

Rzeszów, dn. 16 maja 2022 r.

dr hab. inż. Łukasz Jurczyk, prof. UR
Zakład Podstaw Rolnictwa i Gospodarki Odpadami
Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska
Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego
ul. Ćwiklińskiej 1A, 35-601 Rzeszów

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Aleksandry Wdowczyk
„Wybrane właściwości odcieków składowiskowych w aspekcie
biologicznego oczyszczania”,
wykonanej na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
pod kierunkiem dr hab. inż. Agaty Szymańskiej-Pulikowskiej, prof. UPWr

Przedstawiona mi przez Wysoką Radę Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu do recenzji rozprawa doktorska pani mgr inż. Aleksandry Wdowczyk przygotowana została jako cykl pięciu oryginalnych prac badawczych, opublikowanych w latach 2020-2022 i ujętych pod wspólnym tematem „Wybrane właściwości odcieków składowiskowych w aspekcie biologicznego oczyszczania”.

Podkreślić należy, że wszystkie prace wchodzące w skład cyklu publikacji są anglojęzyczne i zostały opublikowane w czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu, znajdujących się na liście JCR, o wysokich współczynnikach wpływu (sumaryczna wartość współczynnika IF wyniosła 21,946, a średni IF= 4,3892) i liczbie punktów MEiN (łącznie 540). Wszystkie publikatory przypisane są też do dyscypliny, której dotyczy postępowanie o nadanie stopnia naukowego.

Wszystkie ww. ujęte w cykl publikacje były przygotowane z udziałem promotora, **dr hab. inż. Agaty Szymańskiej-Pulikowskiej, prof. UPWr**, przy czym cztery z nich są dwuautorskie, zaś jeden artykuł miał trzech autorów. Podkreślić jednak należy, że w czterech pracach, łącznie z najwyższą punktowaną (140 punktów), nazwisko Doktorantki w spisie autorów wymienione jest na pierwszej pozycji, jej udział w przygotowaniu trzech publikacji współautorzy ocenili na 70%, a w dwóch pozostałych na 50%, co zostało potwierdzone odpowiednimi oświadczeniami załączonymi do rozprawy doktorskiej.

Wspomnieć w tym miejscu należy, że takie podejście jest zgodne z zaleceniami m.in. APA dla prac wieloautorskich wchodzących w skład rozpraw doktorskich, a ponadto wskazuje na dojrzałe rozumienie pozycji promotora, jako opiekuna wspierającego proces planowania i prowadzenia badań, oraz powstania tekstu publikacji, w której to jednak dominującą rolę odgrywać powinien doktorant. Taki też obraz wyłania się z opisu ról współautorów, jakie pełnili podczas powstaniu poszczególnych prac.

Otrzymana przeze mnie rozprawa doktorska składa się z dwóch głównych części – właściwego Autoreferatu zawartego na 29 stronach oraz reprintów publikacji naukowych wchodzących w skład cyklu, zajmujących 78 stron (oraz 11 stron oświadczeń Współautorów). Układ pracy jest właściwy dla tego typu dokumentów i, co należy podkreślić, sprawia wrażenie, że Autorka starała się możliwie ułatwić czytelnikowi poruszanie się po jej treści.

Treść Autoreferatu poprzedzona jest dwiema stronami **Streszczenia**, powtórzonego następnie w języku angielskim, oraz tabelą, w której znajduje się podsumowanie danych bibliograficznych publikacji wchodzących w skład cyklu. Na trzech stronach **Wprowadzenia** Autorka przybliżyła czytelnikowi zagadnienia dotyczące powstawania odcieków składowiskowych, ich składu i zmienności. Stwierdza przy tym, że obecne przepisy dotyczące zakresu parametrów zanieczyszczeń monitorowanych w odciekach składowiskowych oraz wodach w otoczeniu składowisk nie pozwalają na prawidłowy dobór właściwego sposobu unieszkodliwiania. Pomocne w doborze parametrów technologicznych oczyszczania i ocenie jego efektywności, szczególnie w układach biologicznych, może być natomiast wprowadzenie kompleksowych wskaźników zanieczyszczeń, jak *indeks zanieczyszczenia odcieków* (LPI), uzupełnionych przez odpowiednio dobrane testy toksyczności. Wywód ten oparto na 32 pozycjach literatury. Na tej podstawie sformułowano **Hipotezy badawcze i cel badań**, w tej części przedstawiono również cele szczegółowe i wynikający z nich zakres zrealizowanych prac.

Planując realizację badań Doktorantka postawiła sobie trzy hipotezy badawcze – pierwsza dotyczyła możliwości zmian w dotychczasowym podejściu do oceny jakości odcieków (1), co może być kluczowe w kontekście oceny ich podatności na unieszkodliwianie metodami biologicznymi. W logicznym związku z powyższym są więc kolejne dwie hipotezy, dotyczące wybranych aspektów oczyszczania odcieków w zróżnicowanych układach biologicznych - takich jak systemy hydrofitowe (2), czy technologie oparte o aktywność osadu czynnego (3). Już sam sposób formułowania hipotez badawczych mówi czytelnikowi o praktycznym, aplikacyjnym podejściu Doktorantki do poszukiwania wiedzy.

Cel badań jaki postawiła sobie Autorka dysertacji to „...ocena wpływu wybranych właściwości odcieków składowiskowych na możliwość zastosowania biologicznego oczyszczania”. Być może jest on sformułowany nieco zbyt ostrożnie i mógłby być bardziej doprecyzowany,

szczególnie w kontekście sugerowanych we **Wprowadzeniu** wskaźników, podkreślając *kompleksowość* oceny. Jednak również w tym, bardziej ogólnym brzmieniu jakie wybrała Autorka, pokrywa się on z zakresem wykonanych przez nią badań i, jak dalej wykazała, został w pełni zrealizowany.

Jest oczywiste, że szeroki zakres i duża pracochłonność realizowanych badań musiały wpłynąć na rozbudowaną **Metodykę**, którą opisano syntetycznie na czterech stronach Autoreferatu, rozpoczynając od opisu miejsc próbkowania odcieków - czterech instalacji gromadzących odpady komunalne (dokładne koordynaty znalazłem w załączonym artykule), z czego dwóch w fazie eksploatacji, a dwóch w fazie poeksploatacyjnej, dobranych ze względu na znaczne różnice m.in. powierzchni (od 0,86 do 14,1ha), okresu eksploatacji (od 1966), a przede wszystkim możliwość ujmowania wód odciekowych. Następnie, w formie zbiorczej tabeli, wymieniono aż osiemnaście znormalizowanych metod analitycznych, za pomocą których charakteryzowano właściwości odcieków składowiskowych pobieranych w latach 2018-2020. Z kolei metody toksykologiczne obejmowały również znormalizowane testy na dwóch organizmach modelowych, przedstawicielu producentów - gorzycy *Sinapsis alba* (test ostry kiełkowania), oraz świata zwierząt - skorupiakach *Daphnia magna* (test ostry przeżywalności). W tej części pominięto opis testów na makrofitach *Phragmites australis* i *Ceratophyllum demersum*, szczególnie te znalazłem jednak w odpowiedniej publikacji.

Najbardziej zaawansowane metodologicznie były opisane w **Podrozdziale 3.4.** (i przeoczone w spisie treści) metody biologii molekularnej. Obejmowały one między innymi sekwencjonowanie hiperzmiennego regionu V₃-V₄ bakteryjnego 16S rDNA, w celu opisu jakościowych zmian mikrobiomu osadu czynnego poddanego ekspozycji na odcieki składowiskowe surowe, oraz oczyszczone w układach hydrofitowych. Szkoda, że Autorka poświęciła tej części Autoreferatu stosunkowo niewiele miejsca, jednocześnie podkreślić należy, że charakter uzyskanych w ten sposób wyników wymaga dobrego przygotowania teoretycznego i dużo trudu na poziomie analizy bioinformatycznej i statystycznej.

Druga opisana w tej części uniwersalna metoda polegała na obserwacji różnic zakresu fluorescencji specyficznie (żywe/martwe) wybarwionych komórek bakteryjnych i mogłaby być również wykorzystana jako bardziej zaawansowany test toksykologiczny, uzupełniający baterię opisaną w **podrozdziale 3.3.** o poziom troficzny reducentów, jednak zaproponowana w formie obserwacji mikroskopowych pozwala na uzyskanie wielu dodatkowych informacji o charakterze reakcji kłaczek osadu czynnego na czynnik stresowy.

