

Prof. dr hab. inż. Dorota Burchart
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechnika Śląska
dorota.burchart@polsl.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Agnieszki Szperling
pt. „Model oceny cyrkularności i jego weryfikacja na przykładzie wybranego
środka transportu”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej, prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy w sprawie opracowania recenzji niniejszej rozprawy doktorskiej. Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora prowadzone jest w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Przemysław Kurczewski, prof. uczelni.

2. Ocena celowości podjęcia tematu

Recenzowana rozprawa doktorska podejmuje temat niezwykle aktualny — problem wdrażania gospodarki o obiegu zamkniętym w sektorze transportu. Wdrożenie wytycznych gospodarki o obiegu zamkniętym minimalizuje zużycie surowców oraz powstawanie odpadów w zamkniętym obiegu procesów, w których powstające odpady traktowane są jako surowce w kolejnych fazach produkcji czy innych procesach/technologiach. Gospodarka o obiegu zamkniętym jest modelem produkcji i konsumpcji, w którym poprzez różne działania ograniczany jest wpływ na środowisko w całym cyklu życia. W ten sposób wydłuża się cykl życia produktów. Takie działania pomagają tworzyć zrównoważoną, niskoemisyjną i konkurencyjną gospodarkę poprzez wdrażanie ekoprojektowania. Obecnie brak jest zorganizowanego systemu zwrotu, rozbiórki i odzysku zużytych materiałów i komponentów jednostek pływających oraz systemowych rozwiązań w zakresie demontażu, utylizacji i recyklingu jachtów. Kwestie związane z koncepcją gospodarki o obiegu zamkniętej stanowią wyzwanie dla sektora transportu, zwłaszcza jednostek pływających. Założenia gospodarki o obiegu zamkniętym widoczne są również w wytycznych Komisji Europejskiej dla sektora transportu, gdzie przykładem jest

wprowadzenie cyfrowego paszportu produktów, który obejmuje wiele nowych wskaźników w tym między innymi ślad węglowy oraz dane dotyczące recyklingu i sposobu zagospodarowania po zakończeniu użytkowania. Wymusza to konieczność systematycznego gromadzenia, aktualizowania i udostępniania danych o cyklu życia produktów, w tym również środków transportu. Związane jest to z potrzebą rozwijania badań naukowych dotyczących analizy cyrkularności środków transportu.

Doktorantka w oparciu o przeprowadzony przegląd literatury wykazała lukę badawczą związaną z brakiem narzędzi, które w sposób kompleksowy i ilościowy pozwoliłyby na dokonanie oceny zbieżności środków transportu z założeniami koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym, dlatego istnieje potrzeba rozwijania prac związanych z tym obszarem badawczym. Właśnie tym aktualnym zagadnieniem Doktorantka poświęciła niniejszą pracę.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Agnieszki Szperling dotyczy zagadnień związanych z tym istotnym problemem naukowym dotyczącym projektowania obiektów technicznych uwzględniając cyrkularność.

Podjęcie przez Doktorantkę tematu należy uznać za celowe i potrzebne z punktu widzenia dalszych badań. Wybór tematu rozprawy uważam za w pełni uzasadniony z naukowego punktu widzenia, a także ze względu na perspektywy utylitarne. Wybór obszaru badawczego pracy uważam za zasadny i celowy w odniesieniu do dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy i ocena merytoryczna

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Agnieszki Szperling liczy 146 stron. Praca zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim, sześć rozdziałów, wykaz literatury oraz trzy załączniki. Praca zawiera 9 rysunków oraz 23 tabele. Wykaz literatury zamieszczony w rozprawie obejmuje 159 zacytowanych pozycji literaturowych, w tym publikacje naukowe, raporty i strategie, uregulowania normatywne i prawne oraz źródła internetowe i branżowe.

Zakres wykonanych prac badawczych jest bardzo obszerny. Praca składa się z następujących rozdziałów merytorycznych:

We wstępie Doktorantka przedstawiła uzasadnienie podjęcia tematu pracy.

Rozdział drugi obejmuje aktualny przegląd literatury dotyczący zagadnień gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), w tym: rozwój koncepcji GOZ, metody oraz wskaźniki stosowane w ocenie efektów wprowadzania gospodarki o obiegu zamkniętym oraz przykłady wdrażania gospodarki o obiegu zamkniętym. Jest to obszerny rozdział, potwierdzający bardzo dobre przygotowanie teoretyczne Doktorantki i stanowiący wartościowe opracowanie przeglądowe.

