

Wprowadzenie do oceny śladu środowiskowego dla sektora produkcji ropy naftowej i gazu ziemnego

Introduction to the evaluation of the environmental footprint for the oil and natural gas production sector

Joanna Niemczewska, Joanna Zaleska-Bartosz

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

STRESZCZENIE: W związku z obecnie realizowanymi działaniami Komisji Europejskiej (KE) na rzecz ujednoczenia rynku produktów i opracowania wspólnych metod pomiaru efektywności środowiskowej w cyklu życia produktów oraz organizacji, opracowywane są wytyczne do metodyki śladu środowiskowego. Wśród dotychczas opracowanych na poziomie europejskim wytycznych brak jest takowych dla sektora energetyki, w tym dla sektora wydobywania węglowodorów. Pomimo ich braku konieczne jest zapoczątkowanie już teraz etapu przygotowawczego do ich ewentualnego wprowadzenia w przyszłości ze względu na zagrożenia dla konkurencyjności polskich przedsiębiorstw i konkurencyjnej pozycji danego produktu na rynku. W komunikacie z 2013 r. Komisja Europejska proponuje dwie metody pomiaru efektywności środowiskowej. Jedna dotyczy oceny środowiskowej produktów, natomiast druga oceny środowiskowej dla organizacji. W artykule omówiono możliwość wykorzystania metody cyklu życia (*Life Cycle Assessment – LCA*) do oceny śladu środowiskowego produktów (PEFs) i organizacji (OEFs) związanych z sektorem wydobywania i przetwórstwa ropy i gazu. Uważa się, że LCA jest jedną z najbardziej obiektywnych i dokładnych metod oceny środowiskowej a jej głównym celem jest ograniczenie negatywnego oddziaływania na środowisko w całym cyklu życia. Tradycyjnie rozumiany cykl życia produktu obejmuje kilka etapów – począwszy od pozyskania surowców, poprzez procesy związane z transportem, produkcją, po fazę użytkową oraz poużytkową danego produktu. Obecnie w Polsce metoda LCA nie jest powszechnie znanym (praktykowanym) narzędziem, dlatego istnieje potrzeba zwiększenia zaangażowania się sektora nauki (ośrodków naukowych, badawczo-rozwojowych i doradczych) w celu zachęcenia polskich przedsiębiorstw do zainteresowania się zagadnieniem środowiskowej oceny cyklu życia. Dzięki metodzie LCA można dokonać oceny efektu ekologicznego planowanych na terenie organizacji zmian w różnych obszarach jej działalności (technologicznym, administracyjnym, infrastrukturalnym). LCA może również stanowić element strategicznej, wieloaspektowej analizy efektywności polskiego sektora górnictwa nafty i gazu.

Słowa kluczowe: ocena cyklu życia, LCA, ślad środowiskowy, efektywność środowiskowa.

ABSTRACT: In connection with the ongoing activities of the European Commission (EC) for the unification of the product market and the development of common methods for measuring environmental performance over the life cycle of products and organizations, guidelines for the environmental footprint methodology are being developed. Among the guidelines developed so far at European level, there are no guidelines for the energy sector, including the hydrocarbon extraction sector. Despite the lack thereof, it is necessary to start the preparatory stage now for their possible future introduction due to threats to the competitiveness of Polish enterprises and the competitive position of a given product on the market. In the 2013 Communication, the European Commission proposes two methods for measuring environmental performance. One concerns the environmental assessment of products, while the other concerns the environmental assessment for the organization. The article discusses the possibility of using the Life Cycle Assessment method (LCA) to assess the products environmental footprint (PEFs) and organizations (OEFs) related to oil and gas sector. LCA is considered to be one of the most objective and accurate methods of environmental assessment and its main purpose is to reduce negative environmental impacts throughout the entire life cycle. The traditionally understood product life cycle includes stages, ranging from obtaining raw materials, through processes related to transport, production, to the use and post-use phase of a given product. Currently in Poland, LCA is not a widely known (practiced) tool, which is why there is a need to increase the involvement of the science sector (research, R&D and consulting centers) in order to encourage Polish enterprises to become interested in the issue of environmental life cycle assessment. Thanks to the LCA method, it is possible to assess the ecological effect of changes planned in the organization in various areas of its activity (technological, administrative, infrastructural). LCA may also be part of a strategic, multi-faceted analysis of the efficiency of the Polish oil and natural gas production sector.

Key words: life cycle assessment, LCA, environmental footprint, environmental performance.

