

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Pawła Lejwody
pt. „Model procesu oczyszczania ścieków z wykorzystaniem związków ceru
pochodzących z odpadów przemysłowych” przygotowanej pod kierunkiem naukowym
promotora prof. dr hab. inż. Barbary Bialeckiej
i promotora pomocniczego dr hab. inż. Macieja Thomasa

Podstawą formalną niniejszej recenzji jest pismo Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Katowicach z dnia 16.01.2026 roku, Pana Jarosława Zagórowskiego, informujące o powołaniu mnie przez Radę Naukową GIG Państwowego Instytutu Badawczego na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mg inż. Pawła Lejwody. Do pisma dołączony był egzemplarz wydrukowanej rozprawy oraz egzemplarz na nośniku elektronicznym.

Oceniana rozprawa jest szerokim opracowaniem dotyczącym zagadnień inżynierii środowiska oraz circular economy w obszarach: opracowania modelu oczyszczania ścieków z zastosowaniem związków ceru pochodzących z odpadów, zastosowanie soli ceru do oczyszczania wybranych ścieków przemysłowych, ponownego odzysku i wykorzystania związków ceru z wytworzonych osadów ściekowych oraz proponowania oceny ekologicznej i ekonomicznej prezentowanych rozwiązań systemowych. Doktorant oprócz prezentowanych rozwiązań technologicznych przedstawia w swojej pracy pełne rozwiązanie systemowe realizowanej gospodarki o obiegu zamkniętym ceru i fosforu poprzez ich odzysk, recykling i wykorzystanie.

Już na początku swojej recenzji chciałam podkreślić ogromną staranność, rzetelność, jasność i konsekwencję wywodu naukowego oraz syntetyczność opracowania.

Prezentowana przez Doktoranta praca to synteza jego badań opracowanych i przedstawionych w 4 publikacjach:

- Lejwoda, P., Bialecka, B., Thomas, M. (2023). Removal of phosphate from brewery wastewater by cerium(III) chloride originating from spent polishing agent: Recovery and optimization studies. Science of The Total Environment, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162643>, (IF = 9,8, 200 pkt MNiSW)

- Lejwoda, P., Białecka, B., Barbusiński, K., & Thomas, M. (2024). Recovery of Cerium Salts from Sewage Sludge Resulting from the Coagulation of Brewery Wastewater with Recycled Cerium Coagulant. *Materials*, 17(4), 938. <https://doi.org/10.3390/ma17040938>, (IF = 3,4, 140 pkt MNiSW)
- Lejwoda, P., Białecka, B., & Thomas, M. (2024). Holistic insight into the viability of employing cerium(IV) sulphate to oxidise toxic contaminants in effluent from the coal gasification process: Optimisation studies. *Journal of Water Process Engineering*, 67, 106243. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.106243>, (IF = 6,3, 100 pkt MNiSW)
- Lejwoda, P., Białecka, B., Śliwińska, A., Krawczyk, P., & Thomas, M. (2025). Innovative Integrated Model of Industrial Wastewater Treatment with the Circular Use of Cerium Compounds as Multifunctional Coagulants: Comprehensive Assessment of the Process and Environmental and Economic Aspects. *Molecules*, 30(16), 3428. <https://doi.org/10.3390/molecules30163428>, (IF = 4,6, 140 pkt MNiSW)

We wszystkich publikacjach, stanowiących osiągnięcia ocenianej pracy doktorskiej, Doktorant jest pierwszym autorem, ze znaczącym udziałem (60-80%). Publikacje zamieszczone są w prestiżowych czasopismach o światowym zasięgu, o sumarycznym IF 24,1.

Usytuowanie dysertacji w nurcie aktualnego stanu badań. Zasadność podejmowanych badań i oryginalność zadań badawczych

Postępujące zmiany klimatyczne, związane z nimi zagrożenia środowiskowe oraz kryzysy społeczne (demograficzny, konflikty, załamania gospodarcze) jednoznacznie wskazują na niewystarczalność linearnego modelu gospodarki w kontekście współczesnych wyzwań rozwojowych. Model ten, oparty na intensywnej eksploatacji zasobów i rosnącej konsumpcji, wymaga transformacji w kierunku gospodarki cyrkularnej, której podstawą jest odnawianie zasobów oraz minimalizacja strat materiałowych. Taka transformacja implikuje konieczność wdrażania zmian o charakterze systemowym, obejmujących poziom globalny, krajowy oraz lokalny, a jednocześnie zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju. Przejście od paradygmatu linearnego do cyrkularnego wymaga kompleksowej oceny cyklu życia produktów, technologii i systemów społeczno-gospodarczych, a także dostosowań w obszarze regulacji prawnych, mechanizmów ekonomicznych oraz struktur społecznych. Zasadność podejmowania długoterminowych i interdyscyplinarnych działań potwierdzają wyniki raportu „The Circularity Gap Report” opracowanego przez organizację Circle Economy (2024),

