

Analiza wybranych aspektów materiałowo-energetycznych dotyczących fazy budowy pojazdu ciężarowego

Małgorzata Mrozik, Piotr Smurawski

Streszczenie

System gospodarczy nowoczesnego państwa wymaga przede wszystkim sprawnego transportu samochodowego spełniającego zasadniczą rolę w komunikacji i przewozie towarów. Niestety rozwój motoryzacji pociąga za sobą szereg skutków negatywnych dla środowiska naturalnego, powodując zanieczyszczenie powietrza, gleby i wody oraz wzrost ilości produktów odpadowych powstałych w okresie eksploatacji i likwidacji pojazdów samochodowych. Transport samochodowy jest więc obecnie źródłem wielu zagrożeń środowiska naturalnego. W artykule przedstawiono analizę wybranych aspektów materiałowo-energetycznych dotyczących fazy budowy wybranego samochodu ciężarowego przy uwzględnieniu bilansu masy i energii. Zaprezentowano również wybrane wyniki obliczeń dotyczące nakładów materiałowych, nakładów energetycznych oraz emisji CO₂.

Słowa kluczowe: ocena cyklu życia, pojazd ciężarowy, emisje CO₂.

Wstęp

W Polsce podobnie z roku na rok w dynamiczny sposób wzrasta liczba eksploatowanych samochodów osobowych i ciężarowych, któremu nierozłącznie towarzyszy proces wycofywania z ruchu i złomowania pojazdów starszych, o złym stanie technicznym, mających za sobą wieloletni okres eksploatacji. Dominująca rola samochodów dostawczych i ciężarowych w transporcie towarów spowodowała, że stały się one w ostatnich latach jednym z głównych obiektów przeprowadzania tzw. środowiskowej analizy cyklu życia (LCA) przy wykorzystaniu metodyki zawartej w normach serii EN ISO 14040. Ocena cyklu życia (LCA) jest techniką oceny aspektów środowiskowych, która stwarza podstawy do ich identyfikacji, hierarchizacji oraz ustalenia sposobów poprawy jakości środowiska. Jednym z podstawowych zadań LCA jest badanie potencjalnych wpływów produktu, lub procesu wytwórczego na środowisko naturalne w całym okresie życia wyrobu, począwszy od pozyskania surowców poprzez produkcję, eksploatację i utylizację. Prowadzenie badań i analiz techniką LCA pozwala na efektywne gospodarowanie zasobami pod względem ekologicznym, ponieważ bazuje na realnych danych wejściowych i wyjściowych danego procesu.

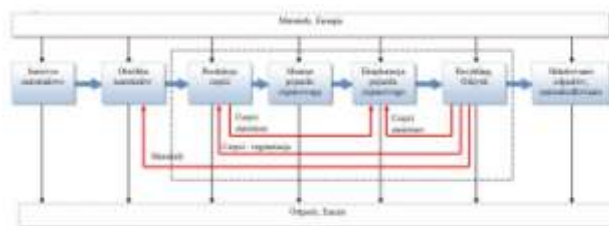
1. Model dekompozycji

Przedstawiona w artykule analiza wybranych aspektów materiałowo-energetycznych oparta jest na modelu cyklu życia pojazdu ciężarowego, który został oparty o analizę LCA zgodnie z wymaganiami norm ISO 14040 i ISO 14044. Na rysunku 1 przedstawiono model całego cyklu życia pojazdu ciężarowego, który składa się z następujących obszarów:

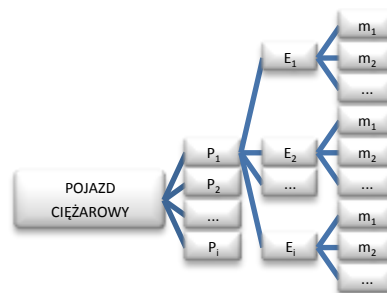
- pierwszy obszar to wytworzenie pojazdu;
- drugi obszar to eksploatacja pojazdu;
- oraz trzeci obszar – wycofanie pojazdu z eksploatacji.

Podstawowym założeniem modelu było przedstawione na rysunku 2 modelowanie analityczne fazy produkcji pojazdu

dostawczego, które obejmuje w pierwszym etapie jego podział na podzespoły (P), które dzieli się w następnej kolejności na elementy (E) składające się z poszczególnych materiałów (m). Określenie struktury materiałowej pojazdu samochodowego stanowi podstawę do określania wielkości ponoszonych nakładów dla poszczególnych rodzajów materiałów.



