Prof. dr hab. inż. Magdalena Gajewska
Politechnika Gdańska
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Katedra Technologii Wody i Ścieków

Gdańsk, 21.09.2020

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Beaty Waszczyłko-Miłkowskiej
„Efektywność mechanicznego przetwarzania selektywnie zebranych odpadów komunalnych w instalacji MBP"

1.0 Podstawa opracowania

Formalną podstawą przygotowania niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny IŚGiE, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Prof. dr hab. inż. Wojciecha Janczukowicza z dnia 24 lipca 2020r., informujące o powierzeniu mi obowiązku wykonania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Beaty Waszczyłko-Miłkowskiej.

Merytoryczną podstawą opracowania jest rozprawa doktorska w formie oprawionego manuskryptu, składająca się ze 149 stron tekstu wraz z załącznikami.

2.0 Umiejscowienie tematyki badawczej

Recenzowana praca dotyczy bardzo istotnego problemu mechanicznego przetwarzania – „doczyszczania" selektywnie zbieranych odpadów komunalnych. Zagospodarowanie odpadów poprzedzone selektywną zbiórką „u źródeł" jest obecnie, obok tematyki związanej ze zmianami klimatu, jednym z priorytetowych problemów, które w najbliższym czasie muszą doczekać się efektywnych i zrównoważonych rozwiązań. Co więcej gospodarka odpadami podlega obecnie wielu rygorystycznym rozporządzeniom, które wymuszają odpowie sposoby ich przetwarzania najchętniej w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Warunkiem ponownego przetworzenia odpadów jest uzyskanie odpowiednio czystej tzn. jednorodnej frakcji. W tym kontekście podjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza jest bardzo aktualna i cenna oraz może przyczynić się do bardziej dokładnego rozsegregowania poszczególnych frakcji selektywnie zebranych odpadów, co zapewni ich wyższą jednorodność a tym samym pozwoli na osiągniecie

wyższego stopnia ich recyklingu. Cenną zaletą recenzowanej pracy było wykonanie badań „realnych" w obiekcie rzeczywistym w pełnej skali, tym bardziej, że zagadnienia związane z tematyką zagospodarowania odpadów są bardzo trudne do odtworzenia w mniejszej skali. Niestety dziś istnieje pokusa aby coraz czyściej wykonywać badania w skali laboratoryjnej a przeniesienie ich wyników do skali rzeczywistej obarczone jest wieloma błędami.

3.0 Charakterystyka i ocena pracy

Rozprawę napisano w klasycznym i logicznym układzie typowym dla prac eksperymentalnych. Manuskrypt składa się z 9 ponumerowanych rozdziałów oraz 5 nieponumerowanych, na które składają się : wprowadzanie, streszczanie w j. polskim i angielskim, załączniki oraz wykaz skrótów i symboli co stanowi łącznie 149 ponumerowane strony maszynopisu. Liczba pozycji literatury wynosi 119 w tym 26 to akty prawne i rozporządzenia. Tu należy podkreślić, że 94 pozycje literatury w przypadku tak specyficznych badań dot. odpadów i ich segregacji, należy ocenić za wystarczające zwłaszcza, że w większości jest to literatura międzynarodowa z ostatnich 10 lat.
W pierwszym nieponumerowanym rozdziale zatytułowanym „Wprowadzanie", na nieco powyżej stronie tekstu Doktorantka zwięźle wprowadziła czytelnika w temat i uzasadniła znaczenia podjętego zadania badawczego oraz wskazała praktyczne zastosowanie wyników badań.
Rozdział 1 to część teoretyczna pracy, która stanowi ok 20 str. i został w sposób bardzo przejrzysty podzielony na 7 podrozdziałów. W poszczególnych podrozdziałach omówiono wybrane zagadnienia związane z tematem rozprawy a są to kolejno: wykorzystanie surowców wtórnych z odpadów; odpady surowcowe z tworzyw sztucznych; techniki separacji odpadów z tworzyw sztucznych; recykling odpadów z tworzyw sztucznych; wykorzystanie odpadów z papieru w procesach recyklingu; technologie recyklingu papieru; zmiany uwarunkowań prawnych w gospodarce odpadami komunalnymi.
Zagadnienie omawiane w tej części pracy dobrano rozważnie i omówiono w sposób bardzo zwięzły. Zabrakło tu jednak podstawowych informacji dotyczących charakterystyki wszystkich frakcji na jakie można rozsegregować odpady m.in. RDF oraz rozdziału dotyczącego frakcji i recyklingu metali a badano również te frakcje. Należy tu

zwrócić uwagę, że część informacji, które znalazły się w rozdziale „Dyskusja" (np. na str. 103 opis i tabela 5.1) powinny być umieszczone w tej części pracy.

