

dr hab. inż. Krzysztof Pikoń  
Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów  
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki  
Politechnika Śląska

## Ocena

### **Rozprawy doktorskiej mgr inż. Marii Bałazińskiej nt: „Ocena efektów środowiskowych zgazowania zużytych podkładów kolejowych dla produkcji energii elektrycznej”**

## **1. Podstawa opracowania recenzji**

Recenzja została opracowana w oparciu o umowę zawartą z Głównym Instytutem Górnictwa z dnia 29 stycznia 2018 i pismem w tej sprawie, który podpisał prof. dr hab. inż. Stanisław Prusek.

## **2. Celowość podjęcia tematu**

Zużyte drewniane podkłady kolejowe stanowią poważny problem ekologiczny ze względu na zawarte w nich impregnujące środki chemiczne. Jednocześnie stanowią one interesujące źródło biomasy odpadowej.

Odpadowe podkłady kolejowe mogą być unieszkodliwiane przez składowanie, obróbkę biologiczną lub wykorzystanie energetyczne (odzysk). Skutecznym rozwiązaniem problemu zagospodarowania odpadowego drewna impregnowanego może być także opracowanie i wdrożenie technologii jego odzysku energetycznego poprzez zgazowanie. Gaz wytwarzany ze zgazowania biomasy i odpadów może być wykorzystywany do produkcji ciepła i energii elektrycznej.

Polisce podaż odpadowego drewna impregnowanego środkami ochrony wynosi około 120 tys. Mg/rok, a ilość ta w związku z planowanymi remontami sieci kolejowej będzie w najbliższych latach najprawdopodobniej rosła.

Impregnaty do nasycania drewna, szczególnie do ochrony przed grzybami, dobiera się w zależności od zamierzonych warunków i czasu jego eksploatacji, uwzględniającego w miarę możliwości sprawdzony w dotychczasowej praktyce cykl życia danego wyrobu z drewna. W praktyce, najbardziej głębokiej, co najmniej kilkumilimetrowej impregnacji, podlegają wyroby drewniane przeznaczone do pracy na otwartej przestrzeni i mające kontakt z gruntem, a tym samym z wodą i czynnikami mikrobiologicznymi. Do takich wyrobów należą głównie drewniane elementy nawierzchni kolejowej (podkłady kolejowe i podrozdajdnice) oraz słupy teletechniczne. Podrozdajdnice układane pod rozjazdami są specjalnym rodzajem podkładów kolejowych, dłuższym od podkładów typowych.

Zgazowanie podkładów kolejowych może wiązać się ze znaczącym obciążeniem środowiska naturalnego. Stąd określenie rzeczywistego wpływu na środowisko tego odpadu i jego energetycznego wykorzystania jest jak najbardziej celowe i wskazane.

W literaturze brak jest kompleksowej oceny efektów środowiskowych dla układów zgazowania zużytych podkładów kolejowych ukierunkowanego na wytwarzanie energii elektrycznej.

Biorąc pod uwagę obszary nie do końca poznane w dotychczasowej wiedzy na temat zgazowania odpadu drzewnego nasyconego impregnatami, w połączeniu ze światowymi trendami związanymi z dążeniem do wykorzystywania odnawialnych źródeł energii - w której to grupie biomasa zajmuje poczesne miejsce - uważam podjętą tematykę badawczą za ważną i aktualną.

### **3. Ogólna charakterystyka rozprawy i ocena formalna**

Praca doktorska została dofinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach dotacji celowej dla Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla na prowadzenie w latach 2016 - 2017 badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich,

Oceniana praca liczy 126 stron, 114 pozycje cytowanego piśmiennictwa, 22 rysunki i 21 tabel. Na początku pracy znajduje się lista stosowanych skrótów i symboli. Praca spełnia wymogi ustawowe dotyczące rozpraw doktorskich w stopniu bardzo dobrym. Zawiera jasno określony cel, zakres i metodykę. Praca ma charakter naukowo-doświadczalny oraz ewaluacyjny.

Na początku pracy zamieszczono opis teoretyczny liczący 15 stron. Jest on zwięzły i napisany przystępnym językiem. Przedstawiony został stan wiedzy w zakresie oceny środowiskowej, drewnianych podkładów kolejowych oraz metody ich zagospodarowania. Dodatkowo opisano charakterystykę procesu zgazowania i zagadnienia związane z oceną środowiskową zgazowania zużytych, drewnianych podkładów kolejowych w świetle badań literaturowych.

W rozdziale 4 przedstawiono precyzyjnie cel i zakres pracy. W rozdziale 5 znalazł się opis badań własnych doktorantki oraz przedstawiona została wykonana analiza LCA. Rozdział 6 zawiera podsumowanie i wnioski.

Wyniki eksperymentów zostały przedstawione w postaci wielu ilustracji (wykresów i fotografii) oraz tabel. Umożliwiły one przeprowadzenie analizy wyników.

Uważam, że tematyka rozprawy jest oryginalna i interesująca, a problemy podjęte w pracy - ważne i aktualne. Praca jest napisana poprawnie i jasno, z podziałem na logicznie ułożone rozdziały. Zrealizowany program badań doświadczalnych jest szeroki. Uzyskane wyniki zostały przedstawione czytelnie w postaci graficznej. Spójność i kompletność pracy jest poprawna.

Przedstawione na początku pracy cel i zakres został sformułowany poprawnie i zgodnie z zasadami przyjętymi dla badań o naukowych. Wszystkie cele zostały zrealizowane i opisane w różnych częściach pracy. Na końcu pracy Doktorantka sformułowała 7 wniosków o charakterze szczegółowym i 1 główny wniosek końcowy.

### **4. Ocena merytoryczna i uwagi krytyczne**

Praca stanowi wartościowy materiał poznawczy ze znaczącym potencjałem aplikacyjnym. Może stanowić również punkt wyjścia do dalszych badań. Podkreślić należy, że praca stworzona została na podstawie badań własnych autorki. Jest w niej cenny element praktyczny wskazujący na jej zaangażowanie oraz szerokie kompetencje. Dodatkowo praca zawiera dużą część analityczną związaną z zagadnieniami oceny wpływu na środowisko. Jest to tematyka dosyć odległa od samej istoty procesów termicznych. W konsekwencji powstała bardzo



ciekawa i wyczerpująca praca o charakterze interdyscyplinarnym. Wymagało to dużego nakładu pracy i szerokiego spektrum umiejętności.

Należy stwierdzić zatem, że zakres merytoryczny pracy jest szeroki i dowodzi dobrej znajomości opisywanych zagadnień oraz wysokiego poziomu warsztatu naukowego autorki jak również konstruktywnego i efektywnego wsparcie ze strony promotora.

Cel i zakres pracy został przejrzysto i wyczerpująco opisany. Precyzyjnie wskazano elementy, które zostały opracowane w ramach pracy.

Praca ma charakter teoretyczny i jednocześnie eksperymentalno-praktyczny. Zakres prac był bardzo szeroki i różnorodny. Obejmował opracowanie koncepcji instalacji technologicznej zgazowania podkładów kolejowych i przeprowadzenie serii badań eksperymentalnych na instalacji technologicznej zgazowania podkładów kolejowych dla produkcji energii elektrycznej. Dodatkowo przeprowadzone zostały analizy porównawcze wpływu na środowisko (LCA) dla technologii zgazowania podkładów kolejowych w odniesieniu do technologii spalania.

Zgadzam się ze stwierdzeniem zawartym w podsumowaniu pracy, że rezultaty przeprowadzonych prac nie tylko stanowią źródło nowej wiedzy związanej z oceną efektów środowiskowych technologii zgazowania podkładów kolejowych dla produkcji energii elektrycznej, ale są również istotne w aspekcie użytkowym. Z całą pewnością wyniki pracy mogą zostać użyte do wsparcia procesu decyzyjnego związanego z wyborem metody zagospodarowania podkładów kolejowych po okresie ich użytkowania, jak również mogą być wykorzystane przy projektowaniu instalacji zgazowania podkładów kolejowych dla celów energetycznych. Jednocześnie praca poszerza wiedzę o skutkach środowiskowych samych procesów zgazowania.

Wynikami mogą być zainteresowane przedsiębiorstwa, których obszar działalności związany jest z sieciami trakcyjnymi, demontażem zużytych podkładów kolejowych, a także wytwarzaniem energii elektrycznej.

W związku z powyższym należy stwierdzić, że przedstawiona praca ma charakter naukowy i poznawczy ale również aplikacyjny. Stanowi to w mojej ocenie znaczący jej atut. Rozwiązany jest konkretny problem naukowy o znaczeniu gospodarczym przy jednoczesnym poszerzeniu dotychczasowej wiedzy.

Autorka nie ustrzegła się od drobnych błędów i pomyłek stylistycznych i literówek. Nie są to mankamenty znaczne i zdecydowanie mieszczą się w granicach akceptowalności.

Puryści naukowcy z pewnością uznają użyte w kilku miejscach określenie „produkcja energii” za nieodpowiednie. Jest to jednak z pewnością skrót myślowy, który nie ma większego znaczenia i nie wpływa na jakość merytoryczną pracy.

W części teoretycznej opisującej możliwe do zastosowania metodologie oceny, wymieniona jako pierwszą i opisano najszczegółowiej jest ocenę egzergetyczną, które nie została ostatecznie użyta w części badawczej pracy. Być może ta proporcja jest niewłaściwa, na bardziej szczegółowy opis zasłużyła zastosowana później metodyka LCA.

Istnieje kilka prac ukierunkowanych na określenie wpływu na środowisko procesów zgazowania (jak choćby cytowane w pracy Xylowatt 2017 czy Beardmore i in. 2010) i spalania podkładów kolejowych. W mojej ocenie wartości pracy byłaby jeszcze wyższa gdyby autorka dokonała zastawiania kluczowych parametrów wynikowych ewaluacji wpływu na środowisko i dokonała ich analizy i porównania. Ciekawe byłoby również usystematyzowane badania zmienności zawartości substancji impregnującej w podkładach kolejowych i emisji związanej



z ich energetycznym wykorzystaniem. Mogłoby to posłużyć do opracowania sformułowań uogólniających, które byłyby bardzo ciekawym materiałem poznawczym.