Autor do korespondencji: J. Niemczewska, e-mail: joanna.niemczewska@inig.pl

Artykuł nadesłano do Redakcji: 09.12.2019 r. Zatwierdzono do druku: 13.07.2020 r.

Wstęp

Prowadzone aktualnie na poziomie Komisji Europejskiej (KE) prace zmierzają do wypracowania metodologii obliczenia śladu środowiskowego, która zapewniałaby jednolity standard pomiaru efektywności środowiskowej organizacji i procesu produkcji. Zastosowanie w praktyce tego narzędzia ma na celu zapewnienie jednolitego standardu określania efektywności środowiskowej procesu produkcji i organizacji, a więc umożliwienie porównywalnej z innymi podmiotami oceny wpływu na środowisko wszystkich przedsiębiorstw, bez względu na ich wielkość czy branżę.

Pojęcie śladu środowiskowego jako narzędzia określającego wpływ na środowisko zostało przyjęte na podstawie wniosków z projektu Komisji Europejskiej, którego zadaniem było stworzenie metodologii określania śladu węglowego produktów. Stwierdzono wówczas, że konieczne jest opracowanie bardziej wszechstronnej metodologii oceny wpływu biznesu na środowisko, która obejmować będzie wszystkie aspekty środowiskowe, a więc nie tylko emisje gazów cieplarnianych. Inicjatywa śladu środowiskowego zrodziła się w 2010 r., a w 2012 r. powstało pierwsze opracowanie z tego zakresu. Różnorodne sposoby oceny wpływu na środowisko, brak ujednoliconej metodyki skutkował jednak brakiem możliwości porównania ze sobą uzyskiwanych wyników (powód: funkcjonowanie na świecie ponad 400 rodzajów oznaczeń środowiskowych, 80 rodzajów raportowania obliczania śladu środowiskowego). W kwietniu 2013 roku KE opublikowała Komunikat w sprawie tworzenia jednolitego rynku dla produktów ekologicznych oraz Zalecenie w sprawie stosowania wspólnych metod pomiaru efektywności środowiskowej w cyklu życia produktów i organizacji oraz informowania o niej (2013/179/UE). Ogólne zasady służące do pomiaru potencjalnego oddziaływania na środowisko w całym cyklu życia produktu i organizacji ujęto w postaci załączników do ww. Zalecenia. Komisja zaproponowała w nich dwie metody pomiaru efektywności środowiskowej:

- metodę oznaczania śladu środowiskowego produktów (*Product Environmental Footprint – PEF*);
- metodę oznaczania śladu środowiskowego organizacji (*Organization Environment Footprint – OEF*).

Zalecenia oparto w dużej mierze na obowiązujących standardach, np. ISO i EMAS. Nie mają one jednak wiążącej mocy prawnej. Ponadto, KE ogłosiła trzyletni okres testów mający na celu ocenę skuteczności proponowanych metod oraz opracowanie zasad dotyczących poszczególnych produktów i sektorów. Do udziału w etapie pilotażowym zaproszone zostały przedsiębiorstwa, organizacje branżowe i organizacje zrzeszające zainteresowane strony z Unii Europejskiej i spoza UE.

Opublikowany w 2013 r. dokument rozpoczął trwający do dzisiaj proces dostosowywania przez Komisję Europejską metodyki do specyficznych wymogów różnych produktów i organizacji. Do dnia dzisiejszego w ramach tzw. fazy pilotażowej (2013–2018) dostosowano i opracowano metodyki dla 26 grup produktów i 2 grup organizacji. Są to: baterie i akumulatory, farby dekoracyjne, rury zasilające w ciepłą i zimną wodę, środki czystości, półprodukty z papieru, sprzęt IT, skóry, płyty metalowe, obuwie, fotowoltaiczne systemy wytwarzające energię, termoizolacje, podkoszulki, UPS, piwo, kawa, produkty mleczne, pasza, karma dla kotów i psów, ryby morskie, mięso, oliwa z oliwek, woda, makaron, wino, a dla organizacji: handel i pozyskiwanie miedzi (Ministerstwo Rozwoju).

Opracowane na podstawie wyników pilotażu regulacje w zakresie śladu środowiskowego mają stać się istotnym narzędziem, napędzającym transformację w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), w tym m.in. w zakresie określania kryteriów wyboru produktów i usług w sferze zamówień publicznych (tak, aby wybór oferty najkorzystniejszej uwzględniał nie tylko przesłanki ekonomiczne, ale i środowiskowe), a także w zakresie konstruowania instrumentów wsparcia oraz różnicowania stawek podatkowych dla przedsiębiorstw i branż uzależnionych od śladu środowiskowego.