W rozdziale 2 (na 1 stronie) podano bardzo zwięźle cel i zakres badań oraz postawiono dwie hipotezy badawcze. Doktorantka za cel postawiła sobie ocenę efektywności automatyczno-manualnego sortowania selektywnie zebranych odpadów z metali, tworzyw sztucznych i papieru w zależności od obciążenia linii sortowniczej masą odpadów w mechanicznej części instalacji przetwarzania odpadów komunalnych zmieszanych. Natomiast postawione hipotezy dotyczyły: pierwsza możliwości dostosowania mechanicznej części instalacji MBP, zaprojektowanej do przetwarzania odpadów zmieszanych, do automatyczno-manualnego sortowania selektywnie zebranych odpadów z metali, tworzyw sztucznych i papieru. Druga hipoteza natomiast została sformułowane w sposób następujący „obciążenie linii technologicznej masą odpadów wpływa na efektywność procesów automatycznych i manualnych podczas mechanicznego przetwarzania selektywnie zebranych odpadów z metali, tworzyw sztucznych i papieru". Cel i hipotezy sformułowane są poprawianie choć są dość skąpe a mgr inż. Beata Waszczyłko-Miłkowska nie pokusiła się o sformułowanie problemów badawczych. Zakres prac nie budzi zastrzeżeń.

Rozdział 3 to metodyka przedstawiona na 10 str. i podzielona na 4 podrozdziały. Ten rozdział jest niedopracowany i nie wprowadza, a raczej nie zapowiada tak dużej liczby wyników, które są prezentowane w następnym rozdziale oraz załącznikach. Analizę wyników otrzymanych w pracy ułatwiłby schemat ideowy dot. badań, metodyki i procedur, który pozwoliłby na zrozumienie ich zakresu i powiązań. Zastosowane formuły obliczeniowe dotyczą jedynie efektywności, nie wspomniano o żadnych innych wskaźnikach np. dot. pracy ludzkiej, które chyba powinny być tu obliczone gdyż odwołania do efektywności pracy ludzkiej znajdują się w rozdziale 5 „Dyskusja". Nie wspomniano tu również o jakichkolwiek opracowaniach statystycznych otrzymanych wyników chociaż w wielu tabelach pojawiają się wielkości odchylenia standardowego. I tu pojawia się pytanie jak zostały obliczone skoro nie podano liczby powtórzeń badań a jedynie napisano, że badania wykonano w okresie „późno- wiosennym , w maju" ?

Rozdział 4 stanowią wyniki badań zestawione w 4 podrozdziałach na 60 str. rozprawy. Wyniki badań zastawione są w większości w postaci tabelarycznej, a rysunki sosowane są niechętnie. Prezentacja tak zestawionych wyników, których jest ogromna liczba, jest jednak mało czytelna a wręcz trudna do oceny i interpretacji również z uwagi na dużą liczbę stosowanych skrótów. Należy dodać, że Doktorantka na końcu pracy zamieściła

wykaz skrótów i symboli jednak to tylko w ograniczonym stopniu ułatwia rozszyfrowanie treści.
W rozdziale 5 na 12 stronach zamieszczono dyskusję uzyskanych wyników. Ten rozdział zawiera niestety dużo powtórzeń np. dwa pierwsze akapity na początku rozdziału to „wstęp" podobnie akapit drugi na str. 106. W tym rozdziale ponownie brak jest interpretacji graficznej otrzymanych wyników np. ze str. 105. Należy jednak podkreślić, że Doktorantka dość umiejętnie i trafnie porównuje swoje wyniki badań z dość skąpa bazą danych zawartą w literaturze międzynarodowej.
Rozdział 6 zatytułowano „Podsumowanie i wnioski", które zawarto na 3 stornach tekstu jednak w moim odczuciu nie ma tu wniosków a jedynie podsumowanie. Podsumowanie jest spójne i wynika z wiedzy pozyskanej w trakcie realizacji badań oraz bezpośrednio z analizy otrzymanych wyników.
Doktorantka nie pokusiła się o sformułowanie dalszych kierunków badań, które ostatnio często pojawiają się w rozprawach doktorskich i świadczą o znacznej wiedzy Doktoranta jaką pozyskał podczas realizacji doktoratu.
Nie ma też jasno sformułowanych zaleceń do eksploatatora instalacji MBP co zrobić aby zwiększyć wydajność instalacji oraz nie utracić jednorodności segregowanych frakcji do recykling.

4.0 Uwagi dotyczące pracy

Mgr inż. Beata Waszczyłko-Miłkowska wybrała bardzo istotny temat badań o dużym potencjale aplikacyjnym, a następnie zaplanowała i zrealizowała ciekawe i dotychczas nie prowadzanie prace badawcze w Polsce. Na szczególne podkreślenie zasługuje prowadzenie badań w warunkach rzeczywistych na istniejącej instalacji MBP do przetwarzania selektywnie zebranych odpadów. Otrzymane wyniki i ich interpretacja pozwoliły na zrealizowanie zaplanowanego celu oraz pozytywną weryfikacje postawionych hipotez. Największe zastrzeżenia, dotyczą zawartości niektórych rozdziałów, a w przypadku metodyki, wyników i ich omówienia a w szczególności braku graficznej interpretacji, lub ich niskiej jakość. W moim odczuciu zrealizowany zakres prac oraz analiza wyników pozwalałaby na precyzyjne sformułowanie wniosków oraz znacznie szerszych i wielowariantowych rekomendacji dla eksploatacji instalacji MBP w kierunku zwiększenia jej wydajności w celu produkcji odpadów surowcowych o odpowiednio wysokiej jednorodności.

Wymienione zastrzeżenia nie są zastrzeżeniami co do merytorycznej zwartości pracy a jedynie zastrzeżeniami co do sposobu prezentowania osiągnieć pracy i wprowadzenia czytelnika w zaplanowany i zrealizowany zakres rozprawy.
W pracy nie ustrzeżono się drobnych litrówek. Należy jednak podkreślić, że rozprawa napisana jest bardzo poprawnym stylem (zarówno język jak i gramatyka), z uwzględnieniem nazewnictwa technicznego i bez stosowania zwrotów z mowy potocznej.

Chciałabym również prosić o odpowiedzi i uzupełniania dotyczące:

1. Liczby wykonanych powtórzeń badań?
2. Dlaczego prowadzono badania tylko w okresie wiosennym ? Czy istniej zależność sezonowa dot. jakości poszczególnych frakcji np. czy okres jesienny lub zimowy wpływa na wilgotność segregowanych „u źródła" materiałów: metali, tworzyw sztucznych i papieru i czy to będzie miało wpływ na jakość i efektywność pracy instalacji MBP? Czy jest widoczna sezonowość np. w ilości opakowań ?
3. W jaki sposób określano wydajność pracy manualnej ?
4. Dlaczego wybrano akurat te obciążenia linii technologicznej czyli dla metali i tworzyw : 2,8 ; 4,3 i 6,4 Mg/h a dla papieru 3,8; 7,7 i 11,0 Mg/h?
5. Sformułowanie rekomendacji dedykowanych dla eksploatatorów instalacji MBP co zrobić aby np. zwiększyć wydajność bez obniżenia jednorodności segregowanych frakcji
6. Jakich odpadów nie należałoby produkować a dokładniej jakie frakcje stanowią największy problem podczas segregacji i odzysku?
7. Nakreślenie dalszych kierunków badań

5.0 Walory poznawcze pracy

Oceniana dysertacja stanowi istotny wkład w zagadnienia dotyczące zbierania, przetwarzania i odzysku odpadów, dotychczas dość niszowej tematyki badawczej. Zakres pracy dotyczy badań nad możliwościami technicznymi intensyfikacji procesów odzysku odpadów w tym nad ograniczeniami technologicznymi przekształcania instalacji MBP w efektywne centra recyklingu produkujące jednorodne frakcje substratów, czytaj produktów do dalszego przetwarzania.

Za najbardziej istotne osiągniecia Doktorantki uważam:

1. Wykonanie badań w skali rzeczywistej w istniejącym obiekcie i na dużych próbach selektywnie zebranych odpadów dla metali i tworzyw sztucznych było to 85 ton a dla papieru 140 ton.
2. Określenie udziału istotnych frakcji tzw. surowcowych przeznaczonych do recyklingu w strumieniu wstępnie segregowanych „u źródła" odpadów : 42,64% to metale i tworzywa sztuczne, w tym PET_b to 9,01%; oraz we wstępnie odsegregowanych SP frakcje surowcowe to 76,56% a papier miękki to 47,20% i karton 29,36%.
3. Wykazanie, że obciążenie automatyczno-manualnej linii sortowania instalacji MBP wynoszące 4,3 Mg/h dla wstępnie odsegregowanej frakcji metali i tworzyw sztucznych, a 7,7 Mg/h dla wstępnie odsegregowanej frakcji papieru zapewniało uzyskanie odpowiedniej do dalszego przetworzenia, czyli powyżej 90% jednorodności tych frakcji.

6.0 Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Beaty Waszczyłko-Miłkowskiej „Efektywność mechanicznego przetwarzania selektywnie zebranych odpadów komunalnych w instalacji MBP" prezentuje interesujące i cenne wyniki badań o walorach poznawczych a przede wszystkim bardzo dużym potencjale aplikacyjnym. Mimo podanych kilku uwag krytycznych cała praca - zarówno wybrana tematyka, warsztat pracy Doktorantki, w tym prowadzenie badań w pełnej skali na obiekcie rzeczywistym, oraz zaplanowany i wykonany zakres badań wraz z wnioskowaniem są poprawne i na dobrym poziomie merytorycznym.

Podsumowując moją recenzję stwierdzam, że oceniana rozprawa spełnia wymogi osiągnięcia naukowego, o którym mowa w art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003, Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) stawiane rozprawom doktorskim oraz Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 poz. poz. 1669) oraz art. 187 Ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 i 374).

Wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Beaty Waszczyłko-Miłkowskiej do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Magdalena Gajewska