zgodnie z którymi jedynie 9,1% globalnej gospodarki funkcjonuje w modelu cyrkularnym. Oznacza to, że 90,9% wykorzystywanych surowców i materiałów jest traconych, co prowadzi do pogłębiania tzw. luki cyrkularnej. Rosnąca ilość odpadów stanowi poważne wyzwanie globalne. Na świecie aż 60% zużytych materiałów trafia na składowiska lub do spalarni. Każdego roku surowce o wartości 80–120 mld USD stają się odpadami, a generowane przez nie negatywne efekty zewnętrzne szacowane są na około 40 mld USD. Narastająca presja konsumpcyjna, wzrost emisji zanieczyszczeń, degradacja środowiska oraz postępujące wyczerpywanie zasobów naturalnych uzasadniają konieczność intensyfikacji badań oraz poszukiwania innowacyjnych rozwiązań wspierających zrównoważony rozwój.

W koncepcji „circular economy” kluczowe znaczenie ma pojęcie „gospodarki”, rozumiane jako zorganizowany system gospodarstw domowych, rolnych, przedsiębiorstw oraz instytucji publicznych i prywatnych, którego zadaniem jest zaspokajanie potrzeb danej populacji, a który współcześnie funkcjonuje pod wpływem mechanizmów rynkowych lub regulacji państwowych. Przy takim ujęciu gospodarka o obiegu zamkniętym nabiera pełnego wymiaru ekonomicznego, obejmując jednocześnie aspekty finansowe i gospodarcze. Jej nadrzędnym celem jest kształtowanie środowiska życia opartego na racjonalnym i zrównoważonym gospodarowaniu zasobami oraz surowcami, zarówno pierwotnymi, jak i wtórnymi.

Oceniana praca została przedstawiona w duchu kompleksowego podejścia systemowego, co bardzo dobrze jest przedstawione na rys. 1, prezentującym powiązania zagadnień badawczych zrealizowanych w poszczególnych artykułach Doktoranta. Jednak jako wiodący i najbardziej wyraźny zarysowuje się aspekt technologiczny. Doktorant, wykorzystując ścieki pochodzące z przemysłu browarniczego, opracował koncepcję ich oczyszczania z użyciem związków ceru pozyskanych z odpadów. Zastosowanie soli ceru w procesie oczyszczania wybranych ścieków przemysłowych umożliwiło ponowny odzysk tych związków z osadów ściekowych, przy jednoczesnym uzyskaniu wysokiej efektywności usuwania fosforu. Praca zatem mieści się w wielu obszarach badawczych, nie tylko circular economy, ale również green chemistry z uwzględnieniem szerokich aspektów gospodarczych.

Cer należy do grupy metali ziem rzadkich i jest wykorzystywany m.in. w oczyszczaniu ścieków, katalizatorach, polerowaniu szkła i elektroniki, energetyce oraz jako dodatek do stopów metali. Stosowanie związków ceru w oczyszczaniu ścieków jest obiecujące, jednak pozyskiwanie metali ziem rzadkich (REE) jest ograniczone do kilku krajów na świecie (m.in. Chiny, USA, Birma), co w przypadku niekorzystnych zmian geopolitycznych niesie ryzyko zaburzeń w łańcuchach dostaw i uzależnienia od innych gospodarek. W Unii Europejskiej

(UE) niemal całość zużywanych REE pochodzi z importu, podczas gdy recykling obejmuje jedynie ok. 1% tych pierwiastków.

Z omówionych powyżej zagadnień wynika wysoki potencjał aplikacyjny ocenianej pracy. Odzysk i recykling związków ceru, ich wielokrotne wykorzystanie i wynikająca z tego zasobooszczędność oraz możliwość budowy symbioz gospodarczych, pozwalających realizować modele biznesowe zgodne z założeniami circular economy. O potrzebie wdrażania procesów odzysku i recyklingu w omawianym przypadku przesądzają nie tylko kwestie środowiskowe, lecz również uwarunkowania ekonomiczne i społeczne.