Obecnie wyniki badań pilotażowych są na etapie konsultacji i jak dotąd żaden z tych dokumentów nie został jeszcze zatwierdzony przez KE.

W wielu komunikatach i dokumentach KE zachęca do stosowania techniki LCA w ramach działań mających na celu optymalizację procesów produkcyjnych w całym łańcuchu dostaw asortymentu produktów danego przedsiębiorstwa. Komisja podkreśla, że policzenie śladu środowiskowego produktu czy organizacji nie jest jeszcze obowiązkowe, ale w przyszłości wymogi te mogą stać się podstawą do wypracowania wiążących aktów prawnych.

Konieczność przyjęcia ogólnounijnych metod pomiaru efektywności środowiskowej produktów i organizacji wynika z wdrażanych do realizacji założeń i celów *Planu działania na rzecz zasobooszczędnej Europy*. Równocześnie z pracami nad metodykami dla ww. konkretnych produktów i organizacji trwały prace nad kolejnymi wersjami *Wytycznych sektorowych dotyczących śladu środowiskowego organizacji* (*Organisation Environmental Footprint Sector Rules Guidance – OEFSR Guidance*) oraz *Wytycznych dotyczących kategorii śladu środowiskowego produktu* (*Product Environmental Footprint Category Rules Guidance – PEFCR Guidance*). Ostateczne wersje tych dokumentów zostały opublikowane w maju 2018 r. (European Commission, 2018, Kowalski et al., 2007).

Jak widać z przytoczonych powyżej faktów proces tworzenia zasad dotyczących śladu środowiskowego jest zagadnieniem skomplikowanym i choć trwa już wiele lat – nadal

jest kontynuowany, aktualnie w ramach tzw. fazy przejściowej (trwającej do grudnia 2021 r., w ramach której KE zachęca do tworzenia nowych wytycznych dla kolejnych organizacji (sektorów) i produktów.

Mimo iż regulacje w zakresie śladu środowiskowego jeszcze nie istnieją Ministerstwo Rozwoju zachęca do zapoczątkowania etapu przygotowawczego do ich ewentualnego wprowadzenia w przyszłości (Śliwińska i Burchart-Korol, 2014).

Dotychczas większość trwających wiele lat prac skupiała się na opracowaniu sposobu obliczania śladu środowiskowego stosunkowo prostych produktów. Zgodnie z wymaganiami zawartymi w wytycznych OEFSR, jak i PEFCR, pomiar oddziaływania na środowisko wymaga pozyskiwania wielu informacji o odpowiedniej jakości dla całego cyklu życia procesu technologicznego. Stworzenie odpowiedniej bazy danych, skonfrontowanej z aktualnie prowadzoną w organizacji sprawozdawczością wymaga podjęcia szeregu działań organizacyjnych, a także czasu. Wartością dodaną podjętej tematyki śladu środowiskowego będzie możliwość wykorzystania pozyskanych danych w raportach wewnętrznych, osiąganiu celów środowiskowych w ramach zintegrowanych systemów zarządzania, czy też działań w ramach odpowiedzialnego biznesu.

Ślad środowiskowy

Ślad środowiskowy to narzędzie służące do określania wszystkich lub wybranych oddziaływań produktu, usługi lub organizacji na środowisko w całym cyklu życia z perspektywy łańcucha dostaw. W istocie ślad środowiskowy produktu/organizacji jest opartym na wielu kryteriach wskaźnikiem, który służy do pomiaru – z uwzględnieniem cyklu życia – efektywności środowiskowej dostarczanych towarów i świadczonych usług.

Podczas gdy metoda odnosząca się do śladu środowiskowego produktu jest metodą dotyczącą poszczególnych towarów lub usług, metoda odnosząca się do śladu środowiskowego organizacji dotyczy całej działalności organizacji – innymi słowy, dotyczy ona wszystkich działań związanych z towarami lub usługami, jakie organizacja zapewnia w ramach całego łańcucha dostaw (począwszy od wydobycia surowców, poprzez eksploatację, aż po ostateczne gospodarowanie odpadami). Określanie śladu środowiskowego organizacji oraz określanie śladu środowiskowego produktu mogą być zatem postrzegane jako działania uzupełniające się, przy czym każde z nich podejmuje się na potrzeby konkretnych zastosowań.