Rys. 1. Cały cykl życia pojazdu ciężarowego



Rys. 2. Schemat blokowy modelu analitycznego dekompozycji samochodu dostawczego na poszczególne podzespoły, element i materiały

2. Równania modelowe

Masę samochodu można obliczyć, jako sumę mas wszystkich wykorzystanych do budowy pojazdu materiałów. Wyrażamy to następująco:

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n \quad (1)$$

$$m = \sum_{n=1}^i m_n \quad (2)$$

Natomiast wielkość poszczególnych nakładów materiałowych obliczyć można przy wykorzystaniu podanych poniżej ogólnych zależności, odzwierciedlających sumowanie ilości danego rodzaju materiału w poszczególnych elementach i podzespołach pojazdu:

$$Nm_1 = \sum_{n=1}^i \sum_{i=1}^j \sum_{j=1}^n m_1 \quad (3)$$

$$Nm_1 = \sum_{n=1}^i \sum_{i=1}^j \sum_{j=1}^n m_2 \quad (4)$$

$$Nm_n = \sum_{n=1}^i \sum_{i=1}^j \sum_{j=1}^n m_n \quad (5)$$

Podstawą do przeprowadzenia analizy energochłonności i emisyjności dla fazy budowy pojazdów ciężarowych, odniesionej w rozpatrywanym przypadku jedynie do nakładów materiałowych, jest określenie masy całkowitej poszczególnych materiałów, z których składa się dany pojazd bezpośrednio po jego wyprodukowaniu w montowni producenta oraz wartości jednostkowych nakładów energetycznych (ne), a także jednostkowych emisji (em) dla danego rodzaju materiału. Wielkość nakładów energetycznych (NE) obliczyć można zgodnie z podaną poniżej zależnością:

$$NE_{PC} = \sum_{i=1}^n m_n \quad (6)$$

gdzie nakłady energetyczne dla poszczególnych materiałów opisują następujące równania:

$$NE_{m_1} = Nm_1 \cdot ne_{m_1} \quad (7)$$

$$NE_{m_2} = Nm_2 \cdot ne_{m_2} \quad (8)$$

$$NE_{m_n} = Nm_n \cdot ne_{m_n} \quad (9)$$

Dla emisji CO_2 podane zależności dla poszczególnych materiałów wynoszą odpowiednio:

$$EM_{m_1}^{CO_2} = Nm_1 \cdot em_{m_1}^{CO_2} \quad (10)$$

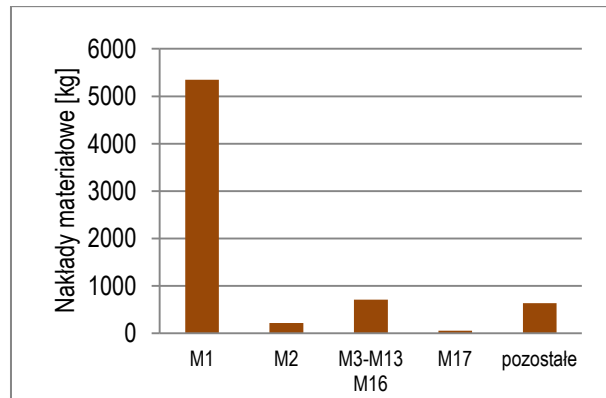
$$EM_{m_2}^{CO_2} = Nm_2 \cdot em_{m_2}^{CO_2} \quad (11)$$

$$EM_{m_n}^{CO_2} = Nm_n \cdot em_{m_n}^{CO_2} \quad (12)$$

3. Wyniki obliczeń

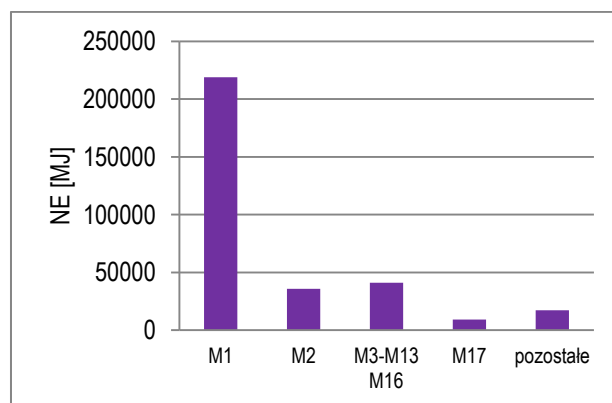
Opracowany model analityczny materiałowo-energetycznej oceny fazy budowy pojazdu przeprowadzono na przykładzie wybranego samochodu ciężarowego (ciągnika siodłowego)

wyposażonego w silnik o zapłonie samoczynnym. Całkowita masa własna tego pojazdu wynosiła 6957 kg. Strukturę zużycia materiałów do produkcji tego typu pojazdu, określono na podstawie danych uzyskanych w stacji demontażu pojazdów [1]. Wartości jednostkowych nakładów energetycznych oraz jednostkowych emisji dla poszczególnych rodzajów materiałów zaczerpnięto z [2].