Biorąc pod uwagę przedstawione zagadnienia, bardzo wysoko oceniam zasadność wyboru tematu oraz nowatorski sposób ujęcia i rozwiązania problemu badawczego zaprezentowanego w rozprawie doktorskiej. Temat jest aktualny, interesujący, zarówno z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia.

Głównym celem pracy jest opracowanie metodyki odzysku i zastosowania soli ceru jako innowacyjnych reagentów do oczyszczania rzeczywistych ścieków przemysłowych pochodzących z różnych źródeł. Sformułowano również tezy pracy doktorskiej: (1) istnieje możliwość odzysku związków ceru z odpadów i ich zastosowania do oczyszczania wybranych ścieków przemysłowych oraz ponownego odzysku z wytworzonych osadów ściekowych; (2) istnieje możliwość ekonomicznego i ekologicznego odzysku oraz wykorzystania związków ceru do oczyszczania ścieków przemysłowych. Nawiązując do tematu pracy, który brzmi: „Model procesu oczyszczania ścieków z wykorzystaniem związków ceru pochodzących z odpadów przemysłowych” w opinii recenzenta postawione cele są dosyć skromne, gdyż prezentuje Pan, zgodnie z tytułem, nie tylko rozwiązanie technologiczne, ale również gospodarcze. Teza (2) jest niefortunnie sformułowana, powiedziałabym raczej: istnieje możliwość ekonomicznie i ekologicznie uzasadnionego odzysku oraz wykorzystania związków ceru do oczyszczania ścieków przemysłowych.

Generalnie jednak cel i tezy zdefiniowane są prawidłowo, syntetycznie, spójnie. Odzwierciedlają problematykę podjętego zagadnienia badawczego i jasno wynikają z szerokiej analizy literatury, zaprezentowanej w pracy i załączonych publikacjach, które stanowią jej rdzeń naukowy.

Ocena struktury rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji praca doktorska obejmuje 130 stron tekstu, w tym również 10 rysunków i 13 tabel oraz z załączonymi publikacjami stanowiącymi jej wkład merytoryczny.

Przyjęty układ pracy jest prawidłowy i typowy dla tego typu opracowań. Pracę rozpoczyna wykaz publikacji stanowiących podstawę ocenianej rozprawy wraz z oświadczeniami współautorów. Kolejny rozdział to wykaz stosowanych w rozprawie skrótów. Rozdziały 3 i 4 to streszczenia w języku polskim i angielskim. Rozdział 5 to wprowadzenie do pracy, syntetyczne, dobrze napisane. Doktorant szeroko omawia w nim możliwości potencjalnego zanieczyszczenia środowiska: zagrożenie dla wód, gleby, powierzchni ziemi, powietrza atmosferycznego, a także dla zdrowia ludzi oraz różnorodności biologicznej, jak i wzajemnych relacji między tymi elementami. W związku z tym można mówić o potencjalnym, kompleksowym zagrożeniu dla środowiska naturalnego, a także o możliwych stratach ekonomicznych i nieodwracalnej utracie zasobów przyrodniczych. Potrzeba prowadzenia działań i budowania technologii i systemów odzysku i recyklingu wynika więc zarówno z przesłanek środowiskowych, jak i gospodarczych. Praca stanowi więc prezentację zaawansowanych technologicznie procesów strącania, koagulacji i odzysku związków ceru z odpadów, służących poprawie jakości środowiska, uzasadnionych ekologicznie i ekonomicznie.

Rozdział 6 to cel pracy oraz omówiony zakres merytoryczny dysertacji. W rozdziale 7 omówiono metodykę badawczą, syntetycznie i bardzo starannie, dodatkowo prezentując poszczególne kroki na schemacie (rys. 2). Zaplanowany zakres został konsekwentnie zrealizowany. Badania eksperymentalne przeprowadzone przez Autora rozprawy zostały właściwie zaplanowane oraz poprawnie zrealizowane. Na podstawie analizy treści pracy nie stwierdzam istotnych uwag dotyczących zastosowanej metodologii, która została w sposób wystarczający opisana i udokumentowana. Doktorant wykorzystując ścieki browarnicze, użył siedmiowodny chlorek ceru(III) ($\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) w najkorzystniejszych warunkach, co umożliwiło efektywne obniżenie m.in. stężenia fosforanów(V) (PO_4^{3-}) o 99,86%. Użyty cer (Ce) został w 99,94% związany w osadzie. Osad zawierający Ce 101,5 g/kg oraz fosfor (P) 22,2 g/kg poddano ekstrakcji kwasem chlorowodorowym (HCl), w wyniku której do roztworu uwolniono 99,6% ceru oraz 97,5% fosforu. W kolejnym kroku cer wytrącono w postaci uwodnionego szczawianu ceru(III) ($\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, gdzie $n = 9-10$), który poddano termicznemu rozkładowi w temperaturze $350 \pm 5^\circ\text{C}$ do tlenku ceru(IV) (CeO_2). Uzyskany tlenek rozpuszczono w kwasie chlorowodorowym (HCl) i nadtlenku wodoru (H_2O_2), co pozwoliło otrzymać siedmiowodny chlorek ceru(III) ($\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) z wydajnością odzysku 97,0% o czystości 98,6%.

W rozdziale 8 Autor szczegółowo omawia metody badań, w tym: metody analityczne, optymalizacyjne oraz materiały i metody stosowane na poszczególnych etapach badań: wybór

odpadu przemysłowego, usuwanie fosforanów(V) z zastosowaniem koagulantu cerowego, odzysk ceru z osadów ściekowych, utlenianie toksycznych zanieczyszczeń w ściekach z symulacji procesu podziemnego zgazowania węgla kamiennego przy użyciu siarczanu(VI) ceru(IV) oraz proponowane narzędzia do oceny ekologicznej i ekonomicznej prowadzonych przez siebie procesów.

Rozdział 9 to omówienie wyników pracy na poszczególnych jej etapach: etap wyboru materiału badawczego, usuwania fosforanów(V) ze ścieków browarniczych za pomocą chlorku ceru(III) ze zużytego odpadu polerskiego, odzysku soli ceru z osadów ściekowych powstałych w wyniku koagulacji ścieków browarniczych za pomocą odzyskanego koagulantu cerowego oraz ocena możliwości wykorzystania siarczanu(VI) oraz procesu Fentona i podobnego do procesu Fentona do utleniania zanieczyszczeń w ściekach z symulacji procesu podziemnego zgazowania węgla kamiennego oraz wyniki oceny ekologicznej i ekonomicznej prowadzonych analiz.

W rozdziale 10 Doktorant zweryfikował postawione w pracy doktorskiej tezy. Teza (1) została potwierdzona. Teza (2) została potwierdzona częściowo, ponieważ analiza ekonomiczna wykazała, że dla dużych oczyszczalni ścieków oraz w instalacjach, w których wymagana jest wysoka efektywność usuwania związków fosforu, zaproponowany proces może być opłacalny, w porównaniu z dotychczas stosowanymi rozwiązaniami. Z kolei, wyniki analizy ekologicznej jednoznacznie wskazały, na korzyści wynikające z obniżenia eutrofizacji wód, jednakże zastosowanie procesów ekstrakcji związków ceru z odpadu oraz osadów będzie stanowiło obciążenie dla środowiska ze względu na konieczność stosowania kwasu chlorowodorowego oraz kwasu szczawiowego.

Rozdział 11 prezentuje wnioski i wskazuje perspektywy dalszych badań.

Rozdział 12 to literatura przedmiotu. Pracę kończą: Rozdział 13 spis rysunków i tabel, Rozdział 14 spis załączników, Rozdział 15 wykaz innych publikacji Doktoranta i Rozdział 16 udziały w konferencjach, gdzie prezentowane były wyniki prac związanych z dysertacją. Na ostatnich stronach zamieszczone są artykuły, będące podstawą rozprawy doktorskiej

Struktura oraz sposób organizacji rozprawy są przejrzyste i logiczne. Układ pracy uznaję za poprawny, przyjęty plan pracy badawczej i dysertacji pozwoliły przedstawić problematykę badawczą oraz odpowiedzieć na postawione cele i pytania badawcze. Sekwencja prezentowanych treści jest właściwa, zachowana jest logiczna kolejność i objętość rozdziałów. Mocną stroną dysertacji jest logiczne i uzasadnione przedstawienie

poszczególnych treści oraz ogromna staranność, syntetyczność wypowiedzi, precyzja i zwarty charakter. Na wyróżnienie zasługuje również graficzna strona rozprawy.

Oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz aplikacyjna wartość rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pana mgr inż. Pawła Lejwody jest wartościowym, oryginalnym dziełem, a uzyskane wyniki wzbogacają dotychczasową wiedzę w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. W szczególności należy podkreślić, że:

1. Praca bardzo dobrze mieści się w dyscyplinie, tematyka pracy jest uzasadniona w oparciu o analizę literatury, tytuł pracy jest dobrze sformułowany i obrazuje treści zawarte w dysertacji,
2. Literatura przedmiotu w dysertacji obejmuje 64 pozycje bibliograficzne (zawarte w czasopismach naukowych wyłącznie w języku angielskim). Dodatkowo, podkreślając, że praca była już publikowana i recenzowana, należałoby wziąć pod uwagę literaturę i jej analizę przedstawioną w publikacjach. Cytowana literatura obejmuje dziedzinę nauk inżynieryjno-technicznych, w szczególności z zakresu dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Dobór literatury oraz zakres jej wykorzystania należy uznać za trafny – pozwolił on na precyzyjne określenie celów badawczych, wskazanie tzw. luki badawczej w danym obszarze oraz umożliwił realizację przyjętych założeń badawczych. Na szczególne podkreślenie zasługuje umiejętność sięgania po aktualną literaturę przedmiotu oraz liczne odniesienia do najnowszych badań o zasięgu międzynarodowym w analizowanej tematyce. Źródła zostały wykorzystane w sposób właściwy, a w przypisach i odwołaniach nie stwierdzono uchybień formalnych. Dobór bibliografii oraz sposób jej wykorzystania stanowią potwierdzenie wysokiego poziomu warsztatu naukowego Doktoranta, a także dowodzą posiadania przez Niego ugruntowanej ogólnej wiedzy teoretycznej oraz kompetencji w zakresie prowadzenia działalności naukowej, zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.
3. Chciałabym podkreślić interdyscyplinarność rozwiązań proponowanych przez Autora. Praca znajduje się na pograniczu inżynierii środowiska, inżynierii chemicznej, ale omawia również zagadnienia systemowe, zarządzania i gospodarcze. Warto to dostrzec, w dobie kryzysów gospodarczych, przy jednoczesnym budowaniu silnych podstaw gospodarki o obiegu zamkniętym, opartym o zasobooszczędność i budowanie symbioz gospodarczych.

-
4. Chciałabym również podkreślić technologiczny kierunek badań, wiążący kilka technologii. Wymagały tego badania laboratoryjne, które już same w sobie wymagają umiejętności planowania eksperymentu, poboru prób, wykonania analiz chemicznych, ich interpretacji i prezentacji wyników. Dodatkowo tego rodzaju praca wymaga od Doktoranta umiejętności współpracy i zarządzania zespołem. W tym przypadku badania wymagały współpracy z oczyszczalnią ścieków i technologią produkującą odpady oraz znalezienia możliwości budowy symbiozy przemysłowej opartej na korzyściach dla nich i środowiska naturalnego. Dlatego warto w tym miejscu podkreślić również aplikacyjną wartość rozprawy z możliwością wdrożenia zaproponowanego rozwiązania w skali technicznej.
 5. Struktura rozprawy została opracowana w sposób właściwy, cele i założenia badawcze sformułowano poprawnie oraz poddano je weryfikacji w toku przeprowadzonych badań. Wnioski końcowe są trafne, spójne i ujęte w sposób zwięzły. Autor wykazuje się bardzo dobrą znajomością literatury i wiedzy teoretycznej, niezbędnej do wprowadzenia czytelnika w kluczowe zagadnienia poruszanej problematyki, co stworzyło solidne podstawy do zaprojektowania, realizacji oraz oceny procesu badawczego. Stosowany przez Doktoranta aparat pojęciowy jest poprawny i dojrzały, a umiejętność sprawnego operowania teorią oraz jej praktycznego wykorzystania w badaniach zasługuje na wysoką ocenę.
 6. Część empiryczna pracy została zrealizowana z wykorzystaniem następujących metod badawczych: (1) rozległych badań laboratoryjnych opartych na metodach analitycznych, omówionych w rozdziale 8.1; (2) metod optymalizacyjnych przedstawionych w rozdziale 8.2; (3) analiz środowiskowych i ekonomicznych przeprowadzonych przy użyciu narzędzi obliczeniowych LCA (Life Cycle Assessment) oraz GDC (Dynamic Generation Cost); a także (4) planowania eksperymentów oraz oceny i interpretacji uzyskanych wyników. Zastosowanie szerokiego spektrum metod badawczych oraz umiejętność ich adekwatnego doboru należy ocenić jako w pełni uzasadnione, co stanowi mocną stronę rozprawy. Dobór i implementacja metod badawczych potwierdzają bardzo wysoki poziom warsztatu metodycznego Doktoranta. Badania własne wykonane na potrzeby rozprawy doktorskiej, obejmujące aspekty empiryczno-analityczne oraz technologiczne, stanowią istotny atut ocenianej pracy. Całość rozprawy, w tym sformułowane tezy badawcze, sposób ich weryfikacji, przeprowadzone analizy oraz wyciągnięte wnioski, świadczą o ugruntowanej dojrzałości naukowej Doktoranta.
-

