejrzysty, a dyskusje wyników przeprowadzone prawidłowo. Wyniki opracowano logicznie i starannie, zgodnie ze standardami pisania prac naukowych. Wnioski odpowiadają postawionym celom. Uzyskane wyniki są oryginalne i kompleksowe, co potwierdza ich opublikowanie w renomowanych czasopismach naukowych. Strona merytoryczna i wartość naukowa uzyskanych wyników została już zweryfikowana podczas rygorystycznego procesu publikacyjnego, co znacząco ułatwia zadanie recenzentowi. Uwagi zawarte w przedłożonej recenzji nie umniejszają wartości merytorycznej pracy.

Tematyka dysertacji jest istotna z uwagi na wymagania w zakresie racjonalnego gospodarowania zasobami wodnymi w powiązaniu z zasadami zrównoważonego rozwoju oraz na brak kompleksowych badań w tym zakresie.

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Pawła Tomczyka spełnia w moim odczuciu wymagania stawiane rozprawom doktorskim, tj. stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie badań nad zmianami jakości wód wywołanych energetycznym wykorzystaniem rzek. Jednocześnie, poszerza ona dotychczasowy stan wiedzy na ten temat i stanowi ważny wkład w rozwój dyscypliny ochrona i kształtowanie środowiska, a tym samym dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Moim zdaniem, ambitne i wielokryterialne podejście Pana mgr inż. Pawła Tomczyka do realizacji założonego tematu rozprawy doktorskiej, osiągnięte rezultaty oraz jego dotychczasowy dorobek naukowy, a także aktywność organizacyjna i dydaktyczna zasługuje na uznanie i uzasadnia zgłoszenie wniosku o wyróżnienie Jego rozprawy.

### 4. Wniosek końcowy

Z pełnym przekonaniem uznaję, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr. Pawła Tomczyka pt. „Badania zmian jakości wód wywołanych energetycznym wykorzystaniem rzek” spełnia wymagania 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, dopuszczenie do publicznej obrony i jej wyróżnienie przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Prof. dr hab. Katarzyna Glińska-Lewczuk