Wybrana metodologia przeprowadzenia badań procesu zgazowania i późniejszej emisji jest dosyć skomplikowana i może być przyczyną nieścisłości. Prostszy rozwiązaniem mogło być zgazowanie i utylizacja energetyczna powstałego gazu w silniku gazowym (po uprzednim jego oczyszczeniu). Z punktu widzenia oceny wpływu na środowisko byłoby to rozwiązanie bardziej jednoznaczne. Uniknięto by wówczas potencjalnych wątpliwości związanych z określeniem alokacji emisji pochodzącej z samego gazu i użytego dodatkowo oleju.

W przypadku ewaluacji wpływu na środowisko porównawczego procesu spalania być może lepsze byłoby przeprowadzenie testów spalania badanych podkładów. Takie rozwiązanie z punktu widzenia oceny wpływu na środowisko byłoby bardziej jednoznaczne. Przyjęta metodologia jest oparta na danych innych autorów, co rodzi zawsze potencjalne problemy związane z komplementarnością przyjętych założeń i kryteriów oceny jak również porównywalnością ocenianego materiału wsadowego.

Należy jednak podkreślić, że przyjęta w pracy metodologia i sposób rozwiązania problemu jest ciekawy i z punktu widzenia warsztatowego poprawny. Odznacza się jedynie większym stopniem skomplikowania i niepewności. W mojej ocenie autorka wywiązała się z obietnic zwartych w celu i zakresie pracy w stopniu bardzo dobrym.

W przeprowadzonej analizie LCA granice systemu zostały ustawione stosunkowo wąsko. Pełna analiza LCA mogła by zawierać dodatkowo np. analizę wpływu na środowisko możliwego zagospodarowania poprocesowych substancji stałych czy wariantów przygotowania samego materiału wsadowego. Ciekawe byłyby również rozważania ewentualnych efektów zastąpienia w odniesieniu do innych instalacji energetycznych bądź innych metod zagospodarowania podkładów kolejowych. Taki podejście byłoby interesujące z punktu widzenia analiz środowiskowych, gdyż zawsze jako faktyczną zmianę w obciążeniu środowiska przyjmujemy różnice pomiędzy stanem przed dokonaniem zmiany (np. wdrożenie nowej technologii) i po tym fakcie.

W pracy autorka doszła do wniosków, że wartości wskaźników dla kategorii zdrowia ludzkiego oraz ekosystemów przyjmują znacznie niższe wartości dla technologii zgazowania podkładów w porównaniu do technologii spalania, a w przypadku kategorii zasoby zależność ta jest odwrotna. Zabrakło trochę poszerzonej dyskusji jakie elementy składowe ocenianych systemów przyczyniły się do takiego stanu rzeczy.

Podkreślić należy, że powyższe uwagi nie mają charakteru krytycznego, a powinny być rozumiane jako sugestie do rozważania przy planowaniu ewentualnych dalszych badań. Materiał przedstawiony w pracy, jest kompletny z punktu widzenia przyjętych celów pracy i pozwala na jej pozytywną ocenę.

## **5. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Pracę doktorską mgr Marii Bałazińskiej - oceniam pozytywnie. Tematyka jest aktualna i mająca duży potencjał aplikacyjny. Praca jest napisana przejrzyście i wyczerpująco.

Uwagi merytoryczne mają charakter wskazówek, które pozwoliłyby na ulepszenie ocenianej pracy i nie wpływają w zasadniczy sposób na moją generalnie pozytywną ocenę omawianej rozprawy doktorskiej.

W moim przekonaniu, przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr Marii Bałazińskiej pt. "Ocena efektów środowiskowych zgazowania zużytych podkładów

kolejowych dla produkcji energii elektrycznej ", wykonana pod opieką naukową promotora - dr hab. inż. Jarosława Zuwały spełnia warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 r. (z późniejszymi zmianami).

Uwzględniając powyższe, wnioskuję o przyjęcie recenzowanej rozprawy przez Radę Naukową GIG o dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony rozprawy.

Biorąc pod uwagę stopień skomplikowania zagadnienia oraz szerokość podjętej problematyki uważam, że autorka wywiązała się ze swojego zadania bardzo dobrze. Praca wymagała szeregu kompetencji i szerokiej wiedzy z kilku dyscyplin. Ma więc charakter interdyscyplinarny. Na podkreślenie zasługuje zakres pracy oraz rozbudowane elementy samodzielnie przeprowadzonych badań laboratoryjnych. Ważny jest również aspekt użyteczny. W związku z powyższym uważam, że praca zasługuje na wyróżnienie, o co niniejszym wnoszę.

dr hab. inż. Krzysztof Pikoń