Rozdział trzeci zawiera cel i zakres pracy.

Doktorantka jako **główny cel pracy** przyjęła opracowanie modelu oceny cyrkularności, który mógłby służyć analizie jednostek pływających pod kątem ich zgodności z założeniami koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym. Aby osiągnąć tak sformułowany cel główny wyznaczyła **cztery cele szczegółowe**:

- wybór i scharakteryzowanie aspektów koncepcji GOZ, które powinny być ujęte w opracowanym modelu,
- sformułowanie zależności, które pozwolą diagnozować poziom zgodności obiektów technicznych branży jachtowej z poszczególnymi aspektami koncepcji GOZ,
- opracowanie wskaźnika, który będzie odzwierciedlał w sposób zintegrowany stopień spełnienia wszystkich aspektów koncepcji GOZ ujętych w modelu oceny cyrkularności,
- zweryfikowanie na przykładzie wybranego jachtu poprawności opracowanego modelu oceny cyrkularności.

Kolejne rozdziały (od rozdziału czwartego do szóstego) stanowią wyniki badań własnych Doktorantki. Jest to najważniejsza część rozprawy doktorskiej.

W rozdziale czwartym Doktorantka przedstawiła opracowany autorski model oceny cyrkularności, który obejmuje analizę wskaźników jednostkowych oceny cyrkularności jachtu oraz klasyfikacje materiałów i komponentów związane z modelem oceny cyrkularności. Do wskaźników jednostkowych oceny cyrkularności jachtu zaliczyła: wskaźnik intensywności użytkowania jachtu, wskaźnik zastosowania materiałów pierwotnych w budowie jachtu, wskaźnik uciążliwości środowiskowej materiałów zastosowanych w budowie jachtu, wskaźnik minimalizacji masy jachtu, wskaźnik zastosowania komponentów recykulowanych w jachcie, wskaźnik potencjału do ponownego użycia komponentów jachtu, wskaźnik naprawialności jachtu, wskaźnik potencjału do realizacji regeneracji (remanufacturingu) jachtu, wskaźnik potencjału do pełnienia innych funkcji (niż pierwotnie nadane) po przywróceniu sprawności użytkowej, wskaźnik zdatności do recyklingu, wskaźnik zdatności do utylizacji termicznej. Natomiast klasyfikacje związane z modelem oceny cyrkularności obejmowały: klasyfikacja materiałów ze względu na uciążliwość środowiskową, klasyfikacja komponentów ze względu na podatność recyklingową, klasyfikacja materiałów ze względu na zdatność do utylizacji termicznej.

Rozdział piąty obejmuje weryfikację modelu oceny cyrkularności. Natomiast w rozdziale szóstym Doktorantka przedstawiła podsumowanie i wnioski.

Treść jest zgodna z tematem rozprawy doktorskiej. Tytuły rozdziałów dają syntetyczny pogląd na zawarte w nich treści. Układ pracy jest jasny i czytelny. Kolejne rozdziały tworzą układ właściwy dla rozprawy naukowej.

Struktura zadań badawczych jest przejrzysta. Zakres pracy można uznać za wystarczający. Realizacja zakresu pracy umożliwiła osiągnięcie wytyczonych celów oraz dostarczyła oryginalną wiedzę w analizowanym obszarze badawczym. Biorąc pod uwagę następujące elementy pracy: dobór tematu, cele pracy, jak również zastosowane metody i uzyskane wyniki, wyrażam przekonanie, że rozpatrywany problem naukowy został rozwiązany poprawnie i samodzielnie.

Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć naukowych w pracy mgr Agnieszki Szperling o charakterze poznawczym, metodycznym i utylitarnym w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport, można zaliczyć:

- obszerny przegląd literatury dotyczący zagadnień związanych z gospodarką o obiegu zamkniętym i ich znaczenia w ocenie obiektów technicznych,
- opracowanie autorskiego modelu oceny cyrkularności dla wybranego środka transportu służącego analizie zgodności z założeniami koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym,
- opracowanie wskaźników cząstkowych modelu oceny cyrkularności,
- opracowanie zestawu klasyfikacji uciążliwości środowiskowej, podatności recyklingowej i zdolności do utylizacji termicznej wybranych materiałów i komponentów stosowanych w analizowanym obiekcie badań,
- weryfikację modelu oceny na przykładzie wybranej jednostki pływającej.

