

Model oceny cyrkularności i jego weryfikacja na przykładzie wybranego środka transportu

Streszczenie

W pracach naukowych na temat gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) dominują badania poświęcone zagadnieniom makroekonomicznym, organizacyjnym i środowiskowym. Marginalizowane są w nich aspekty inżynierskie istotne zwłaszcza z perspektywy projektowania obiektów technicznych pod kątem ich cyrkularności. Jest to problem, który przekłada się na ograniczenia w efektywności wdrażania koncepcji GOZ, m.in. w zakresie praktyki funkcjonowania przedsiębiorstw. Jest to też nisza badawcza, gdyż to właśnie obiekty techniczne są materialnym nośnikiem wartości cyrkularnej w postaci różnego rodzaju zasobów. Dlatego w niniejszej rozprawie doktorskiej podjęto problematykę gospodarki o obiegu zamkniętym w ujęciu technicznym i produktowym, uzupełniając istotne luki badawcze zidentyfikowane w tym obszarze.

Za główny cel pracy przyjęto opracowanie modelu oceny cyrkularności, który mógłby służyć analizie jednostek pływających pod kątem ich zgodności z założeniami koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym. Założono, że opracowany model winien mieć taki potencjał, aby mógł być punktem wyjścia do prac nad zastosowaniem go w szerszym zakresie – w odniesieniu do środków transportu, a w dalszej perspektywie, także do różnych kategorii obiektów technicznych.

W pierwszej części pracy scharakteryzowano zagadnienia związane z genezą podjętych prac badawczych. Omówiono sposoby wdrażania koncepcji GOZ, metody wykorzystywane do pomiaru efektów tych działań oraz wskazano praktyczne przykłady stosowania GOZ.

W dalszej części pracy poddano analizie kluczowe aspekty cyrkularności rozumianej jako cecha obiektu, charakteryzująca jego potencjał do pozostawania w użytkowaniu (szerzej w obrocie gospodarczym) z uwzględnieniem stopnia odpadowości lub statusu odpadu. Dla każdego aspektu sformułowano zależności matematyczne pozwalające na określenie poziomu zgodności jednostek pływających z założeniami koncepcji GOZ, czyli na ilościową ocenę poziomu ich cyrkularności. W ten sposób powstał zestaw wskaźników ilościowych, do których stosowania konieczne było opracowanie klasyfikacji (uciążliwości środowiskowej, podatności recyklingowej i zdolności do utylizacji termicznej) wybranych materiałów i komponentów stosowanych w budowie jednostek pływających. Przeprowadzono również badania, które doprowadziły do integracji wskaźników jednostkowych (z uwzględnieniem ich istotności z perspektywy koncepcji GOZ). W ten sposób powstał sumaryczny wskaźnik cyrkularności, który w postaci jednej liczby wyraża poziom spełnienia postulatów odpowiadających wszystkim aspektom GOZ.

Ostatecznie, opracowany model oceny cyrkularności zweryfikowano na przykładzie wybranej jednostki pływającej. Określono dla niej poziom spełnienia założeń wynikających z GOZ w ramach poszczególnych aspektów tej koncepcji, w postaci zbioru poszczególnych wskaźników cyrkularności oraz w sposób zintegrowany, w formie sumarycznego wskaźnika cyrkularności. Przeprowadzone prace badawcze dały podstawy do stwierdzenia, że opracowany model oceny cyrkularności ma potencjał, aby być stosowanym nie tylko w odniesieniu do innych rodzajów środków transportu, ale też do różnych obiektów technicznych.

Agnieszka Szperling

Circularity assessment model and its verification on the example of a selected means of transport

Abstract

Scientific works on the circular economy (CE) are dominated by research on macroeconomic, organizational, and environmental issues. They marginalize engineering aspects, particularly those crucial for designing technical facilities with circularity in mind. This problem has an impact on limitations in the effective implementation of the CE concept, including in the practical operation of economic entities. This is also a significant research niche, as technical facilities are the material carriers of circular value in the form of various resources. Therefore, this doctoral dissertation addresses the issue of the circular economy from a technical and product perspective, filling significant research gaps identified in this area.

The main goal of this work was to develop a circularity assessment model that could be used to analyze vessels for compliance with the circular economy. It was assumed that the developed model should have the potential to serve as a starting point for broader application – to means of transport and, in the longer term, to various categories of technical facilities.

The first part of the dissertation outlines the issues related to the genesis of the research undertaken. It discusses the methods for implementing the circular economy concept, the methods used to measure the effects of these activities, and provides practical examples of its application.

The next part of the paper analyzes key aspects of circularity, understood as a feature of an object that characterizes its potential to remain in use (more broadly, in economic circulation), taking into account the degree of waste or waste status. For each aspect, mathematical relationships were formulated to determine the level of compliance of vessels with the assumptions of the circular economy concept, i.e., to quantitatively assess their level of circularity. This resulted in the creation of a set of quantitative indicators, which required the development of a classification (environmental nuisance, recyclability, and thermal utilization) of selected materials and components used in the construction of vessels. A research was also conducted, leading to the integration of individual indicators (taking into account their significance from the perspective of the circular economy concept). This resulted in the creation of an aggregate circularity indicator, which – in a form of a single number – expresses the level of compliance with the postulates corresponding to all aspects of the circular economy.

Finally, the developed circularity assessment model was verified using a selected vessel as an example. The degree of compliance with the assumptions arising from the circular economy was determined: (1) for each aspect of the concept, using a set of individual circularity indicators and (2) as an integrated approach, using an aggregate circularity indicator. The research conducted provided the basis for conclusion that the developed circularity assessment model has the potential to be applied not only to other transport means, but also to various other technical facilities.