-
7. Do najważniejszych osiągnięć naukowych w recenzowanej pracy należą: (1) zdefiniowanie możliwości odzysku związków ceru z odpadów oraz ich zastosowania do oczyszczania wybranych ścieków przemysłowych (2) ponowny odzysk związków ceru z wytworzonych osadów ściekowych (3) opracowanie założeń symbiozy gospodarczej pozwalającej na wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym, która oceniana pod kątem środowiskowym i ekonomicznym wskazuje na realne korzyści w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Osiągnięte wyniki i realizacja założeń pracy uważam za istotnie liczące się w dyscyplinie, stanowiące oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Czytając dysertację nasunęło mi się kilka uwag i pytań, na które prosiłabym o odpowiedź, w trakcie publicznej obrony rozprawy:

1. Czy próbował Pan oszacować potencjał ilościowy możliwości odzysku ceru np. w skali kraju lub Europy? Określenie ilości i jakości przetwarzanych odpadów definiuje ich potencjał na rynku odpadowo-surowcowym.
2. Czy brał Pan pod uwagę wdrożenie proponowanego rozwiązania w skali technicznej lub półtechnicznej? Na stronie 23 pisze Pan o przeskalowaniu rezultatów laboratoryjnych na skalę przemysłową, ale rozumiem, że chodziło wyłącznie o przeskalowanie na potrzeby LCA?
3. Skąd pochodził zużyty proszek polerski, z jakiej technologii? Czy zanieczyszczenia z procesu polerowania, znajdujące się w odpadach nie będą miały wpływu na procesy technologiczne w oczyszczalni ścieków? Czy nie będzie wymagał dodatkowych procesów oczyszczania?
4. Interpretując wyniki LCA wykazał Pan, że, spośród ocenianych 17 kategorii wpływu znaczące obciążenie środowiskowe związane jest z procesami produkcyjnymi zużywanych reagentów, przede wszystkim z zastosowaniem kwasu szczawiowego i solnego, które podczas produkcji odpowiadają m.in. za emisję gazów cieplarnianych, ekotoksyczność oraz zwiększają wskaźniki toksyczności rakotwórczej dla ludzi. Czy rozważał Pan zastosowanie innych kwasów niż szczawiowego czy solnego, aby zmniejszyć wpływ na środowisko. Czy wg Pana analiza LCA mogłaby być oceną,

która wskazuje oddziaływanie na środowisko, na które warto zwrócić uwagę i je zmniejszyć.

Moje uwagi i pytania nie umniejszają jednak wartości naukowej przedstawionej dysertacji.

Podsumowanie

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Pawła Lejwody pt. „Model procesu oczyszczania ścieków z wykorzystaniem związków ceru pochodzących z odpadów przemysłowych”, przygotowana pod kierunkiem naukowym promotora prof. dr hab. inż. Barbary Białeckiej oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Macieja Thomasa, stanowi rzetelne i merytoryczne opracowanie naukowe. Praca jest poprawnie osadzona w aktualnym stanie wiedzy, oparta na właściwie dobranych i konsekwentnie zastosowanych metodach badawczych, a jej istotnym elementem jest wartościowa część empiryczna dokumentująca wyniki samodzielnie przeprowadzonego procesu badawczego. Sformułowane w pracy wnioski i konkluzje cechują się dojrzałością naukową oraz wyraźnie zaznaczonym, istotnym aspektem technologicznym. Dysertacja spełnia wszelkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim, wnosi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i jest interesującym studium badawczym.

Niniejszym wnoszę do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa - Państwowego Instytutu Badawczego w Katowicach o dopuszczenie Doktoranta do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Z uwagi na wysoką wartość naukową i jednocześnie mocno technologiczny kierunek pracy, jej interdyscyplinarność i oryginalność proponuję Radzie Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa - Państwowego Instytutu Badawczego w Katowicach wyróżnienie przedstawionej pracy doktorskiej pana mgr inż. Pawła Lejwody.

Agnieszka Gencowicz