

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Katarzyny Kuśmierz

pt.: „Wpływ działalności bobra europejskiego (*Castor fiber*) na kształtowanie zasobów wodnych”.

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie prof. dra hab. Krzysztofa Józwiakowskiego. Podstawę formalno-prawną opracowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Kuśmierz na temat: „Wpływ działalności bobra europejskiego (*Castor fiber*) na kształtowanie zasobów wodnych” stanowi Uchwała Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 16 kwietnia 2025 roku (pismo nr NE.5200.5.1.2025).

2. Ogólna charakterystyka i ocena formalna rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została napisana na Wydziale Inżynierii Produkcji przez mgr inż. Katarzynę Kuśmierz pod opieką naukową promotora dra hab. inż. Antoniego Grzywiny, prof. uczelni. Rozprawa doktorska ma formę spójnego tematycznie zbioru artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych w latach 2022-2025. W skład zbioru wchodzi 3 artykuły naukowe:

1. Katarzyna Połeć, Antoni Grzywna, Monika Tarkowska-Kukuryk, Urszula Bronowicka-Mielniczuk (2022). Changes in the Ecological Status of Rivers Caused by the Functioning of Natural Barriers. Water. 14, 1522.
<https://doi.org/10.3390/w14091522>
2. Katarzyna Połeć, Antoni Grzywna (2023). Influence of Natural Barriers on Small Rivers for Changes in Water Quality Parameters. Water. 15, 2065.
<https://doi.org/10.3390/w15112065>
3. Katarzyna Kuśmierz, Antoni Grzywna, Agata Basak (2025). Impact of Beaver Dams on Watercourse Hydrology and Morphology Change in the Roztocze

National Park. Journal of Ecological Engineering – wg autoreferatu publikacja przyjęta do druku, wg stanu na 6.06.2025 praca opublikowana na stronie czasopisma: DOI [10.12911/22998993/202623](https://doi.org/10.12911/22998993/202623)

Wszystkie publikacje zostały opublikowane w czasopismach posiadających wskaźnik Impact Factor mieszczący się w przedziale od 1,3 do 3,4. Łączna liczba punktów przyznanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego za publikacje w wymienionych czasopismach wynosi 270, a sumaryczny Impact Factor to 7,4. Średni udział Doktorantki w przygotowaniu każdej z trzech prac wynosi 70%. We wszystkich przypadkach Doktorantka była pierwszym autorem. Według załączonych oświadczeń wkład Doktorantki w przygotowanie publikacji był następujący:

Publikacja 1: Doktorantka brała udział w: przygotowaniu koncepcji pracy, założen metodologicznych, zaplanowaniu i przeprowadzeniu badań, przygotowaniu bazy danych, udziale w analizie statystycznej, opisie i interpretacji wyników badań, napisaniu pierwszej wersji manuskryptu.

Publikacja 2: Doktorantka brała udział w: przygotowaniu koncepcji pracy, założen metodologicznych, zaplanowaniu i przeprowadzeniu badań, przygotowaniu bazy danych, udziale w analizie statystycznej, opisie i interpretacji wyników badań, napisaniu pierwszej wersji manuskryptu.

Publikacja 3: Doktorantka brała udział w: przygotowaniu koncepcji pracy, założen metodologicznych, zaplanowaniu i przeprowadzeniu badań, przygotowaniu bazy danych, udziale w analizie statystycznej, opisie i interpretacji wyników badań, napisaniu pierwszej wersji manuskryptu.

Informacje przedstawione w oświadczeniu kandydatki dotyczącym jej udziału w poszczególnych pracach dobrze korespondują z opisami zawartymi w publikacjach. Pierwsze dwie prace zostały opublikowane w czasopiśmie *Water*, natomiast trzecia, została opublikowana w *Journal of Ecological Engineering*. Czasopismo *Water* według bazy Web of Science zakwalifikowane jest do kategorii Q2 w dyscyplinach *Environmental Sciences* oraz *Water Resources*. *Journal of Ecological Engineering* znajduje się w kategorii Q4 w dyscyplinach *Engineering* i *Environmental Sciences*. Czasopisma, w których opublikowano wspomniane publikacje, mieszczą się w ramach dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Doktorantka wykazała dominujący i kluczowy udział w przygotowaniu publikacji, zaplanowaniu badań oraz opracowaniu koncepcji prac, co świadczy o Jej gotowości do prowadzenia badań naukowych w przyszłości.