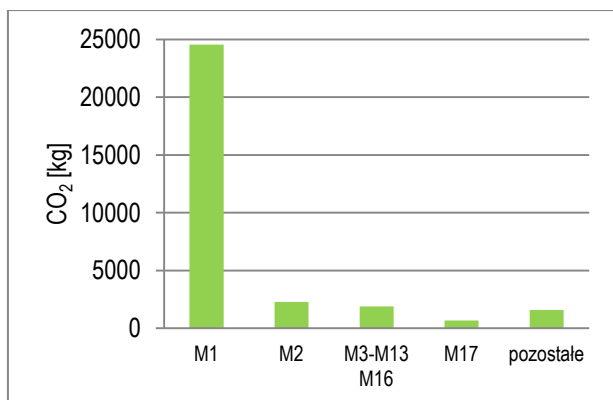
Rys. 3. Nakłady materiałowe dla pojazdu ciężarowego

Dla pojazdu ciężarowego całkowite nakłady materiałowe wynoszą 6957 kg. Najwięcej jest stali, staliwa i żeliwa (oznaczonej M1). Stanowią one 76,9% masy całego pojazdu. Tworzywa sztuczne i guma (M3-M13 i M16) stanowią 10,1% masy całego pojazdu, a aluminium i jego stopy (M2) stanowią 3,1% masy całego pojazdu. Metale nieżelazne (M17) i pozostałe materiały stanowią odpowiednio: 0,8% i 9,1% masy całego pojazdu.



Rys. 4. Nakłady energetyczne dla pojazdu ciężarowego

Dla pojazdu ciężarowego całkowite nakłady energetyczne wynoszą 322316 MJ. Nakłady energetyczne dla stali, staliwa i żeliwa (M1) stanowią 67,9% nakładów energetycznych dla całego pojazdu. Nakłady energetyczne dla tworzyw sztucznych i gumy (M3-M13 i M16) stanowią 12,7% nakładów energetycznych dla całego pojazdu. Nakłady energetyczne dla aluminium i jego stopów (M2) oraz dla metali nieżelaznych (M17) stanowią odpowiednio: 11,1% i 2,9% nakładów energetycznych dla całego pojazdu. Nakłady energetyczne dla pozostałych materiałów stanowią 5,4% nakładów energetycznych dla całego pojazdu.



Rys. 5. Emisja CO₂ dla pojazdu ciężarowego

Emisja CO₂ dla stali, staliwa i żeliwa (M1) stanowi 79,2% emisji CO₂ dla całego pojazdu. Emisja CO₂ dla aluminium i jego stopów (M2) stanowi 7,3% emisji CO₂ dla całego pojazdu. Natomiast dla tworzyw sztucznych i gumy (M3-M13 i M16) oraz dla metali nieżelaznych (M17) stanowi odpowiednio: 6,1% i 2,2% emisji CO₂ dla całego pojazdu. Emisja CO₂ dla pozostałych materiałów stanowi 5,1% emisji CO₂ dla całego pojazdu.

Wnioski

Przedstawione w niniejszym opracowaniu podstawowe założenia modelowe dotyczą przede wszystkim wielkości emisji CO₂ dla fazy budowy pojazdu ciężarowego. Obecnie brak jest w literaturze tego typu publikacji, a emisja dwutlenku węgla rozpatrywana jest w większości jedynie w fazie eksploatacji pojazdu [3, 4]. Z tego względu stanowi to nowe podejście do

zagadnień dotyczących określania nakładów materiałowych i energetycznych oraz emisji CO₂, występujących w fazie produkcji pojazdów ciężarowych.

Z analizy otrzymanych wyników wynika, że materiałami dominującymi w fazie wytwarzania samochodów ciężarowych są: stal, tworzywa sztuczne, żeliwo i aluminium i stanowią one około 88,1 % masy całego pojazdu ciężarowego. Pozostałe materiały to: szkło, metale kolorowe i materiały eksploatacyjne stanowiące około 11,9 % masy pojazdu.

Natomiast z analizy struktury nakładów energetycznych wynika, że z największymi ich wartościami mamy do czynienia w przypadku stali, staliwa i żeliwa oraz aluminium i tworzyw sztucznych.

W przypadku emisji CO₂ można stwierdzić, że ich rozkład jest zróżnicowany co do wielkości nakładów materiałowych dla poszczególnych rodzajów materiałów stosowanych w produkcji rozpatrywanego przykładu pojazdu ciężarowego.

Bibliografia

1. Dane zebrane w wybranych SDP.
2. Corradini R., Hutter C., Köhler D.: Ganzheitliche Bilanzierung von Grundstoffen und Halbzeugen. Bericht Nr. 065.1/KEA, Forschungstelle für Energiewirtschaft, München 2009.
3. Merkisz J., Pielecha J., Radzimirski S.: Pragmatyczne podstawy ochrony powietrza atmosferycznego w transporcie drogowym. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 2009.
4. Merkisz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1998.

Artykuł powstał w ramach Projektu Badawczego nr N N509 517240 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauk

Analysis of selected material and energy aspects related of the heavy vehicle operation phase

Abstract

Economic system of a modern state most of all requires an efficient road transport that serves a crucial role in communication and transportation of goods. Unfortunately, the development of the automotive industry entails a number of negative effects on the environment causing air, soil and water pollution and increase in the quantities of waste generated during the operation and disposal of vehicles. Road transport is therefore now the source of many environmental hazards. The article presents an analysis of selected material and energy aspects related to the construction phase of the selected commercial vehicle, taking into account the mass and energy balance. Selected results of the calculations of material inputs, energy inputs and CO₂ emissions have been presented, too.

Key words: life cycle assessment, truck, individual emissions of CO₂.

Autorzy:

Dr inż. **Małgorzata Mrozik** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Mgr inż. **Piotr Smurawski** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie