

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Tadeusza Grabowskiego

pt. „Opracowanie i wdrożenie systemu do gromadzenia oraz wykorzystania wód opadowych do pojenia zwierząt na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego” wykonanej pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Krzysztofa Józwiakowskiego oraz promotora pomocniczego dr hab. Andrzeja Bochniaka, prof. uczelni. Opiekunem pomocniczym ze strony Roztoczańskiego Parku Narodowego był mgr inż. Jan Słomiany. Praca została wykonana na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie oraz we współpracy z Roztoczańskim Parkiem Narodowym w ramach IV edycji programu „Doktorat Wdrożeniowy”, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego – umowa nr DWD/4/88/2020 z dnia 28.10.2020 r.

1.0 Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania niniejszej recenzji stanowi pismo Zastępcy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie dr hab. Aliny Kowalczyk-Juško, prof. uczelni z dnia 11 października 2024 r., informujące, że Rada Dyscypliny Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie powołała mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Tadeusza Grabowskiego.

2.0 Zasadność podjęcia tematu

Prognozowane zmiany klimatu, a zwłaszcza ich skutki, mogą prowadzić do przekształcenia cyklu wodnego i zmian w strukturze bilansu wodnego zlewni, a przede wszystkim do zwiększenia częstotliwości i zasięgu susz oraz zmniejszenia zasobów wodnych. Konieczne jest zatem podjęcie działań w celu złagodzenia przyszłych skutków zmian klimatycznych. Jednym z rozwiązań wskazywanych jako działania adaptacyjne do zmian klimatu jest retencjonowanie i wykorzystanie wód opadowych. Dyskusja ta została pobudzona przez trwające zmiany klimatyczne i rosnące niedobory wody w wielu krajach. Zbieranie i wykorzystywanie wody deszczowej może poprawić bezpieczeństwo wodne i dostęp do świeżej wody. Wykazano, że systemy zbierania wody deszczowej mogą zaspokoić do 100% zapotrzebowania gospodarstwa domowego na wodę. Istotną kwestią jest jakość wody deszczowej, która zależy od wielu różnych czynników geograficznych i antropogenicznych. W świetle powyższego tematyka badań podjętych przez mgr Tadeusza Grabowskiego jest bardzo istotna i wpisuje się w obecne trendy badawcze na świecie. Dotyczy ona opracowania i wdrożenia systemu do gromadzenia oraz wykorzystania wód opadowych do pojenia zwierząt na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego. Praca posiada również aspekt praktyczny, a zaproponowane rozwiązania mogą być wykorzystane w praktyce zawodowej dotyczącej rozwiązań błękitnej infrastruktury na terenach parków narodowych. Pod kątem praktycznym należy zauważyć, że zaprojektowany system zagospodarowania wód opadowych zostanie wdrożony w latach 2025-2026.

3.0 Struktura i zawartość pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt. „ Opracowanie i wdrożenie systemu do gromadzenia oraz wykorzystania wód opadowych do pojenia zwierząt na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego” obejmuje cykl powiązanych tematycznie trzech anglojęzycznych publikacji o zasięgu międzynarodowym. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach posiadających współczynnik wpływu IF i znajdują się na liście czasopism Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

P1. Tadeusz Grabowski, Krzysztof Józwiakowski, Andrzej Bochniak, Micek Agnieszka *Changes in the Amount of Rainwater in the Roztocze National Park (Poland) in 2001–2020 and the Possibility of Using Rainwater in the Context of Ongoing Climate Variability.* *Water* 2022, 14, 1334, s. 1-20. IF: 3.4. Punktacja MNISW: 100 pkt.

P2. Tadeusz Grabowski, Krzysztof Józwiakowski, Andrzej Bochniak, Przemysław Stachyra, Bogusław Radliński *Assessment of Rainwater Quality Regarding Its Use in the Roztocze National Park (Poland)—Case Study.* *Applied Sciences* 2023, 13, 6110, s. 1-22, IF: 2.5. Punktacja MNISW: 100 pkt.

P3. Tadeusz Grabowski, Andrzej Bochniak, Tadeusz Siwec, Krzysztof Józwiakowski *Pollutant Removal Efficiency in a Rainwater Treatment System in Roztocze National Park (Poland)* *Sustainability* 2024, 16, 4709, s. 1-23. IF: 3.3, Punktacja MNISW: 100 pkt.

Powyższe trzy prace opublikowane zostały w latach 2022-24 jako oryginalne prace naukowe, łączna liczba punktów z wszystkich publikacji wynosi 300 i sumaryczna wartość współczynnika wpływu IF za rok publikacji 9,2.

Wszystkie przedłożone artykuły są współautorskie, a liczba autorów waha się od 4 do 5. Należy jednak podkreślić, że każdorazowo mgr Tadeusz Grabowski jest pierwszym autorem. Jego wkład w powstawanie prac jest wyraźnie dominujący. Jak wynika z przedstawionej dokumentacji w pracy nad artykułami Doktorant pełnił wiodącą rolę jako osoba odpowiedzialna za opracowanie koncepcji badań, koncepcji publikacji, interpretacji uzyskanych wyników, opracowania graficznego wyników, opracowania wniosków. Udział pozostałych Autorów polegał głównie na wsparciu Pana mgr Tadeusza Grabowskiego w specjalistycznych pomiarach oraz redagowaniu publikacji, co jest uzasadnione z uwagi na interdyscyplinarność prowadzonych badań.

Opiniowana do oceny rozprawa doktorska składa się z wymienionych wyżej trzech publikacji do których dołączono oświadczenia współautorów oraz autoreferat, który zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim, wstęp, problem naukowy, cel rozprawy, tezy pracy, charakterystykę obszaru i obiektów badań, zakres i metodykę badań, wyniki badań i dyskusja, wnioski, piśmiennictwo.

Rozprawę doktorską rozpoczyna wstęp, który stanowi wprowadzenie do podjętej w pracy tematyki. W kolejnym etapie sformułowano problem naukowy, cel rozprawy i tezy pracy. Doktorant określił cel główny, trzy cele szczegółowe oraz cel wdrożeniowy pracy. Zakresy pracy objął zakres merytoryczny, przestrzenny i czasowy. W kolejnym rozdziale na podstawie analizy problematyki dotyczącej gospodarowania wodą opadową na obszarach zurbanizowanych, sformułowano cztery hipotezy badawcze. W dalszej części (rozdział 4) omówiono charakterystykę obszaru i obiektów badań. W rozdziale tym omówiono szczegółowo położenie i charakterystykę Roztoczańskiego Parku Narodowego, położenie i charakterystykę zlewni strumienia Świerszcz, lokalizację i charakterystykę obiektu badawczego - instalację testową przy Dyrekcji RPN. Rozdział 5 zawiera zakres i metodykę badań w którym zawarto zakres i metodykę badań jakościowych wód, zakres i metodykę badań instalacji do

oczyszczania wód opadowych. Wyniki badań i dyskusja opisano w rozdziale 6, gdzie omówiono zmiany klimatu i możliwości wykorzystania wód opadowych w zlewni strumienia Świerszcz. W podrozdziałach zmiany klimatu w zlewni strumienia Świerszcz oraz założenia do wdrożenia systemu zagospodarowania wód opadowych dla Ośrodka Hodowli Zwierząt we Floriance na terenie RPN szczegółowo omówiono wyniki badań podrozdziału 6.1. W kolejnym podrozdziale 6.2 wyniki badań jakościowych wód w zlewni strumienia Świerszcz i efekty oczyszczania wód opadowych w testowej instalacji przy Dyrekcji RPN kontynuowano omawianie wyników. Ostatni podrozdział 6.3. zawiera podrozdziały: zmiany temperatury wód opadowych w zbiorniku oraz skuteczność oczyszczania wód opadowych w instalacji technicznej. Końcowy rozdział (rozdział 7) to wnioski naukowe i wdrożeniowe. Zamieszczono także wykaz 79 źródeł literatury w tym 8 aktów prawnych, wykorzystanych na potrzeby przygotowania tekstu rozprawy oraz artykuły naukowe wraz z kompletem oświadczeń o udziale merytorycznym współautorów publikacji naukowych. W pracy zawarto także streszczenie w języku polskim i angielskim.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że struktura przedstawionej do recenzji rozprawy spełnia formalne wymogi stawiane rozprawom doktorskim, jej układ jest poprawny, a kolejność rozdziałów jest logiczna.

4.0 Ocena merytoryczna

Publikacje przedstawione jako rozprawa doktorska są powiązane tematycznie oraz logicznie zaplanowane i zrealizowane. **Pierwsza publikacja** zawiera możliwość wykorzystania wód opadowych w parku do różnych celów w kontekście trwającej zmiany klimatu. W tym celu przeanalizowano dane z lat 2001–2020 dotyczące zmian ilości wód opadowych w Roztoczańskim Parku Narodowym (RPN) w zlewni rzeki Świerszcz (Polska). Analiza danych z Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego RPN wykazała, że średnia roczna temperatura powietrza wzrosła o 2,1 °C w ciągu 20 lat, podczas gdy ilość opadów spadła, szczególnie w okresach zimowych. Zmiany te okresowo prowadziły do ujemnego bilansu hydrologicznego. W efekcie stopniowo obniżał się poziom wód gruntowych, zmniejszał się przepływ rzeki Świerszcz, a także występowały okresowe niedobory wody zasilającej Stawy Echo. Niedobory wody negatywnie wpływały również na florę i faunę RPN. Aby ilościowo chronić zasoby wodne Parku, zaproponowano budowę systemu gospodarowania deszczówką w Ośrodku Hodowli Zwierząt we Floriance, który miałby dostarczać wodę do pojenia koni (koników polskich), spłukiwania toalet, mycia samochodów i sprzętu rolniczego oraz do celów przeciwpożarowych. Założono, że nadmiar wody byłby odprowadzany do pobliskiego stawu, który jest miejscem rozrodu płazów. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na oszacowanie, że system jest w stanie zaspokoić 100% zapotrzebowania na wodę niższej jakości w okresie letnim. Ponadto ustalono, że 9109 m³ wody deszczowej rocznie można by uzyskać z dachów wszystkich budynków użyteczności publicznej znajdujących się na terenie RPN. **Druga publikacja obejmowała** określenie jakości wody deszczowej i możliwości jej wykorzystania do różnych celów na terenie RPN w Polsce. Badania przeprowadzono w latach 2021–2022. Próbkę wody deszczowej odprowadzanej z dachów budynków gospodarczych na terenie RPN zbadano pod kątem ich właściwości organoleptycznych, fizykochemicznych i mikrobiologicznych. Badania organoleptyczne przeprowadzono w celu oceny wody pod kątem obcego zapachu i progowej liczby zapachowej. Badania fizyczne i chemiczne obejmowały mętność, barwę, pH, przewodność; stężenia jonów amonowych, azotanów, azotynów, manganu, żelaza i chlorków

oraz twardość ogólną. Badania mikrobiologiczne obejmowały całkowitą liczbę drobnoustrojów w temperaturze 36°C i 22°C, bakterie grupy coli, Escherichia coli, enterokoki jelitowe i Pseudomonas aeruginosa. Wyniki jakości wody deszczowej porównano z parametrami jakości wody powierzchniowej pobranej z rzeki Świerszcz, a także z polskimi normami wody pitnej. Wyniki wskazały, że woda deszczowa zebrana w RPN miała dobre właściwości organoleptyczne, fizykochemiczne i mikrobiologiczne, które w niektórych przypadkach były zgodne z normami dla wody pitnej. W badanych wodach deszczowych okresowo obserwowano przekroczenia dopuszczalnych norm, głównie dla jonów amonowych i wskaźników mikrobiologicznych. Jednak przekroczenia te nie wykluczały wykorzystania wody deszczowej do celów gospodarczych, np. spłukiwania toalet, mycia pojazdów czy podlewania roślin, co może znacznie ograniczyć pobór wysokiej jakości wód gruntowych. Woda deszczowa, która ma być wykorzystana jako woda pitna dla koników polskich zamieszkujących park, będzie musiała zostać wstępnie oczyszczona poprzez procesy filtracji i dezynfekcji (np. lampą UV). **W trzeciej publikacji** Doktorant określił wydajność instalacji oczyszczania wód deszczowych znajdującej się w pobliżu zabudowań gospodarczych RPN w Polsce. Przebadano system oczyszczania wód deszczowych składający się z dwóch filtrów polipropylenowych, jednego filtra z węglem aktywnym i lampy UV. Próbkę surowej i oczyszczonej wody deszczowej pobierano raz w miesiącu od czerwca do grudnia 2023 r. Badania wykazały, że średnia wydajność usuwania zanieczyszczeń w analizowanym systemie oczyszczania wód deszczowych nie była bardzo wysoka i wyniosła 38,8% dla amoniaku, 29,6% dla mętności, 27,9% dla NO₂, 19,8% dla NO₃ i 6,9% dla miedzi. Niskie wartości wydajności można wyjaśnić niskim stężeniem tych parametrów w wodzie deszczowej ze zbiorników. Wydajność usuwania zanieczyszczeń mikrobiologicznych była bardzo wysoka i wahała się od około 98% do 100%. Wykazano, że lampa UV zapewnia bardzo dobrą dezynfekcję wód deszczowych, oraz że woda deszczowa oczyszczona za pomocą filtracji i dezynfekcji (lampa UV) może być używana do pojenia koni (koników polskich) żyjących w parku, a także do mycia pojazdów, podlewania terenów zielonych lub spłukiwania toalet. Niniejsze ustalenia mogą być wykorzystane przy projektowaniu nowego systemu zarządzania wodą deszczową, który ma zostać zbudowany w Centrum Hodowli Zwierząt RPN, a także do przygotowania innych systemów gospodarowania wodą deszczową, zwłaszcza na obszarach chronionych. Przeprowadzona w artykule analiza umożliwiła sformułowanie rekomendacji dotyczących wykorzystania wód opadowych na cele gospodarcze i do pojenia zwierząt na terenie Parków Narodowych.

Omówione powyżej publikacje, które stanowią zasadniczy element rozprawy doktorskiej, zostały poprzedzone przez doktoranta autorem referatem. Uważam, że Autorem referat dobrze odzwierciedla zawartość treści trzech artykułów i logicznie prowadzi czytelnika po kolejnych etapach wykonanych badaniach.

Poniżej podaję wybrane uwagi edytorskie do autorem referatu:

Brak stosowania jednolitego terminu w stosunku do OHZ – raz jest Ośrodek Hodowli Zachowawczej, w innym miejscu Ośrodek Hodowli Zwierząt, na stronie 13 w charakterystyce zjawisk opadowych podano charakterystyka wiatru (powinno być raczej charakterystyka zjawisk meteorologicznych), na stronie 38 „trend zmian średniej temperatury powietrza w latach 2001-2020 przedstawiono w tabeli 1, jednak tabela 1 ma inną zawartość, na stronie 46 „błędnie oznaczono numer tabeli zamiast tabela 5 jest tabela 4., kolejność artykułów dołączonych do autorem referatu jest inna niż podana w tabeli na stronie 11,

Podsumowując, łączna liczba zacytowanych pozycji literatury w trzech publikacjach wchodzących w skład monotematycznego cyklu wynosi 199, z czego w znakomitej większości zostały one opublikowane w okresie ostatnich 10 lat i są anglojęzyczne. Pozwoliło to na wnikliwe rozeznanie stanu wiedzy przez mgr Tadeusza Grabowskiego w zakresie podjętej w pracy tematyki, głównie w świetle badań zagranicznych. Potwierdziła to również oryginalność podjętej problematyki badań dotyczącej retencjonowania wód opadowych celem wykorzystania do pojenia koni (koników polskich) i zadań gospodarczych. O dobrym rozeznaniu przez Pana mgr Tadeusza Grabowskiego analizowanego zagadnienia świadczą także wnikliwe dyskusje i konfrontacje uzyskanych wyników badań wraz z próbą ich interpretacji. Wysoko oceniam poziom merytoryczny recenzowanej rozprawy oraz dobre udokumentowane pozyskanych wyników w postaci zamieszczonych w artykułach analiz statystycznych, tabel i rysunków. Uważam, że Doktorant właściwie dobrał metody badawcze, obliczeniowe oraz statystyczne, które pozwoliły na potwierdzenie postawionych w pracy tez oraz osiągnięcie założonego głównego celu pracy. Autor wykazał się umiejętnościami analitycznymi, o czym świadczy logiczne łączenie faktów i wnioskowanie. Doktorant konsekwentnie realizował założony cel pracy, publikując wyniki badań w wysoko punktowanych, przypisanych do dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka czasopismach. Na uwagę zasługuje fakt, że w przedstawionym do oceny cyklu publikacji można zauważyć rozwój naukowy Doktoranta, o czym świadczy zakres wykorzystanych danych, stosowanych rozwiązań, czy zakres prowadzonych analiz. Wszystkie te elementy wpłynęły na jakość czasopism w których wyniki zostały opublikowane, mierzone współczynnikiem wpływu IF, czy liczbą punktów wg. Listy MEiN.

5. Wartość naukowa rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr Tadeusza Grabowskiego porusza aktualną i ważną tematykę oraz wnosi nowe wartości zarówno poznawcze jak i aplikacyjne do problematyki rozwiązań gospodarowania wodami opadowymi na terenach parków narodowych. Przeprowadzone analizy w latach 2021-2022 właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych wód opadowych oraz wód płynących i podziemnych oceniam bardzo wysoko. Ponadto w pracy wykazano, że wody opadowe po uzdatnieniu w procesach filtracji i dezynfekcji mogą być wykorzystane do pojenia koników polskich na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego. Niewątpliwie dużym atutem podjętych badań jest opracowanie założeń do wdrożenia systemu do transportu, magazynowania, redystrybucji i oczyszczania wód opadowych z przeznaczeniem na cele hodowlane oraz sanitarne, techniczne, przeciwpożarowe.

Do najważniejszych osiągnięć recenzowanej rozprawy doktorskiej należy:

1. Wykazanie, że postępujące zmiany klimatu wpłynęły na wzrost temperatury powietrza i zmniejszyły wielkość opadów w analizowanym okresie badań 2001-2020 na terenie RPN.
2. Wykazanie, że wody opadowe wykazują dużą zmienność zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym w czasie i przestrzeni.
3. Wskazanie, że gromadzenie wód opadowych w podziemnych betonowych zbiornikach korzystnie wpływa na stabilizację temperatury wody, co nie dopuszcza do niekontrolowanych przemian chemicznych i biologicznych.
4. Rekomendacja instalacji testowej do oczyszczania wód opadowych opartej na procesie filtracji i dezynfekcji (lampa UV), która skutecznie usuwa zanieczyszczenia fizyczne, chemiczne i biologiczne.

5. Wykazanie, że wody opadowe po uzdatnieniu w procesie filtracji i dezynfekcji mogą być wykorzystane do pojenia koników polskich w OHZ we Floriance na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego, a także do mycia pojazdów, podlewania terenów zieleni, czy spłukiwania toalet. Mogą także służyć do napełniania zbiorników przeciwpożarowych i zasilania miejsc rozrodu płazów.
6. Określenie na podstawie średnich sum opadów z wielolecia 2001-2020, że największe ilości wód opadowych na terenie OHZ we Floriance występują w okresie wiosenno-letnim (od maja do sierpnia), czyli wtedy kiedy zapotrzebowanie na wodę jest największe. W pozostałych miesiącach wody opadowe pokryją od 54 – 90% zapotrzebowania na wodę na terenie OHZ we Floriance.
7. Zaprojektowanie nowego systemu zagospodarowania wód opadowych, który zostanie wdrożony w latach 2025-2026 roku w Ośrodku Hodowli Zwierząt RPN.
8. Wskazanie dalszych kierunków badań.

Uważam, że przeprowadzone analizy i badania mają dużą wartość użyteczną i z pewnością stanowią zachętę dla Doktoranta do prowadzenia dalszych badań w zakresie podjętej w pracy problematyki. W pracy zaprojektowano system zagospodarowania wód opadowych, który zostanie wdrożony w latach 2025-2026 i wykorzystany do pojenia zwierząt (konika polskiego), podlewania terenów zielonych, mycia pojazdów, spłukiwania toalet. Otrzymane wyniki mogą być także wskazówką dla skoordynowania działań planistycznych, projektowych i wdrożeniowych szczególnie przy wdrażaniu Błękitno Zielonej Infrastruktury na terenach parków narodowych, gdzie często brakuje współpracy ekspertów z różnych dziedzin.

6.0 Uwagi dyskusyjne, krytyczne i redakcyjne

Po zapoznaniu się z treścią recenzowanej rozprawy doktorskiej nasuwają się drobne uwagi i pytania:

1. Zbiornik do retencjonowania wód opadowych zaprojektowano z betonu - czy można zaproponować inne rozwiązanie materiałowe?.
2. Proszę wyjaśnić krótki termin badania skuteczności działania instalacji do uzdatniania wód opadowych (VI-XII 2023r.)
3. Proszę o wyjaśnienie różnicy w jakości wód opadowych pomiędzy P1 i P2.
4. Proszę wyjaśnić co mogło być przyczyną dużego stężenie żelaza ogólnego w wodach płynących (P3).
5. W miesiącach luty, marzec, kwiecień zapotrzebowanie na wodę przewyższa średni opad z wielolecia - proszę omówić ewentualne rozwiązania takiej sytuacji.

6.0 Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Tadeusza Grabowskiego pt. „Opracowanie i wdrożenie systemu do gromadzenia oraz wykorzystania wód opadowych do pojenia zwierząt na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego” prezentuje interesujące i cenne wyniki badań o dużym potencjale aplikacyjnym. Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań i interpretacji wyników. Warsztat naukowy Kandydata jest wystarczający do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rezultaty przeprowadzonych badań w sposób znaczący poszerzają wiedzę dotyczącą wykorzystania błękitnej infrastruktury na terenach leśnych. Moje krytyczne uwagi zawarte w recenzji mają charakter dyskusyjny i

nie wpływają na pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr Tadeusza Grabowskiego pt. „Opracowanie i wdrożenie systemu do gromadzenia oraz wykorzystania wód opadowych do pojenia zwierząt na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego” wykonanej pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Krzysztofa Józwiakowskiego oraz promotora pomocniczego dr hab. Andrzeja Bochniaka, prof. uczelni spełnia warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2023 r., poz. 742, z późn. zm.). Uwzględniając powyższe, wnioskuję o przyjęcie recenzowanej rozprawy przez Radę Naukową Dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie i dopuszczenie jej do publicznej obrony. Jednocześnie wnioskuję do Rady o WYRÓŻNIENIE rozprawy doktorskiej Pana mgr Tadeusza Grabowskiego.

