Wrocław, 21.09.2026 r.

Dr hab. inż. Katarzyna Pawęska, profesor uczelni
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Instytut Inżynierii Środowiska
plac Grunwaldzki 24
50-363 Wrocław

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Alicji Kupczyk pt.
„Ocena wybranych procesów podczas przetwarzania morskich odpadów organicznych w złożach trzcinowych"
wykonanej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechniki Gdańskiej

Promotor: dr hab. inż. Katarzyna Kołecka

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę formalno-prawną opracowania stanowi pismo nr 588/WILiŚ/2026 z dnia 09.07.2026 r. przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Politechniki Gdańskiej prof. dr hab. inż. Ewy Wojciechowskiej.

Podstawę prawną stanowi art. 187 ust. 1 pkt. 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz.U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.).

2. Celowość podjęcia tematyki

Obszary przybrzeżne ale również i same wody morskie podlegają silnej presji związanej z działalnością człowieka, w tym między innymi okresowemu gromadzeniu się na plażach oraz w wodach przybrzeżnych nadmiaru materiału organicznego (np. roślin morskich, fitoplanktonu, glonów, materiału pochodzenia antropogenicznego). Występowanie tego zjawiska powiązane jest z procesem eutrofizacji, który prowadzi do intensyfikacji zakwitów fitoplanktonu oraz rozwoju makroglonów. Rezultatem jest pogorszenie się walorów użytkowych i turystycznych plaż. Nagromadzony i pozostawiony materiał może ulegać rozkładowi i prowadzić do wtórnego uwalniania do środowiska zanieczyszczeń, między innymi biogenów. Usuwanie i zagospodarowanie takiego materiału stanowi wyzwanie dla gmin nadmorskich, zarówno technologiczne, ekonomiczne jak i logistyczne. Problem ten został zauważony i dość dokładnie przedstawiony przez Autorkę w pierwszej części pracy. Autorka zwraca również uwagę, że morskie odpady organiczne (MOO) stanowią strumień odpadów, który nie został ujednolicony w prawodawstwie. Jednocześnie jest to materiał, charakteryzujący się zmiennością składu, stopnia rozkładu oraz zmiennymi właściwościami fizykochemicznymi. Zmienność ta jest zarówno czasowa jak i przestrzenna. Utrudnia to zatem rekomendowanie jednego wspólnego sposobu postępowania z tym materiałem. Chociaż problem z nadmierną ilością morskich odpadów organicznych może

wpływać negatywnie w szczególności na miejscowości turystyczne w pracy brakuje określenia rzeczywistej skali problemu co uzasadniałoby poszukiwanie i opracowanie odrębnej technologii przetwarzania MOO zamiast np. połączyć ten strumień z już powstającymi na obszarach innymi strumieniami odpadów.

Autorka wybrała jako przedmiot analiz w rozprawie technologię stosunkowo dobrze znaną, polegającą na wykorzystaniu złóż trzcinowych. Złoża trzcinowe wykorzystywane są powszechnie do odwadniania, stabilizacji osadów ściekowych. Dlatego też w pracy omawiania technologia nie jest elementem nowym, natomiast wykorzystanie jej do zagospodarowania zgoła innego materiału (inne pochodzenie, inne właściwości fizykochemiczne) już tak. Z tego względu za istotne uznać należy wskazanie czy materiał taki jak MOO może być przetwarzany na złożu trzcinowym i z jaką skutecznością. Czy zastosowanie takiego połączenia jest środowiskowo uzasadnione. Za intersujące należy również uznać podejście do MOO wskazane przez Autorkę. Nie jak do odpadu, ale jak do potencjalnego produktu. Takie podejście wpisuje się w ideę gospodarki obiegu zamkniętego.
Biorąc pod uwagę problem jaki został nakreślony w przedstawionej rozprawie uważam podjętą tematykę za aktualną i interesującą.

3. Ogólna charakterystyka i ocena formalna rozprawy doktorskiej

Do oceny przedstawiono rozprawę doktorską Pani mgr inż. Alicji Kupczyk pt. „Ocena wybranych procesów podczas przetwarzania morskich odpadów organicznych w złożach trzcinowych" zrealizowaną na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej pod opieką dr hab. inż. Katarzyny Kołeckiej. Przedłożona rozprawa doktorska przygotowana została z zachowaniem typowego układu dla opracowań na stopień naukowy (monografia). Praca składa się z części wprowadzającej (przeglądu literatury przedmiotu), sformułowania celu, tez i zakresu pracy, opisu metodyki badań oraz rozdziału prezentacji wyników i dyskusji. Pracę kończy rozdział podsumowania i wniosków oraz spisu literatury, tabel i rysunków. Część literaturowa została podzielona tematycznie i prowadzi od szerszego kontekstu środowiskowego i prawnego, poprzez charakterystykę morskich odpadów organicznych, do możliwych sposobów ich zagospodarowania. Układ części badawczej jest czytelny. Poszczególne rozdziały są logicznie uporządkowane, stanowiąc jedną spójną całość. Kolejność rozdziałów odpowiada kolejności realizacji prac badawczych. Łączna liczba stron rozprawy doktorskiej to 166 stron, oraz 32 strony materiałów stanowiących załączniki.

4. Ocena merytoryczna pracy

Morskie odpady organiczne (MOO) gromadzące się okresowo w strefie brzegowej Morza Bałtyckiego stanowią materiał charakteryzujący się dużą zmiennością ilościową i jakościową. Ich usuwanie, szczególnie z plaż użytkowanych turystycznie, powoduje konieczność dalszego zagospodarowania zebranego materiału. Problemem pozostaje jednak sposób jego przetwarzania, pozwalający na zmniejszenie uwodnienia i zawartości materii organicznej, przy jednoczesnym

uzyskaniu materiału, którego dalsze wykorzystanie nie będzie powodowało zagrożenia dla środowiska. Problemem naukowym, który Doktorantka postanowiła rozwiązać była ocena możliwości zastosowania złóż trzcinowych (ZT), wykorzystywanych dotychczas głównie do odwadniania i mineralizacji osadów ściekowych, do przetwarzania morskich odpadów organicznych. Badaniami objęto dwa rodzaje materiału: MOO oraz MOO z dodatkiem kompostu (MOO+K). Doktorantka skoncentrowała się na ocenie podatności materiału na odwadnianie i mineralizację oraz jakości materiału powstającego w procesie i odcieków ze złoża.

W pracy sformułowano dziewięć pytań naukowych oraz trzy tezy badawcze. Tezy dotyczą (1) możliwości skutecznego odwadniania i mineralizacji MOO w złożach trzcinowych (ZT), wyrażającej się wzrostem zawartości suchej masy i zmniejszeniem zawartości materii organicznej, (2) występowania w materiale po procesie zawartości NKj i P_{og} wskazujących na jego potencjalne właściwości nawozowe, przy jednoczesnej możliwości ograniczenia jego wykorzystania przez obecność mikrozanieczyszczeń oraz (3) braku zagrożenia dla środowiska wynikającego z przetwarzania MOO i MOO+K w złożach trzcinowych. W celu weryfikacji tez zaprojektowano i wybudowano pilotażowy obiekt (złoża trzcinowe zlokalizowane na terenie oczyszczalni ścieków), który następnie eksploatowany był w warunkach rzeczywistych. Zakres badań obejmował ocenę zmian suchej masy i materii organicznej, zawartości NKj i P_{og}, mikrozanieczyszczeń, wybranych bakterii i grzybów oraz toksyczności materiału. Analizie poddano również jakość odcieków oraz zbiorowiska mikroorganizmów występujących w złożu.

Obiekt badawczy stanowiło pilotażowe złoże trzcinowe zlokalizowane na terenie oczyszczalni ścieków w Swarzewie. Składało się ono z dwóch zbiorników podzielonych na osiem kwater. Poszczególne kwatery zasilano MOO lub mieszaniną MOO i kompostu. Badania prowadzono w latach 2020-2022, (natomiast pierwszego próbnego zasilenia dokonano w 2019 roku). Reżim zasilania uzależniony był od występowania i pozyskania MOO ze strefy brzegowej, stąd liczba zasileń, ich częstotliwość oraz obciążenie poszczególnych kwater nie były jednakowe. Różnice w obciążeniu były znaczne - przykładowo w 2020 roku wynosiło ono od 0 do 88 kg s.m./m^2·rok. Tak przyjęty sposób prowadzenia badań z jednej strony pozwolił na ocenę funkcjonowania obiektu w warunkach rzeczywistych, z drugiej jednak wprowadził dużą liczbę zmiennych utrudniających bezpośrednie porównanie poszczególnych wariantów (zwłaszcza, że zaprojektowana instalacja uniemożliwiała wykonanie powtórzeń). W rozdziale dotyczącym metodyki Doktorantka szczegółowo opisuje konstrukcję złoża, materiał wykorzystany do jego wypełnienia, sposób zasilania i poboru próbek oraz zastosowane metody analityczne. Zakres wykonanych analiz jest szeroki i obejmuje zarówno podstawowe parametry charakteryzujące przebieg procesu odwadniania i mineralizacji, jak również związki biogenne, metale ciężkie, WWA, ftalany, pestycydy i PFAS. Badania uzupełniono analizami mikrobiologicznymi oraz testami toksyczności. Tak szeroki zakres badań należy uznać za mocną stronę rozprawy, ponieważ umożliwił ocenę nie tylko skuteczności przetwarzania MOO, ale również jakości powstającego materiału

i potencjalnych ograniczeń jego dalszego wykorzystania. Pewne wątpliwości budzi jednak organizacja eksperymentu. Materiał MOO charakteryzował się znaczną niejednorodnością, a kolejne partie różniły się między innymi stopniem rozkładu. Dodatkowo poszczególne kwatery pracowały przy różnym obciążeniu i reżimie zasilania. Utrudnia to jednoznaczne rozdzielenie wpływu rodzaju materiału, czasu jego przebywania w złożu, obciążenia oraz warunków meteorologicznych na obserwowane zmiany. Ograniczeniem badań odcieków była również nieszczelność przegród pomiędzy kwaterami, która spowodowała mieszanie się odcieków i konieczność pobierania jednej uśrednionej próbki dla całego zbiornika. Jednym z elementów eksperymentu było zasilanie złoża trzcinowego MOO wraz z kompostem. Kompost jest materiałem niejednorodnym pod względem składu, a jego właściwości mogą się zmieniać w czasie. Recenzent nie znalazł wyjaśnienia czy Autorka zwracała uwagę na skład kompostu każdorazowo podczas prowadzenia zasilania złoża.

Wyniki badań przedstawione zostały w rozdziale 6. W pierwszej części Doktorantka charakteryzuje obciążenie poszczególnych kwater, następnie analizuje jakość fazy stałej, a w dalszej części jakość odcieków. W materiale przetwarzanym uzyskiwano wzrost zawartości suchej masy, a średnie wartości dla całego okresu badań wynosiły od 45,5 do 66,8%. Jednocześnie obserwowano zmniejszenie zawartości materii organicznej, co Doktorantka przyjęła jako potwierdzenie zachodzącego procesu mineralizacji. Analizie poddano również zawartość związków biogennych. Zawartości NKj i P_{og} w PMOO i PMOO+K, Doktorantka odnosi do wartości charakterystycznych dla materiałów o potencjale nawozowym. Dodatek kompostu powodował początkowo zwiększenie zawartości związków biogennych.

Interesującym elementem badań jest analiza zmian parametrów w profilu pionowym złoża, która pozwolić miała na ocenę migracji materii organicznej oraz związków biogennych do warstwy filtracyjnej. W ostatnim okresie badań stwierdzono częściową migrację materii organicznej w głąb złoża, co Doktorantka wiąże z możliwością jego stopniowej kolmatacji.

Istotną częścią pracy jest ocena obecności mikrozanieczyszczeń. Zawartości analizowanych metali ciężkich nie przekraczały wartości dopuszczalnych przyjętych przez Doktorantkę dla materiałów wprowadzanych do gleby. W badanym materiale nie stwierdzono WWA i większości analizowanych pestycydów, natomiast wykrywano ftalany i związki PFAS. Wyniki te są szczególnie istotne w kontekście proponowanego dalszego wykorzystania PMOO i PMOO+K, ponieważ wskazują, że sama zawartość związków biogennych nie może stanowić wystarczającej podstawy do oceny przydatności tego materiału. Autorka sama wskazuje na potrzebę dalszego monitorowania ftalanów i PFAS.

Wyniki badań zostały omówione w rozdziale 7 w odniesieniu do procesów odwadniania i mineralizacji, zawartości związków biogennych, możliwości wykorzystania przetworzonego materiału oraz jego potencjalnego oddziaływania na środowisko. Doktorantka wskazuje, że dodatek kompostu nie poprawił przebiegu procesu. Kwatery zasilane MOO charakteryzowały się

na ogół większym stopniem mineralizacji niż kwatery zasilane MOO+K. Wolniejszy przebieg procesu w obecności kompostu Doktorantka wiąże między innymi z większym obciążeniem materiałem organicznym, większą miąższością zakumulowanej warstwy oraz możliwym ograniczeniem warunków tlenowych.

Pewne zastrzeżenia budzi sposób przeprowadzenia i interpretacji analizy statystycznej. Ze względu na nieregularne zasilanie, różnice w obciążeniu kwater oraz znaczną zmienność danych, wiarygodną analizę statystyczną przeprowadzono zasadniczo dla danych z 2020 roku. Zastosowane modele regresji liniowej pozwoliły na wskazanie pojedynczych zależności pomiędzy parametrami, jednak nie dały spójnego obrazu czynników determinujących przebieg procesów w całym obiekcie. W ocenie Recenzenta przy tak złożonym układzie badawczym należy zachować ostrożność przy przyczynowej interpretacji uzyskanych zależności.

Rozprawa doktorska zakończona jest rozdziałem 8: Podsumowanie i wnioski, w którym Doktorantka odnosi uzyskane wyniki do dziewięciu postawionych pytań naukowych i dokonuje weryfikacji trzech tez badawczych. Za udokumentowane wynikami można uznać występowanie procesu odwadniania oraz zmian wskazujących na mineralizację MOO i MOO+K. Wyniki potwierdzają również obecność związków biogennych oraz wskazują na potencjalne ograniczenia wykorzystania materiału związane między innymi z występowaniem PFAS i ftalanów. Najwięcej wątpliwości budzi natomiast trzecia teza, zgodnie z którą przetwarzanie MOO i MOO+K w złożach trzcinowych nie powoduje zagrożenia dla środowiska. Zakres wykonanych badań pozwala na ocenę wybranych elementów potencjalnego oddziaływania na środowisko, jednak nie daje, w ocenie Recenzenta, podstaw do tak jednoznacznego stwierdzenia. Szczególnie, że w materiale wykrywano PFAS i ftalany, a możliwość oceny odcieków była ograniczona przez sposób funkcjonowania obiektu. Z tego względu uzyskane wyniki wskazują raczej na możliwość prowadzenia procesu przy ograniczonym i kontrolowanym oddziaływaniu na środowisko niż na całkowity brak takiego zagrożenia.

5. Uwagi krytyczne i redakcyjne

Po zapoznaniu się z przedstawionym materiałem przedstawiam poniżej uwagi krytyczne. Pragnę zaznaczyć, że mają one w większości charakter dyskusyjny i nie umniejszają wartości przeprowadzonych badań. Część z nich wynika ze specyfiki eksperymentu prowadzonego w warunkach rzeczywistych, może jednak stanowić wskazówkę przy planowaniu dalszych badań dotyczących możliwości przetwarzania morskich odpadów organicznych w złożach trzcinowych.

1. W pracy marginalnie potraktowano rolę roślin w funkcjonowaniu złoża trzcinowego. Trzcina *Phragmites australis* stanowi integralny element badanego układu, jednak w przeprowadzonych badaniach nie analizowano jej rozwoju, kondycji, przyrostu biomasy ani składu chemicznego. Nie określono również zawartości związków biogennych i mikrozanieczyszczeń w tkankach roślinnych. Jest to istotne ograniczenie,

szczególnie w odniesieniu do interpretacji przemian azotu i fosforu oraz losów mikrozanieczyszczeń w złożu. Bez uwzględnienia biomasy roślinnej trudno jednoznacznie określić, jaka część analizowanych substancji została zatrzymana w materiale i warstwie filtracyjnej, jaka odpłynęła z odciekami, a jaka mogła zostać pobrana i zakumulowana przez rośliny. Uzupełnienie badań o ten element pozwoliłoby na pełniejszą ocenę mechanizmów zachodzących w złożu trzcinowym oraz wykonanie bilansu analizowanych substancji.

2. Pewne wątpliwości budzi przyjęty układ eksperymentalny oraz możliwość bezpośredniego porównania poszczególnych kwater. Badania prowadzono w warunkach rzeczywistych, a harmonogram zasilania uzależniony był od okresowego pojawiania się MOO. W konsekwencji poszczególne kwatery różniły się liczbą zasileń, wielkością obciążenia oraz czasem pozostawania materiału w złożu. Dodatkowo sam MOO charakteryzował się zmiennością składu i stopnia rozkładu. Doktorantka zwraca uwagę na tę zmienność materiału. W tak skonstruowanym eksperymencie jednocześnie zmieniało się kilka czynników mogących wpływać na proces odwadniania i mineralizacji. Należałoby zatem wyjaśnić, w jakim stopniu obserwowane różnice pomiędzy kwaterami można przypisać rodzajowi zastosowanego materiału-MOO lub MOO+K - a w jakim wynikały one z różnego obciążenia, czasu eksploatacji i warunków środowiskowych.
3. Ograniczeniem metodycznym jest sposób pobierania i analizy odcieków. Pierwotnie zakładano niezależne pobieranie odcieków z każdej kwatery, jednak w wyniku rozszczelnienia przegród dochodziło do ich mieszania. Doktorantka zmieniła w związku z tym sposób poboru na jedną uśrednioną próbkę dla zbiornika. Takie rozwiązanie uniemożliwia bezpośrednie przypisanie jakości odcieków do konkretnej kwatery oraz zastosowanego wariantu MOO lub MOO+K. Ma to szczególne znaczenie w przypadku oceny wpływu dodatku kompostu oraz weryfikacji tezy dotyczącej braku zagrożenia dla środowiska.
4. Duża zmienność badanego MOO stanowi jednocześnie zaletę i ograniczenie przeprowadzonych badań. Prowadzenie eksperymentu w warunkach rzeczywistych pozwala na ocenę technologii w warunkach zbliżonych do jej potencjalnego zastosowania. Z drugiej strony materiał pobierany w różnych terminach charakteryzował się różnym wyglądem, zapachem i prawdopodobnie stopniem rozkładu. Zmienna była również jego dostępność, co bezpośrednio wpływało na harmonogram zasilania złóż. Powstaje zatem pytanie, na ile zmiany obserwowane w PMOO i PMOO+K są efektem procesów zachodzących w złożu, a na ile wynikają ze zmienności materiału wprowadzanego do układu. Wskazane byłoby szersze omówienie tego ograniczenia przy interpretacji efektywności procesu.

5. Wątpliwości budzi sposób interpretacji części przeprowadzonych analiz statystycznych. Ze względu na nieregularność zasileń, zróżnicowane obciążenie kwater oraz zmienność warunków środowiskowych możliwość przeprowadzenia wiarygodnej analizy statystycznej była ograniczona. Doktorantka wykorzystuje między innymi regresję liniową do określenia zależności pomiędzy analizowanymi parametrami. W przypadku występowania zależności istotnych statystycznie należy jednak zachować ostrożność przy ich interpretacji jako zależności przyczynowo-skutkowych. Szczególnie w układzie prowadzonym w warunkach rzeczywistych na obserwowane zmiany oddziałuje jednocześnie wiele czynników. W ocenie Recenzenta należałoby wyraźniej rozdzielić stwierdzenie występowania zależności statystycznej od wskazania czynnika odpowiedzialnego za obserwowany proces.
6. Zakres czasowy badań poszczególnych grup mikrozanieczyszczeń nie obejmował całego okresu eksploatacji złoża. Badania metali ciężkich, WWA, ftalanów, pestycydów i PFAS wykonywane były w wybranych okresach funkcjonowania obiektu, a nie systematycznie przez cały trzyletni okres badań. Pomimo szerokiego zakresu analitycznego utrudnia to ocenę zmian zawartości tych substancji w czasie oraz ich potencjalnej akumulacji w złożu. Jest to szczególnie istotne w przypadku PFAS i ftalanów, których obecność stwierdzono w badanym materiale, a które sama Doktorantka wskazuje jako wymagające dalszego monitorowania. Należałoby zatem wyjaśnić, czy na podstawie wykonanych oznaczeń możliwe jest wnioskowanie o bezpieczeństwie materiału w całym okresie funkcjonowania ZT, czy jedynie w odniesieniu do okresów, w których wykonano analizy.
7. Badania zbiorowisk mikroorganizmów stanowią interesujące uzupełnienie pracy, jednak zostały wykonane jednorazowo. Identyfikacja mikroorganizmów pozwoliła na wskazanie grup potencjalnie uczestniczących w przemianach materii organicznej oraz związków azotu. Jednorazowe oznaczenie składu zbiorowisk nie pozwala jednak na ocenę ich zmian wraz z czasem funkcjonowania złoża, rodzajem i wielkością obciążenia oraz warunkami środowiskowymi. Obecność określonych grup mikroorganizmów nie jest również jednoznacznym potwierdzeniem intensywności procesów, za które mogą być odpowiedzialne. Rozszerzenie badań o analizy wykonywane w kolejnych latach eksploatacji mogłoby istotnie uzupełnić interpretację procesów zachodzących w złożach.
8. Dyskusji wymaga sposób weryfikacji trzeciej tezy badawczej, zgodnie z którą przetwarzanie MOO oraz MOO+K za pomocą złóż trzcinowych nie powoduje zagrożenia dla środowiska. Przeprowadzone badania pozwalają na ocenę wybranych elementów potencjalnego oddziaływania środowiskowego, jednak w ocenie Recenzenta nie pozwalają na jednoznaczne stwierdzenie całkowitego braku takiego

zagrożenia. W badanym materiale wykrywano ftalany i PFAS, a Doktorantka wskazuje na konieczność dalszego monitorowania tych związków. Dodatkowo, jak wskazano wcześniej, nie analizowano ich potencjalnej akumulacji w roślinach, a możliwość porównania jakości odcieków z poszczególnych kwater została ograniczona przez mieszanie się odcieków. Wydaje się zatem, że wyniki badań pozwalają raczej na ocenę wybranych aspektów potencjalnego oddziaływania złóż trzcinowych na środowisko, niż na jednoznaczne potwierdzenie braku zagrożenia.

9. W odniesieniu do potencjalnego wykorzystania PMOO i PMOO+K wskazana byłaby większa ostrożność w formułowaniu wniosków. Właściwości nawozowe materiału oceniono przede wszystkim na podstawie zawartości NKj i P_{og}, zawartości wybranych mikrozanieczyszczeń oraz badań toksyczności. W ocenie Recenzenta wykazanie obecności składników biogennych nie jest jeszcze równoznaczne z potwierdzeniem przydatności nawozowej materiału. Szczególnie wobec stwierdzonej obecności PFAS i ftalanów zasadne byłoby wyraźniejsze rozdzielenie pojęcia „potencjału nawozowego" od możliwości rzeczywistego zastosowania PMOO i PMOO+K w środowisku.
10. Doprecyzowania wymagałby również sposób pobierania próbek z profilu pionowego złoża. Z przedstawionej metodyki wynika, że próbki pobierano z dwóch poziomów: materiału przetwarzanego oraz warstwy piasku. Nie analizowano natomiast całego profilu złoża, obejmującego wszystkie warstwy filtracyjne. W związku z tym określenie „analiza profilu pionowego złoża" może być mylące i wymaga doprecyzowania.

Uwagi redakcyjne:

Rozprawa wymaga drobnej korekty językowej i technicznej. W tekście występują pojedyncze błędy literowe, fleksyjne i składniowe, a także drobne problemy interpunkcyjne. Widoczne są również niekonsekwencje zapisu skrótów i jednostek oraz miejscami błędy typograficzne np.

1. Pozostawianie pojedynczych liter na końcach wersów (str. 7, 8,9.10, 11,12,13 itd.).,
2. str. 11, 47, 65, 84 pozostawiono niezagospodarowaną, pustą część strony. Należy poprawić układ tekstu,
3. str. 13 odwołanie do rysunku 1.8 powinno być rys. 1.10 (podobnie Autorka odwołuje się do „Rys. 7.5", natomiast bezpośrednio nad analizowanym fragmentem znajduje się Rys. 7.6),
4. str. 29 jest Hgi powinno być Hg,
5. str. 39 jest „przetwarzanego materiał morskich odpadów.." powinno być materiału,
6. str. 40 jest „zbiorowisk mikoroorganizmów" powinno by „mikroorganizmów"

7. W pracy występują liczne błędy literowe wymagające ponownej korekty językowej, np. „kawtery" zamiast „kwatery", „Rodział" zamiast „Rozdział". Tego rodzaju błędy występują również w odwołaniach do poszczególnych części pracy (np. str. 107,120).
8. Należy ujednolicić sposób zapisu zakresów lat. W pracy występują m.in. zapisy „2020-2022". W całym tekście powinien zostać przyjęty jeden sposób zapisu zakresów, np. 2020–2022
9. Str. 110 jest „wypracowywania" powinno być wpracowywania
10. Str. 116 jest „azotuprzed" brak spacji
11. Str.120 jest „niskia" powinno być niska,
12. Str. 133 jest 8,9 mg P/LNależy, brak spacji
13. Należy ujednolicić zapis jednostek, Autorka stosuje zamiennie mg/l oraz mg/L,
14. Str. 134 jest „sumulowane" powinno być skumulowane,
15. Str. 139 jes „Akw..." powinno być A w (brak spacji, dodatkowa litera),
16. Str. 139 jest „ po zasileni...." Powinno być po zasileniu

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi oryginalne i samodzielne rozwiązanie problemu badawczego dotyczącego możliwości wykorzystania złóż trzcinowych do przetwarzania morskich odpadów organicznych. Na uwagę zasługuje przeprowadzenie badań w skali pilotażowej, w warunkach rzeczywistych oraz szeroki zakres wykonanych analiz obejmujący zarówno ocenę procesów odwadniania i mineralizacji materiału, jak również zawartość związków biogennych, mikrozanieczyszczeń, mikroorganizmów, toksyczność oraz jakość powstających odcieków. Istotnym elementem pracy jest zastosowanie technologii złóż trzcinowych, wykorzystywanej dotychczas przede wszystkim do odwadniania i stabilizacji osadów ściekowych, do przetwarzania materiału o odmiennych właściwościach i pochodzeniu.

Treść przedstawionej pracy jest zgodna z podanym w tytule zakresem i odpowiada przedstawionemu celowi głównemu oraz przyjętemu zakresowi badań. Na podstawie przedstawionego materiału stwierdzam, że nakreślony problem badawczy został rozwiązany, a postawione tezy badawcze w większości znalazły potwierdzenie w uzyskanych wynikach. Pewne zastrzeżenia, przedstawione wcześniej w uwagach krytycznych, dotyczą przede wszystkim sposobu weryfikacji tezy zakładającej brak zagrożenia dla środowiska. W ocenie Recenzenta przeprowadzone badania pozwalają na ocenę wybranych aspektów oddziaływania zastosowanej technologii na środowisko, nie dają natomiast podstaw do tak jednoznacznego i szerokiego sformułowania. Uwagi te mają charakter dyskusyjny i nie podważają zasadniczej wartości naukowej rozprawy.

Uwzględniwszy powyższe stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w obowiązujących przepisach. Dlatego też

przedkładam Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Alicji Kupczyk i dopuszczenie jej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.

Wrocław, 21.09.2026

Katarzyna Pawęska

Dr hab. inż. Katarzyna Pawęska, profesor uczelni