Na podstawie przeprowadzonej oceny treści rozprawy doktorskiej stwierdzam, że sformułowane przez Doktorantkę cele zostały osiągnięte. Uzyskane wyniki mają znaczenie zarówno naukowe, jak również są one cennym materiałem z punktu widzenia utylitarnego.

4. Uwagi krytyczne

Podczas lektury ocenianej rozprawy doktorskiej nasunęły mi się następujące uwagi i pytania, które przedstawiam poniżej i proszę Doktorantkę o wyjaśnienie tych kwestii podczas publicznej obrony:

- Za główny cel pracy Doktorantka przyjęła opracowanie modelu oceny cyrkularności, który mógłby służyć analizie jednostek pływających pod kątem ich zgodności z założeniami koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym. Podała też w pracy, że istnieje wiele definicji koncepcji i założeń gospodarki o obiegu zamkniętym. Proszę o wyjaśnienie zgodnie, z którymi założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym model umożliwi ocenę cyrkularności.
- Doktorantka opracowała wskaźnik uciążliwości środowiskowej uwzględniając cykl życia. W tym celu przedstawiła klasyfikację uciążliwości środowiskowej. Jest to bardzo duże

uproszczenie w przypadku wykonania analizy cyklu życia (LCA – Life Cycle Assessment). Zastosowana jest analiza na etapie ważenia, która jest najbardziej kontrowersyjna gdyż uwzględnia wagi, bez wskazania jak poszczególne materiały czy komponent wpływa na różne kategorie wpływu, w tym emisje gazów cieplarnianych czy też zużycie zasobów naturalnych, co stanowi bardzo ważny element gospodarki o obiegu zamkniętym. W mojej opinii powinny być osobno wykazane wskaźniki w różnych kategoriach wpływu, gdyż mogą znacznie się różnić między poszczególnymi materiałami. Doktorantka w pracy stwierdza, że uciążliwość środowiskową materiałów wykonano przy obliczaniu metodą LCA i przeprowadzono szereg prac obliczeniowych LCA (s.68), ale w pracy brak jest opisu metodyki LCA, brak założeń, granic systemu, ograniczeń i poszczególnych etapów analiz. Proszę o rozwinięcie tej kwestii.

- Doktorantka w rozprawie stwierdza, że „Dla materiałów, które zebrano w celu ich pogrupowania w klasyfikacji materiałowej wyznaczono wskaźnik wyrażony w punktach środowiskowych [Pkt] na 1 kg. W tym działaniu posłużono się wynikami obliczeń metodą LCA” (s.83). Niestety ani w treści pracy ani w załącznikach nie znaleziono tych wskaźników. Proszę o wyjaśnienie. Proszę również o podanie jakie było uzasadnienie dla podziału materiałów na 10 klas – jakie były kryteria wyboru progów granicznych?
- Doktorantka stwierdza w rozprawie doktorskiej (s.9), że „w pracy zostały określone warunki, które powinny być spełnione, aby możliwe stało się stosowanie opracowanego modelu do wszystkich rodzajów środków transportu, a nawet wszystkich kategorii obiektów technicznych” (s.9) – proszę o przedstawienie tych warunków. Jakie zmiany powinny być wprowadzone w modelu, aby mógł być zaimplementowany do oceny cyrkularności dla innych środków transportu?
- Doktorantka podała że „wdrażanie GOZ obejmuje cały cykl życia produktów, od projektowania, przez produkcję i konsumpcję, aż po recykling i odzyskiwanie zasobów” (s.15). Zatem analizy powinny obejmować cały cykl życia analizowanych obiektów. Proszę o rozwinięcie kwestii dotyczącej oceny w całym cyklu życia analizowanego obiektu badań uwzględniając etap budowy eksploatacji i końca życia, tym bardziej, że aktualnie ze względu na wprowadzanie paliw alternatywnych w środkach transportu ma to istotny wpływ na uciążliwość środowiskową. Czy w pracy wykonano analizy stosowanego układu napędowego?