Autorka referatu, Pani mgr inż. Katarzyna Kuśmierz, dokonała syntezy wyników przedstawionych w poszczególnych artykułach. Referat składa się z 10 rozdziałów, obejmujących: streszczenie w języku polskim i angielskim, wstęp, opis problemu naukowego, hipotezy oraz cele badań, a także część "Materiał i metody", gdzie przedstawiono charakterystykę obszaru i obiektów badań oraz zakres prowadzonych analiz. Następnie zaprezentowano wyniki i ich omówienie. Wyniki zostały podzielone na trzy oddzielne bloki tematyczne, dotyczące wpływu tam bobrowych na: (1) bioróżnorodność i makrofity, (2) zmiany parametrów jakości wody oraz (3) zmiany poziomu wody i wielkości retencji w korycie rzeki. Na końcu przedstawiono wnioski, bibliografię oraz kopie opublikowanych prac naukowych wraz z oświadczeniami Doktorantki i współautorów dotyczącymi ich wkładu w przygotowanie publikacji.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

W obliczu narastających skutków zmian klimatu, takich jak deficyty wody, wzrost częstotliwości susz i powodzi, a także pogarszająca się jakość wód, rośnie potrzeba poszukiwania naturalnych, zrównoważonych rozwiązań wspierających gospodarkę wodną. Tamy bobrowe, jako naturalne struktury retencyjne, mogą pełnić istotną rolę w zwiększaniu retencji wody, poprawie bioróżnorodności oraz wspieraniu procesów samooczyszczania wód. Jednocześnie ich wpływ na środowisko jest złożony i zróżnicowany przestrzennie, a także nierzadko budzi kontrowersje społeczne z powodu generowanych konfliktów użytkowania terenu.

Mimo rosnącego zainteresowania tym zagadnieniem, brakuje kompleksowych badań empirycznych dotyczących rzeczywistego wpływu tam bobrowych na zasoby wodne w małych zlewniach rzecznych w warunkach klimatyczno-hydrologicznych Polski. Realizacja niniejszej rozprawy doktorskiej odpowiada na tę lukę, umożliwiając ocenę roli naturalnych barier w kształtowaniu reżimu hydrologicznego, jakości wody oraz funkcjonowania lokalnych ekosystemów. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do wdrażania bardziej efektywnych, opartych na przyrodzie rozwiązań w zarządzaniu zasobami wodnymi i adaptacji do zmian klimatu. W autoreferacie Doktorantka postawiła trzy hipotezy badawcze:

1. Naturalne budowle piętrzące na rzekach przyczyniają się do rozwoju roślinności wodno-błotnej i poprawy warunków hydromorfologicznych cieków.
2. Tamy bobrowe wpływają na zmniejszenie dynamiki i wielkości odpływu wody powierzchniowej oraz zwiększenie retencji korytowej.
3. Tamy bobrowe wpływają na intensyfikację procesu samooczyszczania się wody powierzchniowej i poprawę stanu ekologicznego cieków

Celem pracy była ocena wpływu działalności bobra europejskiego na zmienność czasową i przestrzenną ilości i jakości wód powierzchniowych.

Układ i zakres treści pracy są prawidłowe i logicznie uzasadnione. Tematyka wybranych prac przedstawionych w doktoracie jest spójna i pozwala na szczegółową odpowiedź na postawione hipotezy badawcze. Zatem ten aspekt pracy oceniam pozytywnie.

W artykule 1 zbadano wpływ naturalnych barier, takich jak tamy bobrowe, na stan ekologiczny małych rzek. Autorzy skupili się na ocenie zmian w jakości wody oraz strukturze makrofitów w miejscach oddziaływania tych tam.

Aby zrealizować postawiony cel zastosowano metody bioindykacyjne, w tym Makrofitowy Indeks Rzeczny (MIR) i Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny (HIR), do oceny stanu ekologicznego cieków. Analizowano również parametry fizykochemiczne wody, takie jak zawartość tlenu rozpuszczonego, przewodność elektrolityczna oraz stężenie biogenów. Porównano odcinki rzek z obecnością tam bobrowych z odcinkami referencyjnymi, wolnymi od takich struktur. Badania przeprowadzono na ciekach zlokalizowanych na terenie Poleskiego i Roztoczańskiego Parku Narodowego na rzekach: Włodawka, Mietułka, Piwonia, Tyśmienica, Świerszcz i Szum.

Badania wykazały, że obecność tam bobrowych wpływa na poprawę jakości wody poprzez zwiększenie retencji i stabilizację warunków hydrologicznych. Zaobserwowano również wzrost różnorodności gatunkowej makrofitów w miejscach oddziaływania tam. Jednakże, w niektórych przypadkach odnotowano lokalne pogorszenie jakości wody, co może być związane z nadmiernym nagromadzeniem materii organicznej.

Wnioski z badania sugerują, że naturalne bariery, takie jak tamy bobrowe, mogą odgrywać istotną rolę w poprawie stanu ekologicznego małych rzek. Ich obecność sprzyja zwiększeniu bioróżnorodności oraz poprawie parametrów jakości wody. Jednakże, konieczne jest dalsze monitorowanie i analiza, aby w pełni zrozumieć długoterminowe skutki ich funkcjonowania na ekosystemy wodne.

W publikacji 2 zbadano wpływ naturalnych barier, tworzonych przez bobry europejskie na parametry jakości wody w małych rzekach wschodniej Polski, na obszarze Poleskiego Parku Narodowego. Badania miały na celu ocenę, w jaki sposób obecność tam bobrowych wpływa na stężenia wybranych zanieczyszczeń oraz ogólny stan ekologiczny cieków.

Analizie poddano parametry fizykochemiczne wody, takie jak przewodność elektrolityczna (EC), biochemiczne i chemiczne zapotrzebowanie na tlen (BOD_5 , ChZT), azot całkowity (TN), formy azotu ($N-NH_4$, $N-NO_3$, $N-NO_2$), fosfor całkowity (TP), ortofosforany ($P-PO_4$), chlorki (Cl^-) i siarczany (SO_4^{2-}). Dane zebrano w różnych porach roku oraz na terenach o zróżnicowanym

użytkowaniu (łąki, lasy, grunty orne). Do analizy statystycznej wykorzystano jednoczynnikową i trójczynnikową analizę wariancji oraz test post-hoc Tukeya.

Badania wykazały, że obecność tam bobrowych prowadziła do obniżenia stężeń większości badanych parametrów, z wyjątkiem amoniaku (N-NH_4), którego poziom wzrósł o 33%. Największe spadki odnotowano dla ortofosforanów (P-PO_4) – o 57% oraz fosforu całkowitego (TP) – o 45%. Z kolei usunięcie barier skutkowało wzrostem stężeń zanieczyszczeń o około 30%. Sezonowość i typ użytkowania terenu miały istotny wpływ na jakość wody.

Autorzy konkludują, że naturalne bariery tworzone przez bobry mogą pozytywnie wpływać na jakość wody w małych rzekach, jednak ich efektywność zależy od trwałości struktur oraz odpowiedniego zarządzania użytkowaniem terenu. Zalecają dalsze badania nad długoterminowym wpływem tych barier na ekosystemy wodne.

W pracy 3 badania miały na celu ocenę wpływu tam bobrowych na poziom wody, zdolność retencyjną oraz zmiany hydromorfologiczne w rzece Świerszcz, zlokalizowanej w Roztoczańskim Parku Narodowym w Polsce.

W latach 2021–2022 prowadzono regularne pomiary poziomu wody w pobliżu dwóch tam bobrowych oraz na odcinku kontrolnym, a także wykonywano pomiary geodezyjne i modelowanie 3D koryta cieku. Przeprowadzono ocenę hydromorfologiczną metodą RHS, obliczono Hydromorfologiczny Indeks Reczny (HIR) i obliczono wskaźniki Habitat Quality Assessment (HQA) i Habitat Modification Score (HMS) oraz zastosowano test Wilcoxa i korelację Pearsona do oceny istotności zmian.

Wyniki wykazały, że średni wzrost poziomu wody wywołany przez tamy wyniósł 48 ± 18 cm. Maksymalna objętość retencji osiągnęła $106,5 \text{ m}^3$, a minimalna to $15,5 \text{ m}^3$. Wzrost retencji był szczególnie widoczny po intensywnych opadach, zaś jej spadek wiązał się m.in. z uszkodzeniami tam przez człowieka. Działalność bobrów znacząco zwiększała zróżnicowanie koryta, a wartość HQA wzrosła o 36% w stosunku do stacji kontrolnej.

Wnioski wskazują, że tamy bobrowe mogą odgrywać istotną rolę w zwiększaniu retencji i stabilizacji warunków hydrologicznych małych rzek. Ich obecność sprzyja renaturalizacji oraz adaptacji do zmian klimatu, zwłaszcza na obszarach zdegradowanych, o ile nie są narażone na silną ingerencję antropogeniczną.

Na podstawie przeprowadzonych badań zawartych w trzech publikacjach naukowych, w ramach rozprawy doktorskiej można stwierdzić, że badania Doktorantki stanowią istotny wkład w rozwój wiedzy dotyczącej roli tam bobrowych w funkcjonowaniu małych ekosystemów rzecznych. W świetle dotychczasowych luk badawczych, główne osiągnięcia pracy można podsumować następująco:

1. wykazano, że obecność naturalnych barier budowanych przez bobry sprzyja poprawie jakości wód, głównie poprzez obniżenie stężeń zanieczyszczeń takich jak fosforany,

azot ogólny i siarczany. Jednocześnie zaobserwowano wzrost różnorodności makrofitów i poprawę wskaźników stanu ekologicznego, takich jak MIR czy HQA,

2. w badaniach hydrologicznych i geomorfologicznych przeprowadzonych po raz pierwszy na tym obszarze dokonano ilościowej oceny wzrostu poziomu wody i retencji wywołanej działalnością bobrów. Potwierdzono także istotne zmiany morfologiczne koryta, w tym zwiększenie jego heterogeniczności, obecność materiału drzewnego oraz zróżnicowanie roślinności wodnej i brzegowej,
3. praca dostarczyła również praktycznych wniosków w kontekście renaturyzacji rzek i zarządzania małą retencją. Wskazano, że przy odpowiednim podejściu ochronnym, działalność bobrów może wspierać adaptację do zmian klimatu poprzez stabilizację przepływów, zwiększenie retencji oraz odtwarzanie naturalnych procesów hydrologicznych i geomorfologicznych.

W świetle powyższego, rozprawa wnosi nową, empirycznie ugruntowaną wiedzę o wielowymiarowym oddziaływaniu bobra europejskiego na małe ekosystemy rzeczne w warunkach środkowoeuropejskich i stanowi istotny głos w dyskusji o przyrodniczych metodach wspomagania ochrony zasobów wodnych.

4. Uwagi dyskusyjne

Podczas studiowania dysertacji dostrzeżono kilka nieścisłości i sugestii, które z obowiązku recenzenta chciałbym przekazać Autorce:

1. Autorka w referacie i streszczeniu często używa określenia „cieki wodne”. Uważam, że jest to sformułowanie niepoprawne – wystarczy użyć terminu „cieki”.
2. Prosiłbym o wyjaśnienie dotyczące rysunku 1 na stronie 12 – skąd w tamach nr 5 i 6, zlokalizowanych w zlewni użytkowanej jako łąki, dominują gałęzie jako materiał konstrukcyjny?
3. Strona 14: czy można wskazać, jaki typ przepływu przez konstrukcję dominował w zależności od struktury materiałowej tamy?
4. Rozdział 5.2.3: dlaczego nie prowadzono pomiarów prędkości przepływu przed i za tamą? Dane te mogłyby być pomocne w ocenie procesów morfologicznych zachodzących w korycie. Ponadto, wartości prędkości wody mogą determinować warunki siedliskowe w cieku.
5. Rozdział 6.1: w celu poprawy czytelności rozdziału, wskazane byłoby dołączenie mapy z lokalizacją przekrojów pomiarowych.
6. Rysunek 7: konieczne jest podanie wartości współczynnika korelacji oraz poziomu jego istotności statystycznej. Bez tych informacji informacje przedstawione na rysunku są niepełne.

7. Strona 26: stwierdzono, że „w siedliskach bobrowych zaobserwowano zwiększoną heterogeniczność przepływu...”. Powstaje pytanie, czy przepływ był mierzony w analizowanych przekrojach? Brakuje tej informacji zarówno w referacie, jak i w publikacjach.
8. Tabela 5: jakim wskaźnikiem określono sezonowość występowania parametrów jakości wody?
9. Rysunek 8: brakuje informacji, z jakiego wielolecia pochodzą średnie wartości opadów atmosferycznych i temperatury powietrza.
10. Brakuje szczegółowej dyskusji wyników przedstawionych na rysunku 9. Powstaje wątpliwość, czy poziomy wody na dopływie do tamy nr 2 nie powinny być determinowane odpływem z tamy położonej powyżej? Z rysunku wynika, że obie tamy funkcjonują niezależnie i nie wykazują wzajemnego wpływu.
11. Strona 37: autorka obliczyła objętość retencji wynikającą z obecności tam bobrowych. Powstaje pytanie, na ile podane wartości – np. 106,5 m³ w sierpniu 2021 roku – są istotne z punktu widzenia reżimu hydrologicznego rzeki? Warto byłoby odnieść obliczone objętości retencji do średniego rocznego odpływu, co pozwoliłoby określić rzeczywisty wpływ tam bobrowych na kształtowanie reżimu hydrologicznego cieku.

Pomimo wymienionych uwag, uzyskane wyniki badań, ich opracowanie analityczne oraz wnioskowanie pozwalają na stwierdzenie, że Autorka zrealizowała postawiony w rozprawie cel naukowy, a użyta metodologia była właściwa i odpowiadała aktualnemu stanowi wiedzy naukowej i technicznej. Uzyskane w pracy rezultaty są bardzo ważne dla praktyki. Przedstawione w zakończeniu rozprawy wnioski dają odpowiedź na cel pracy. Oceniana praca posiada duże walory naukowe.

5. Ocena końcowa

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy wpływu działalności bobra europejskiego na zasoby wodne małych cieków zlokalizowanych w obszarach chronionych Poleskiego i Roztoczańskiego Parku Narodowego. Na szczególne podkreślenie zasługuje przeprowadzenie bardzo czasochłonnych badań terenowych co pozwoliło na wykazanie roli tam bobrowych na kształtowanie się reżimu hydrochemicznego rzek. Doktorantka posiada umiejętności zaplanowania i przeprowadzenia badań, a także umiejętność interpretacji uzyskanych wyników. Wykonanie tych badań świadczy o ogromnej wiedzy Doktorantki i przygotowaniu praktycznym do prowadzenia badań naukowych w zakresie inżynierii środowiska. Mgr inż. Katarzyna Kuśmierz wykazała się odpowiednią wiedzą teoretyczną

i praktyczną w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz wysokimi umiejętnościami samodzielnego planowania oraz realizacji badań naukowych.

Biorąc pod uwagę walory naukowe, poznawcze oraz aplikacyjne recenzowanej rozprawy doktorskiej pt. „Wpływ działalności bobra europejskiego (*Castor fiber*) na kształtowanie zasobów wodnych” stwierdzam, że spełnia ona wszystkie wymagania określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2024, poz. 1571, z późn. zm.) oraz wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Katarzynę Kuśmierz do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Kraków, 11.06.2025 r.

Dr hab. inż. Andrzej Wałęga, prof. URK