W dalszej części Autorka przedstawia **Wyniki i Dyskusję**, systematyzując je (zgodnie z kolejnymi publikacjami wchodzącymi w skład cyklu) w postaci pięciu podrozdziałów dotyczących charakterystyki wskaźników zanieczyszczeń w odciekach pochodzących ze

składowisk na różnych etapach eksploatacji (4.1.), ich kompleksowej oceny (4.2.), zastosowania w ocenie wskaźnika LPI i fitotoksyczności (4.3.), skuteczności oczyszczania w systemach hydrofitowych (4.4.) i wpływie odcieków na osad czynny (4.5.). W pierwszej części Autorka potwierdza, że skład odcieków i jego zmiany obserwowane w próbkach pobieranych z wyżej wymienionych instalacji zależą przede wszystkim od sposobu i czasu eksploatacji, co w dużej mierze odpowiada danym literaturowym. Doktorantka wskazuje jednak również, które parametry zanieczyszczeń mogłyby uzupełnić obecnie wymagany przez regulacje prawne zakres badań odcieków i wód w otoczeniu składowisk.

Zgadzam się w pełni z tezami Doktorantki, zawartymi w kolejnej części, że wymagany obecnie zakres badań odcieków, jako mieszaniny o bogatym i ulegającym ewolucji składzie, jest w dużej mierze niewystarczający i nie pozwala uzyskać pełnego obrazu potencjalnego zagrożenia jakie niosą dla środowiska, ani z sukcesem projektować parametrów technologicznych procesu oczyszczania. Być może, w oparciu o badania Autorki, będzie można w przyszłości zweryfikować obecny podział na składowiska odpadów niebezpiecznych, obojętnych i innych niż ww. na np. wprowadzenie kilkustopniowej skali zagrożenia dla środowiska, ocenianej w oparciu o takie wskaźniki jak LPI i baterie testów uwzględniających kolejne poziomy sieci troficznej, w tym mikroorganizmy.

W kolejnej części Autorka dyskutuje możliwości zastosowania w praktyce systemów hydrofitowych w oczyszczaniu odcieków, co wpisuje się w aktualny trend stosowania metod inżynierii ekologicznej. Choć, jak sama zauważa: „*Jedynie w niektórych przypadkach zaobserwowano zmniejszenie lub brak toksyczności odcieku po oczyszczeniu...*”, proponuje jednak rozwijanie dalszych badań w tym kierunku.

W subiektywnej ocenie recenzenta, wynikającej z jego zainteresowań naukowych, najciekawszy i najbardziej zaawansowany etap badań dotyczył oceny wpływu odcieków na bakterie osadu czynnego. Jak zauważa sama Autorka, po relatywnie krótkiej ekspozycji obserwowane różnice składu na różnych poziomach taksonomicznych były niewielkie, a na wyniki analizy wpływ może mieć samo pochodzenie odcieków, co prowadzi do konkluzji, że badania w przyszłości trzeba uzupełnić o: „*ocenę składu biocenozy bakteryjnej składowiska*”. Ja z kolei sugeruję stopniowo wydłużać okresy ekspozycji i rozwinąć badania o techniki *RNA-Seq*. Ciekawe wyniki dotyczyły też zróżnicowania składu gatunkowego nitryfikatorów oraz braku wyraźnej negatywnej reakcji bakterii w teście przeżywalności.

Autoreferat kończy pięć rozbudowanych, poprawnie sformułowanych **Wniosków**, oraz **Bibliografia**, obejmująca czterdzieści prawidłowo dobranych, angielskich pozycji najnowszej literatury (w większość z kilku ostatnich lat).

W tekście Autoreferatu nie udało się uniknąć drobnych błędów czy nie do końca jasnych dla recenzenta sformułowań, co należy zapewne położyć na karb presji czasu związanej z koniecznością łączenia pracochłonnych badań z dużym obciążeniem dydaktycznym specjalistycznymi przedmiotami (strona 28 autoreferatu). Pewne nieścisłości mogą też wynikać z powtórnego tłumaczenia treści zawartych w publikacjach na język polski w czasie przygotowywania Autoreferatu, tak jak zapewne było w przypadku sformułowań *składowisko aktywne* (na str.21), *czynne* (naliczyłem osiem razy) lub *nieczynne* użytych w kontekście, jak rozumiem, możliwości przyjmowania odpadów do unieszkodliwienia. Sformułowania takiego użyłbym raczej do opisu aktywności mikrobiologicznej, geologicznej, emisji do środowiska (np. gazu czy odcieków) itp., albo wręcz godzin otwarcia, natomiast w opisie sposobu użytkowania składowiska najodpowiedniejsze jest chyba posługiwanie się terminami zaczerpniętymi z prawa, a więc: *składowisko w fazie przedeksploatacyjnej, eksploatacyjnej, poeksploatacyjnej*, i ewentualnego doprecyzowania: *w trakcie rekultywacji, zamknięte i monitorowane* itd..

Dalej, na stronie 16 (jak również w **Streszczeniu**) czytamy: „*Odcieki z czynnych składowisk charakteryzowały się toksycznością ostrą, odcieki z nieczynnych składowisk toksycznością od lekkiej do ostrej*”. Zwrot *toksyczność ostra* (ang. *acute toxicity*) zarezerwowany powinien być raczej dla sposobu wykonania testu (w odróżnieniu od *toksyczności chronicznej*). Należało w opisie raczej użyć, wynikających z obliczonej wartości aTU, klas toksyczności (I do V) i przypisanych im nazw, dokładnie tak jak Autorka opisuje to na 6 stronie publikacji p5.

Również, w artykule P5 dość nieprecyzyjnie użyto określenia „*hydraulic retention time (HRT) was 24 h...*” co może sugerować, że w badaniu użyto reaktora sekwencyjnego, podczas gdy dokładniejsze zapoznanie się metodyką prowadzi do wniosku, że chodzi po prostu o czas ekspozycji.

Pewnym skrótem myślowym jest też stwierdzenie, jakie możemy znaleźć we **Wprowadzeniu** na stronie 8, że: „*W zależności od wieku składowiska powstające odcieki można podzielić na: młode – pochodzące ze składowisk mających poniżej 5 lat, średnie – od 5 do 10 lat oraz ustabilizowane (dojrzałe) – powyżej 10 lat ...*”. W rzeczywistości odcieki mają taki „wiek”, na ile pozwala czas ich retencji w złożu infiltrowanych odpadów, natomiast ich skład zależy w dużej mierze od tego czy pochodzą ze składowiska młodego, starego, lub znajdującego się w danej fazie ewolucji.

Uważam, że pomimo tych kilku uwag w stosunku do Autoreferatu, które wymusza ode mnie niejako rolę jakiej się podjąłem, nie zmniejsza to wartości przedstawionej mi do recenzji rozprawy. Jednocześnie nie jestem w stanie zagwarantować, że nie zdarzyło mi się kiedyś użyć samemu podobnych potocznych zwrotów we własnych publikacjach.

Treść przedstawionych w cyklu publikacji rozbudziła jednocześnie ciekawość naukową recenzenta, czego wyrazem są następujące pytania:

1. Czy istnieją inne niż proponowana w pracy metody obliczania wskaźnika LPI, a jeżeli tak to czy można się spodziewać uzyskania istotnie różnych wyników w zależności od przyjętej metodologii obliczeń?
2. Czy, a jeżeli tak to jakie inne, dodatkowe metody toksykologiczne widziałaby Autorka w przyszłości jako również przydatne w kompleksowej ocenie wpływu odcieków na środowisko i podatności na biodegradację w systemach oczyszczania?
3. Chciałbym też, żeby Autorka podzieliła się swoją opinią dotyczącą obecnych trendów w przetwarzaniu komunalnych odpadów zmieszanych przed ich składowaniem, szczególnie w kontekście tego jak będą mogły wpływać na parametry zanieczyszczeń w odciekach, i jakie to może mieć implikację dla procesów oczyszczania?

Ocena rozprawy doktorskiej, którą zgodnie z możliwościami jakie dają od kilku lat krajowe regulacje w zakresie szkolnictwa wyższego stanowi cykl publikacji, jest dla recenzenta specyficznym zadaniem. W moim mniemaniu nie powinien on stawiać się w roli superrecenzenta oceniającego treść merytoryczną poszczególnych publikacji, ta część rozprawy została już bowiem wielokrotnie i szczegółowo zrecenzowana, a o jej jakości świadczy pośrednio prestiż czasopism, w których się one ukazały. Nie mogę jednak powstrzymać się przed pochwaleniem dyplomantki m.in. za konsekwentne stosowanie metod statystycznych w opisie i dyskusji uzyskanych wyników, niekiedy zaawansowanych (np. analiza głównych składowych). Na uznanie zasługuje też bogaty dobór literatury, czy strona estetyczna publikacji.

Jako swoje główne zadanie rozumiem ocenę spójności całego cyklu publikacji opisanego w Autoreferacie, oryginalność rozwiązania problemu naukowego i samodzielność badacza. Z tej perspektywy przygotowanie rozprawy jest również niełatwym zadaniem, wymaga bowiem konsekwencji w planowaniu działań naukowych, a kolejne prace stanowić powinny logiczny szereg, prowadzący do uzupełnianiu kolejnych luk w stanie w stanie wiedzy dotyczącej rozpatrywanego zagadnienia. Przedstawiony w Autoreferacie cykl publikacji niewątpliwie jest spójny tematycznie, koncentrując się wokół problemu opisanego w **Tytule** i **Celu** pracy. Weryfikacja kolejnych hipotez badawczych następuje metodycznie - pierwszej w trzech artykułach opublikowanych kolejno w listopadzie 2020 i czerwcu 2021, drugiej w artykule opublikowanym we wrześniu 2021, a trzeciej w artykule z lutego bieżącego roku. Wskazuje to, że badania były realizowane zgodnie z zamierzonym planem.

Możliwości praktycznego wykorzystania wyników, jak już wyżej wspomniałem, upatruje głównie w weryfikacji obecnego systemu monitoringu, jednak również badania nad rozwojem

systemów hydrofitowych, szczególnie na obiektach w fazie poeksploatacyjnej, wydają się być obiecującym kierunkiem.

W mojej ocenie przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a treść poszczególnych publikacji świadczy o wysokim poziomie ogólnej wiedzy teoretycznej i praktycznej w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Autorka potrafi samodzielnie planować eksperymenty, a jednocześnie sama wskazuje na konieczność uzupełnienia uzyskanych wyników i modyfikacji metod badawczych.

Warto wspomnieć w tym miejscu o innych dokonaniach Doktorantki, które nie podlegają ocenie w Autoreferacie, ale miały przecież wpływ na jego ostateczny kształt. W latach 2016-2022 była autorką siedmiu innych niż wymienione w cyklu publikacji, pośród których znajdują się popularyzujące wiedzę, kierowane do odbiorcy krajowego, ale również najwyżej oceniane artykuły o zasięgu międzynarodowym (*Land Degradation & Development*, 200 pkt. MEiN). Łączna suma punktów wyniosła 885, przy czym wszystkie prace koncentrowały się na zagadnieniach monitoringu środowiska i gospodarki odpadami. Ponadto Doktorantka uczestniczyła w tym czasie w kilku konferencjach naukowych, uzupełniała wiedzę praktyczną na licznych szkoleniach, na szczególną jednak pochwałę zasługuje bardzo aktywne i skuteczne ubieganie się o środki na prowadzenie badań naukowych, która to umiejętność jest kluczową cechą dojrzałego naukowca.

Podsumowując, w mojej ocenie tematyka rozprawy doktorskiej wpisuje się w dyscyplinę ochrona i kształtowanie środowiska i spełnia wymogi zawarte w art. 14 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. 2017 poz. 1789) w związku z art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1669), co upoważnia mnie do przedstawienia Wysokiej Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wniosku o **dopuszczenie Pani mgr inż. Aleksandry Wdowczyk do dalszych etapów przewodu doktorskiego, w tym publicznej obrony rozprawy doktorskiej.**

Jednocześnie, biorąc pod uwagę różnorodność i pracowitość przeprowadzonych badań, fakt, że zostały one opublikowane w czasopiśmie o łącznym współczynniku oddziaływania 21,95, całość dorobku naukowego Autorki jaki dotąd uzyskała, a także inną aktywność jaką się wykazywała w czasie realizacji pracy doktorskiej, **wniosuję do Wysokiej Rady o wyróżnienie rozprawy.**