Przedstawione uwagi nie umniejszają wartości merytorycznej pracy, którą oceniam bardzo wysoko. Przedstawione uwagi mają charakter porządkowy. Uwagi te stanowią przyczynek do podjęcia pogłębionej dyskusji naukowej.

Uwagi szczegółowe i redakcyjne

Praca została zredagowana bardzo starannie. Użyte w rozprawie terminy i wyrażenia są w większości poprawne i zgodne z aktualnie obowiązującym słownictwem w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Podczas czytania nasunęło mi się niewiele uwag. Przedstawiam poniżej ważniejsze z nich:

- W pracy została zacytowana tylko jedna publikacja Doktorantki, a posiada większy dorobek naukowy, dlatego uważam, że należało to zaznaczyć w rozprawie.
- Brak wyjaśnienia w rozprawie niektórych skrótów w języku angielskim – DPP, FSC.
- Brak wyjaśnienia skrótów w odniesieniu do materiałów wykorzystanych do budowy jachtu – tabela 4.6, 4.9 i brak wyjaśnienia parametrów np. m_i , k_i , m_c , m_{rki} , m_{pki} , m_{ki} .

Nieliczne usterki stylistyczne i błędy literowe zaznaczyłam w dostarczonym egzemplarzu pracy i z tego powodu nie będę ich zamieszczać w tym miejscu. Przytoczone powyżej uwagi mają w większości charakter dyskusyjny lub mówią jedynie o niedociągnięciach i w niczym nie pomniejszają wartości naukowej wyników osiągniętych przez Doktorantkę, natomiast mogą być pomocne w trakcie dalszej pracy naukowej oraz uwzględnione przy przygotowaniu publikacji naukowych. Biorąc pod uwagę ocenę rozprawy doktorskiej stwierdzam, że zasadne jest prowadzenie dalszych badań w tym zakresie.

Pomimo przedstawionych powyżej uwag, strukturę merytoryczną i układ recenzowanej pracy uznaję za właściwe.

5. Wnioski końcowe

Podjęcie tematu badawczego rozprawy doktorskiej uważam za celowe i prawidłowo uzasadnione. Doktorantka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Treść rozprawy dowodzi, że Doktorantka dobrze znajduje się w przedmiotowej problematyce. Stwierdzam brak istotnych uchybień w tym zakresie i oceniam znajomość przedmiotu zagadnienia przez Doktorantkę, w tym jej przygotowanie zawodowe i naukowe - pozytywnie.

Należy stwierdzić, że przedstawiona rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego opracowania modelu oceny cyrkularności wybranego środka transportu pod kątem zgodności z założeniami koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym. Przedstawione badania są obszerne, wnoszą elementy nowości naukowej, a uzyskane wyniki są wysokiej jakości. Niewątpliwym atutem rozprawy jest fakt, że jej wyniki zachęcają do dalszych badań i pokazują jak ważne są badania związane z oceną cyrkularności środków transportu uwzględniając wytyczne gospodarki o obiegu zamkniętym.

Uważam również, że:

- Oceniana rozprawa doktorska stanowi ważny wkład naukowy w badaniach prowadzonych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Doktorantka trafnie dokonała wyboru tematyki rozprawy, a jej zakres spełnia wymagania stawiane pracom naukowym w celu uzyskania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.
- Praca dotyczy bardzo aktualnych zagadnień z punktu widzenia zarówno stanu wiedzy, jak i praktyki wnosząc do nich nowe treści.
- Cel główny i cztery cele szczegółowe rozprawy sformułowane przez Doktorantkę zostały osiągnięte, a prezentowane wyniki prac badawczych stanowią osiągnięcie własne Doktorantki, dzięki czemu problem badawczy został rozwiązany samodzielnie. Elementy te świadczą o Jej dojrzałości naukowo-badawczej.

Stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr Agnieszki Szperling pt.: „Model oceny cyrkularności i jego weryfikacja na przykładzie wybranego środka transportu” spełnia wszystkie warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z powyższym wnoszę o przyjęcie recenzowanej rozprawy doktorskiej przez Radę Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej i dopuszczenie mgr Agnieszki Szperling do publicznej obrony.



Prof. dr hab. inż. Dorota Burchart