

Jędrzej KASPRZAK

e-mail: jedrzej.kasprzak@put.poznan.pl

Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, Poznań

Określanie śladu węglowego procesów zagospodarowania wybranych grup odpadów

Wprowadzenie

W zakresie definiowania zadań państwa, dotyczących działań obejmujących ochronę środowiska, szczególnie istotne jest przyjęcie i stopniowe wdrażanie zasad dotyczących sposobów zagospodarowania poszczególnych grup odpadów. W Polsce w tym zakresie nadrzędny charakter ma *Ustawa o odpadach* [2012] określająca środki służące ochronie środowiska, życia i zdrowia ludzi, zapobiegające i zmniejszające negatywny wpływ na środowisko oraz zdrowie ludzi, wynikające z wytwarzania odpadów i gospodarowania nimi oraz ograniczające ogólne skutki użytkowania zasobów i poprawiające efektywność takiego użytkowania. Ustawa hierarchizuje sposoby postępowania z odpadami, podając kolejno: (1) zapobieganie powstawaniu odpadów, (2) przygotowanie do ponownego użycia, (3) recykling, (4) inne procesy odzysku i (5) unieszkodliwianie odpadów.

Procesy zagospodarowania odpadów realizowane przez wyspecjalizowane podmioty posiadające zezwolenia na kolekcję i przetwarzanie odpadów są szczególnie istotne w jeśli chodzi o zmniejszenie uciążliwości środowiskowej odpadów i odzysku produktów, materiałów i surowców do późniejszego wykorzystania.

Celem pracy jest przedstawienie korzyści środowiskowych w kontekście śladu węglowego, związane z zagospodarowaniem jednostkowych ilości wybranych grup odpadów.

Metodyka analiz

Termin *ślad węglowy* (*carbon footprint*) rozumiany jest jako miara wpływu na środowisko analizowanego produktu, procesu lub działalności obejmującego wielkość emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, wyrażoną w ekwiwalentnych jednostkach masy dwutlenku węgla [Carbon Trust, 2007; Global Footprint Network, 2007; Wiedmann i Minx, 2008]. Ślad węglowy obejmuje zatem nie tylko emisję dwutlenku węgla, lecz również emisję pozostałych gazów cieplarnianych (np. metanu CH₄, podtlenku azotu N₂O, fluorowęglowodoru HFC-23, perfluorowęglowodoru PFC-14 i sześciofluorku siarki SF₆), które występują w atmosferze w różnym stężeniu i odznaczają się różnym potencjałem zwiększania globalnego ocieplenia (Tab. 1). Wyrażanie potencjału cieplarnianego badanych obiektów w jednolitych jednostkach emisji dwutlenku węgla umożliwia sprowadzenie wszystkich oddziaływań związanych z globalnym ociepleniem, w cyklu życia, do jednej skali. Dane zawarte w Czwartym Raportcie IPCC [2007] określają potencjał tworzenia efektu cieplarnianego w przyjętym horyzoncie czasowym (100 lat) poszczególnych gazów cieplarnianych. Metodologia wyliczania śladu węglowego jest oparta na założeniach oceny cyklu życia LCA, normowanej w ramach grupy ISO 14000, przy czym sposób wyliczania śladu węglowego szczegółowo opisany jest w normie [ISO 1406, 2013].

Tab. 1. Potencjał cieplarniany podstawowych gazów cieplarnianych [IPCC, 2007]

Gaz cieplarniany	Potencjał cieplarniany, GWP ₁₀₀
Dwutlenek węgla CO ₂	1
Metan CH ₄	21
Podtlenek azotu N ₂ O	310
Fluorowęglowodory HFCs	124÷14800
Perfluorowęglowodory PFCs	7390÷12200
Sześciofluorek siarki SF ₆	22800

Potencjał cieplarniany, którego wielkość jest określona w dokumentach IPCC dla każdego z gazów cieplarnianych, wyraża potencjalną szkodliwość wybranych substancji w zakresie oddziaływania na

powstawanie efektu cieplarnianego. Z zestawienia tego np. widać, iż potencjał cieplarniany GWP₁₀₀ dla metanu wynosi 21, co oznacza, że emisja 1 kg metanu do atmosfery jest równoważna emisji 21 kg dwutlenku węgla.

Analizy śladu węglowego procesów zagospodarowania wybranych grup odpadów wykonano w niniejszej pracy metodą IPCC GWP 100a, której wyniki są porównywalne z wynikami analiz wykonanych metodą IMPACT 2002+ w części odnoszącej się do zmian klimatycznych (różnice nie przekraczają 4%).

Przedmiot analiz

Ustawa o odpadach [2012] szczegółowo precyzuje kwestie związane z zagospodarowaniem (gromadzeniem i przetwarzaniem) odpadów, w tym również odpadów uznanych za niebezpieczne. Określa również wymagania w zakresie zbierania, transportu i magazynowania poszczególnych grup odpadów oraz precyzuje uprawnienia wymagane do gospodarowania odpadami. Katalog grup odpadów został określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska [Rozporządzenie MŚ, 2001].

Przedmiotem badań w niniejszej pracy są ujęte w tab. 2 wybrane grupy odpadów przetwarzane przez przedsiębiorstwa zajmujące się odzyskiem, recyklingiem i unieszkodliwianiem odpadów.

Tab. 2. Wybrane grupy odpadów poddane analizie środowiskowej

Nr	Rodzaj odpadu	Kod odpadu
1	Baterie i akumulatory	16 06 01*, 16 06 03*, 20 01 33*, 20 01 34
2	Kable elektryczne	17 04 11
3	Lampy fluorescencyjne i inne odpady zawierające rtęć	20 01 21*
4	Metale nieżelazne	19 12 03
5	Metale żelazne	19 12 02
6	Opakowania zawierające pozostałości substancji niebezpiecznych lub nimi zanieczyszczone (np. środkami ochrony roślin I i II klasy toksyczności – bardzo toksyczne i toksyczne)	15 01 10*
7	Opakowania szklane	15 01 07
8	Opakowania z tworzyw sztucznych	15 01 02
9	Szkło	19 12 05
10	Tworzywa sztuczne i guma	19 12 04
11	Urządzenia zawierające freony	20 01 23*
12	Zużyte urządzenia i ich elementy	16 02 13*, 16 02 14, 16 02 15*, 16 02 16, 20 01 35*, 20 01 36

* oznacza odpady niebezpieczne

Odpady wymienione w tab. 2 podlegają różnym formom zagospodarowania (przetwórstwo celem wykorzystania do wytwarzania nowych produktów, odzysk surowców do późniejszego wykorzystania, termiczna utylizacja z odzyskiem energii), co powoduje potencjalne korzyści środowiskowe w porównaniu z ich zagospodarowaniem na drodze składowania.

Wyniki analiz i wnioski

Analizę środowiskową procesów zagospodarowania wybranych grup odpadów przeprowadzono dla jednostkowych ilości odpadów (1 kg) z uwagi na fakt znacznej rozpiętości rocznych ilości odpadów zagospodarowywanych przez polskie przedsiębiorstwa zajmujące się tą działalnością. Przeprowadzona analiza miała na celu ukazanie korzyści środowiskowych (w aspekcie śladu węglowego) związanych z prowa-

dzeniem procesów recyklingu i odzysku wybranych grup odpadów w porównaniu z procesami deponowania na składowiskach (które, aczkolwiek dla niektórych grup odpadów nie są prawnie dozwolone, są postrzegane jako najmniej korzystna ze środowiskowego punktu widzenia forma zagospodarowania odpadów).

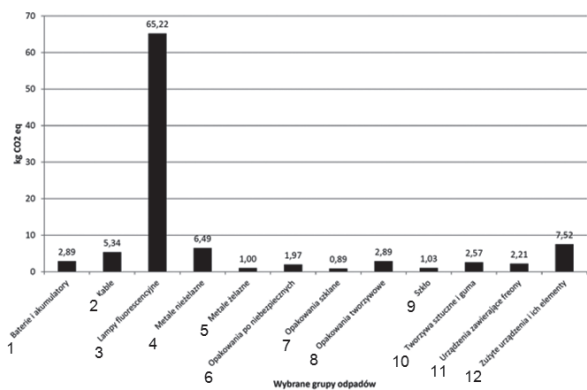
W zestawieniu ujęto wartości śladu węglowego związane z powstawaniem 1 kg wybranych grup odpadów (Rys. 1). Najwyższe wartości obciążeń emisją gazów cieplarnianych są związane z produkcją lamp fluorescencyjnych, głównie ze względu na wykorzystanie surowców niebezpiecznych lub deficytowych (rtęć, platyna).

Rys. 2 ukazuje wartości śladu węglowego procesów zagospodarowania wybranych grup odpadów metodami składowania (najgorszy możliwy scenariusz z zastrzeżeniem, że jest to wariant modelowy – deponowanie na składowiskach niektórych grup odpadów jest niedozwolone). Składowanie wszystkich grup odpadów pociąga za sobą obciążenia w aspekcie emisji gazów cieplarnianych, których wartości kształtują się średnio na poziomie ok. 0,33 kg CO₂ eq.

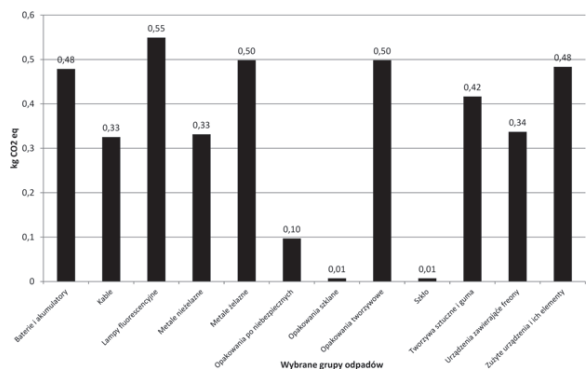
Na rys. 3 umieszczono wartości śladu węglowego procesów recyklingu i odzysku wybranych grup odpadów, prowadzonych przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa zajmujące się zagospodarowaniem odpadów. W tej części zestawienia ujęto jedynie oddziaływania środowiskowe związane z recyklingiem i odzyskiem odpadów, bez uwzględnienia nakładów ponoszonych na realizację procesów (zużycie energii elektrycznej, mediów, procesy transportowe).

Z zestawienia wynika, iż w przypadku większości wybranych grup odpadów recykling i odzysk powoduje pośrednie korzyści środowiskowe (ujemne wartości śladu węglowego), ponieważ odzyskane surowce i materiały są recykulowane i biorą ponownie udział w procesach produkcyjnych nowych wyrobów. Jedynie w przypadku opakowań zawierających pozostałości substancji niebezpiecznych lub zanieczyszczonych tymi substancjami można zaobserwować negatywne obciążenia emisją gazów cieplarnianych.

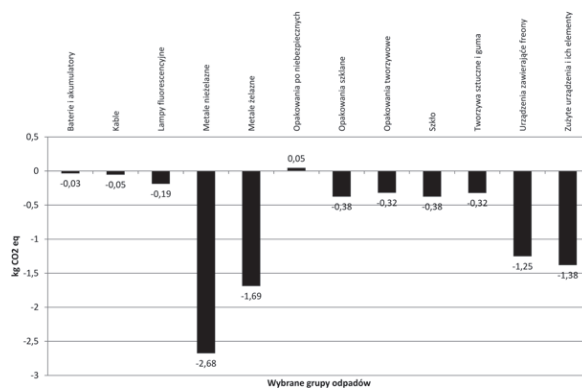
Do uzyskania pełnego obrazu potencjalnych korzyści środowiskowych prowadzenia procesów recyklingu i odzysku wybranych grup odpadów konieczne jest uwzględnienie wszystkich oddziaływań środowiskowych w ich cyklu życia (produkcja odpadów, nakłady na prowadzenie procesów recyklingu i odzysku, procesy transportowe) w aspekcie śladu węglowego.



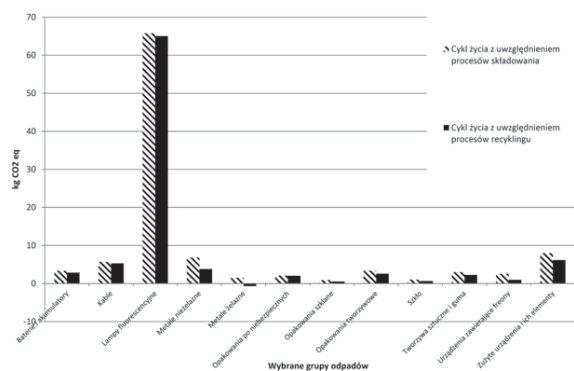
Rys. 1. Wartości śladu węglowego produkcji wybranych grup odpadów (nr wg tab.2) w odniesieniu do 1 kg



Rys. 2. Wartości śladu węglowego składowania wybranych grup odpadów w odniesieniu do 1 kg



Rys. 3. Wartości śladu węglowego recyklingu i odzysku wybranych grup odpadów w odniesieniu do 1 kg



Rys. 4. Wartości śladu węglowego cyklu życia wybranych grup odpadów z uwzględnieniem wariantów recyklingu i odzysku oraz składowania w odniesieniu do 1 kg

Zestawienie obciążeń w cyklu życia wybranych grup odpadów z uwzględnieniem obu porównywanych wariantów zagospodarowania (recykling i odzysk, składowanie) przedstawiono na rys. 4.

Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy dotyczącej określenia śladu węglowego procesów zagospodarowania wybranych grup odpadów wynika, iż prowadzenie procesów recyklingu i odzysku jest źródłem korzyści środowiskowych w porównaniu z procesami składowania (które nie są prawnie dozwolone w przypadku niektórych grup odpadów).

Po uwzględnieniu nakładów na prowadzenie procesów recyklingu i odzysku uzyskuje się w aspekcie całego cyklu życia znaczącą redukcję obciążeń w zakresie emisji gazów cieplarnianych (dla niektórych grup odpadów, jak np. urządzeń zawierających freony są to redukcje na poziomie 50%).

Przedstawione wyniki należy traktować jako przykład, a konkretne wartości korzyści środowiskowych (redukcji emisji gazów cieplarnianych) mogą być możliwe do określenia po uwzględnieniu uwarunkowań lokalnych (ilość przetworzonych odpadów, stosowane technologie przetwórcze, odległości transportowe).

LITERATURA

Wiedmann, T. and Minx, J., 2008. A Definition of „Carbon Footprint”. [in:] Pertsova C.C. Ecological Economics Research Trends, 1-11. Nova Science Pub., Hauppauge NY, USA

ISO/TS 14067:2013. Greenhouse gases - Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication

Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, Dz.U. 2013, poz. 21

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów, Dz.U. z dnia 8 października 2001 r. nr 112, poz. 1206

Carbon Trust, 2007. Advanced metering for SME's. Carbon and cost savings (04.2014): <http://www.carbontrust.com/>

Global Footprint Network, 2007. Annual Report (04.2014): <http://www.footprintnetwork.org/pt/index.php/GFN/page/publications/#Reports>

IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change, 2007. The AR4 Synthesis Report (04.2014): https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf