Częstochowa 21.09.2020

Prof. dr hab. inż. Małgorzata Kacprzak
Katedra Inżynierii Środowiska i Biotechnologii
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Politechnika Częstochowska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Beaty Waszczyłko-Miłkowskiej

„Efektywność mechanicznego przetwarzania selektywnie zebranych odpadów komunalnych w instalacji MBP”

Promotor dr hab. inż. Katarzyna Bernat prof. UWM

Recenzowana rozprawa została przygotowana Instytucie Inżynierii i Ochrony Środowiska Wydziału Geoinżynierii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w dziedzinie nauki inżynieryjno-techniczne, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena, czy rozprawa spełnia warunki określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z późn.zm). Wymogiem ww. artykułu jest, aby rozprawa doktorska spełniała następujące warunki: stanowiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne dokonanie artystyczne oraz wykazywała ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także pokazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Recenzja została napisana pod kątem sprawdzenia powyższych wymogów Ustawy na podstawie pisma z dnia 24.07. 2020 przesłanego przez Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny prof. dr hab. inż. Wojciecha Janczukowicza.

1. Celowość podjęcia tematu

Minimalizacja wytwarzania odpadów, ponowne użycie i recykling – oto sposób postępowania, który ma doprowadzić do realizowania strategii „zero waste”. Tematyka pracy wpisuje się w obecnie wprowadzane prawem unijnym i krajowym zmiany w zakresie gospodarki odpadami komunalnymi, dotyczące m.in. konieczności uzyskania określonego stopnia recyklingu dla frakcji selektywnie gromadzonych. Likwidacja regionalizacji, wprowadzenie w miejsce RIPOK-u pojęcia Instalacji Komunalnej oraz konieczność zwiększania stopnia selekcji odpadów komunalnych wpłynie na konieczność przekształcania przynajmniej części MBP w centra recyklingu. W tym aspekcie tematyka pracy jest bardzo aktualna, ponieważ potwierdza, na drodze przeprowadzonych prób technicznych, że można dostosować istniejące MBP przeznaczone do segregacji zmieszanych odpadów komunalnych w instalacje do sortowania i „wzbogacania” selektywnie gromadzonych frakcji odpadów komunalnych. Zgodnie z nowymi przepisami za taką instalację zostanie uznana instalacja spełniająca wymagania najlepszej dostępnej techniki, o której mowa w art. 207 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska, lub technologii, o której mowa w art. 143 tej ustawy, zapewniająca:

(i) mechaniczno-biologiczne przetwarzanie niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych i wydzielanie z niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych frakcji nadających się w całości lub w części do odzysku; lub

(ii) składowanie odpadów powstających w procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych oraz pozostałości z sortowania odpadów komunalnych.

Stąd też uważam, że podjęcie tematu „**Efektywność mechanicznego przetwarzania selektywnie zebranych odpadów komunalnych w instalacji MBP**" za celowe i ważne przede wszystkim dlatego że jest to jedna z niewielu prac przeprowadzonych w warunkach eksploatacyjnych funkcjonującej instalacji MBP.

2. Struktura formalna dysertacji

Recenzowana rozprawa obejmuje 111 stron tekstu, a wraz ze spisem bibliografii i załącznikami 123 strony. Bibliografia obejmuje 119 pozycji zarówno w j. polskim jak i j. angielskim obejmujących swym zakresem tematycznym prezentowaną problematykę. W jej skład wchodzi 25 aktów prawa unijnego i polskiego Zasadniczą część pracy stanowią następujące rozdziały: Wprowadzenie; Część teoretyczna; Cel i zakres; Metodyka; Wyniki; Dyskusja; Podsumowanie i wnioski.

Praca napisana jest dobrym, komunikatywnym językiem, zredagowana bardzo starannie.

3. Krytyczne omówienie zawartości układu i zawartości merytorycznej pracy

W mojej opinii układ pracy jest prawidłowy – wyraźne wyodrębniono część teoretyczną w której w kilku podrozdziałach dokonano omówienia problemu recyklingu, szczególnie odpadów z tworzyw sztucznych i papieru. Ciekawym podrozdziałem jest 1.7 „*Zmiany uwarunkowań prawnych w gospodarce odpadami komunalnymi*" w którym prześledzono zmiany w prawie UE i krajowym wobec rosnących wymagań dotyczących poziomu odzysku i recyklingu.

Moja uwaga dotyczy faktu, że opisano recykling i scharakteryzowano frakcję tworzyw sztucznych i papieru, a badania prowadzono również dla frakcji metali – brak tego opisu.

W rozdziale 2.Cel i zakres postawiono następujące hipotezy badawcze:

„… *możliwe jest dopasowanie mechanicznej części instalacji MBP, zaprojektowanej do przetwarzania odpadów zmieszanych do automatyczno-manualnego sortowania selektywnie zebranych odpadów z metali i tworzyw oraz odpadów z papieru;*

Obciążenie linii technologicznej masą odpadów wpływa na efektywność procesów automatycznych i manualnych podczas mechanicznego przetwarzania selektywnie zebranych odpadów z metali i tworzyw oraz odpadów z papieru…".

W rozdziale 2. Metodyka przedstawiono:

- charakterystykę mechanicznej instalacji MBP; zwraca przy tym uwagę fakt że badania były prowadzone na pracującej instalacji o nominalnej przepustowości 70 tys. Mg/rok (w części mechanicznej) i 48,5 tys. Mg/rok w części biologicznej; co dawało doktorantce unikalną wręcz możliwość weryfikacji założonych hipotez w warunkach rzeczywistych;

- organizacje badań w mechanicznej części instalacji MBP;

- analizę morfologiczną odpadów komunalnych.

W celu obliczenia efektywności automatycznego i manualnego sortowania posłużono się wzorami obliczeniowymi następujących wskaźników:

- stopnia automatycznego wydzielenia jednorodnych odpadów surowcowych przez separator (S_A,%);

- jednorodności odpadów surowcowych w strumieniu wydzielonym przez separator ($J_{A,sur}$,%);

- masy wysortowanych jednorodnych odpadów surowcowych oraz pre-RDF;

- jednorodności wysortowanych odpadów surowcowych w procesach sortowania pozytywnego ze strumienia wydzielonego przez separator ($J_{M,sur}$, %).

Rozdział 4, to zasadnicza część pracy obejmująca zestawienie i omówienie wyników prac eksperymentalnych. Analiza selektywnie zbieranych odpadów (SMT) wykazała, że odpady surowcowe przeznaczone do recyklingu stanowią około 43% strumienia odpadów. W kolejnych podrozdziałach autorka dokonuje analizy efektywności sortowania SMT oraz analizy efektywności sortowania selektywnie zbieranych odpadów z papieru SP na automatyczno-manualnej linii sortowniczej. Wysoko oceniam ten rozdział ze względu przede wszystkim na zakres wykonanych prac i ich szczegółowość. Wyniki zostały przedstawione w 77 tabelach, niektórych dość rozbudowanych. Niestety ogrom przekazywanych informacji, mnogość skrótów, dość monotonny sposób przekazu powoduje, że jest to rozdział bardzo trudny w odbiorze. Niewątpliwie brakuje także innego pokazania analiz porównawczych, wykorzystania narzędzi graficznych i statystycznych.

Kolejny rozdziały to dyskusja wyników oraz podsumowanie i wnioski. Autorka wykazała kilka czynników oraz najważniejszych parametrów wpływających na efektywność automatyczno-manualnej linii sortowniczej. Szkoda, że wnioski nie zostały wypunktowane i nie odnoszą się do postawionych hipotez i celów przyjętych na początku pracy. Autorka wskazuje na pewna uniwersalność swoich rozwiązań i jest to niewątpliwie największa zaleta tej pracy, jednak tak naprawdę przetestowano jedna linie z pewnym układem poszczególnych urządzeń. Na podstawie czego Autorka sformułowała taki wniosek i czy można takie podejście zastosować także w przypadku innych strumieni wyselekcjonowanych odpadów (np. szkło?)

W pracy bardzo brakuje analizy modelowej np. sieci neuronowej lub stworzenia modelu informatycznego.

Uwagi szczegółowe:

- Lokalizacja niektórych rysunków jest niewłaściwa, a same rysunki niezbyt wyraźne.
- Szkoda, że brak jest zdjęć pokazujących, jak prowadzono badania i jak wygląda sama instalacja.
- Na stronie 13 znajduje się zdanie: „…*W 2018 roku powstało 4 mln ton regranulatu pochodzącego z odpadów prokonsumenckich, z czego 24% wykorzystane zostało w produktach opakowaniowych* (Tsakona i Rucevska,2020)…” nie rozumiem, czy odnosi się to do produkcji europejskiej czy tylko krajów UE?
- Wzory obliczeniowe powinny być oznaczone kolejnymi numerami, sugerowałabym także dla ujednolicenia w przypadku wskaźnika stopnia automatycznego wydzielenia jednorodnych odpadów surowcowych przez separator, który aktualnie jest oznaczony jako S_A,% zmianę na $S_{A\ sur}$, %;

4. Charakterystyka formalna pracy

Praca jest napisana poprawnie z formalnego punktu widzenia. Nie mam istotnych zastrzeżeń redakcyjnych do tekstu, choć Autorka nie uniknęła drobnych potknięć stylistycznych i wielu tzw. literówek, które w mojej opinii nie obniżają jakości pracy.

5. Ocena dysertacji pod kątem wymogów art. 13 Ustawy

Moim zdaniem praca **stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie gospodarowania selektywnie zebranymi odpadami komunalnymi w instalacji MBP**. Doktorantka udowodniła konieczność podjęcia tematu oraz sformułowała cele jakie chciałaby w swej rozprawie osiągnąć. Sformułowano hipotezy badawcze, które w trakcie postępu pracy weryfikowano. Doktorantka może w mniejszej mierze wykazała się wyczerpującą wiedzą teoretyczną, ale niewątpliwie wykazała, że **potrafi samodzielnie prowadzić eksperymenty badawcze i przygotować rozprawę naukową**. Stąd też w moim przekonaniu, przedstawiony do recenzji materiał ma duży potencjał i stanowi wartościową rozprawę naukową.

Poniżej przedstawiam zalety doktoratu:

- Praca ma charakter praktyczny (utylitarny) i jej wyniki mogą mieć bezpośrednie zastosowanie, bo prezentowane badania zostały przeprowadzone w skali technicznej (poddano badaniom ponad 200 Mg selektywnie zebranych opadów komunalnych) na obiekcie rzeczywistym. Taka skala prowadzenia badań gwarantuje rzeczywiste odwzorowanie zjawisk.
- Analizę efektywności segregacji i uzyskanego stopnia jednorodności recyklatu (czyli jego „czystość") przeprowadzono na każdym etapie cyklu technologicznego, co umożliwiło wskazanie punktów „słabych" i zaproponowanie stosownych zmian w celu optymalizacji procesu.
- Zakres badawczy pracy był szeroki i obejmował analizę procesu segregacji nie tylko w każdym elemencie ciągu technologicznego, ale również uwzględnił wpływ obciążenia linii technologicznej na efektywność procesu. Pozwoliło to na wskazanie optymalnego obciążenia instalacji nadawą. Ponadto Autorka w wyniku przeprowadzonych na rzeczywistym obiekcie badań wskazała, w których punktach linii sortowniczej można dokonać zmian pozwalających na zwiększenie efektywności całej instalacji.
- Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły możliwość wykorzystania istniejących już instalacji MBP do przekształcenia ich w centra recyklingu, potwierdzając uniwersalność proponowanego rozwiązania.

6**. Podsumowanie**

Moim zdaniem koncepcja pracy **wpisuje się w dyscyplinę naukową inżynieria środowiska, górnicwo i energetyka**. Badania naukowe z zakresu inżynierii środowiska mają bowiem charakter przede wszystkim aplikacyjny, powinny dotyczyć ograniczania negatywnych skutków procesów gospodarczych, przemysłowych oraz urbanizacji dla środowiska przyrodniczego.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Beaty Waszczyłko-Miłkowskiej spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki" (Dz. U. Nr 65, poz. 595). W tym przekonaniu w oparciu o Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014r. w

sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora stawiam wniosek skierowany do Rady Naukowej Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego o skierowanie rozprawy mgr inż. Beaty Waszczyłko-Miłkowskiej do publicznej obrony.

Prof. dr hab. inż. Małgorzata Kacprzak