Obliczanie śladu środowiskowego organizacji, w której wytwarzane są produkty, (główne, jak i pośrednie) nie wymaga bezwzględnej analizy wszystkich tych produktów. Analizę można ograniczyć do produktów głównych. Ślad środowiskowy

organizacji oblicza się za pomocą zagregowanych danych przedstawiających przepływy zasobów oraz odpadów przekraczające określone granice organizacji. Suma śladów środowiskowych analizowanych produktów, czyli towarów lub usług dostarczonych przez organizację w ustalonym okresie sprawozdawczym (np. przez jeden rok) powinna teoretycznie równać się śladowi środowiskowemu tej organizacji w tym samym okresie sprawozdawczym (Kulczycka et al., 2017).

Ocena cyklu życia LCA

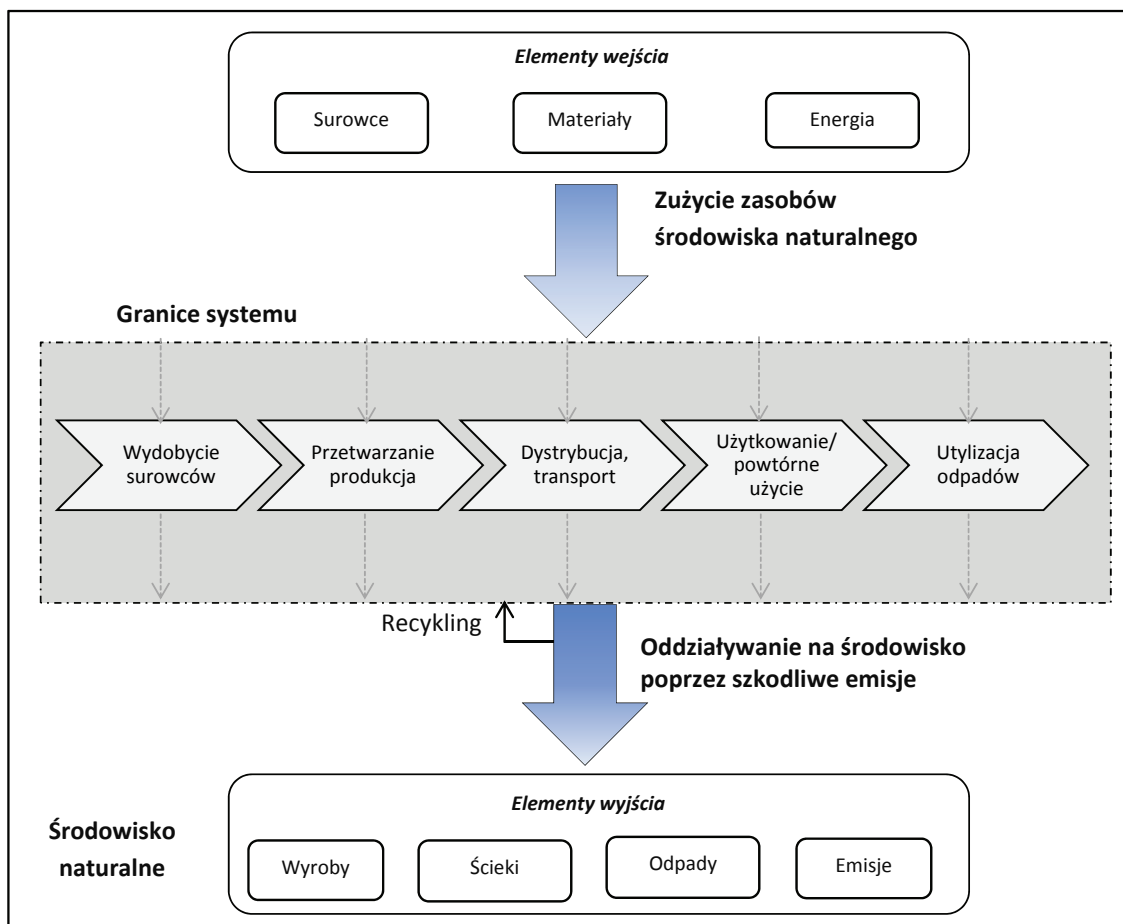
Obecnie istnieje wiele narzędzi i metod oceny wpływu na środowisko różnych gałęzi przemysłu. Jednak w świetle zobowiązań jakie nakłada na kraje członkowskie Unia Europejska, dotyczących minimalizacji niekorzystnego oddziaływania, metoda oceny cyklu życia – wychodzi naprzeciw tym wymaganiom. LCA stanowi potężne narzędzie w procesie podejmowania decyzji mających na celu ograniczenie negatywnego wpływu produktu/organizacji na środowisko przyrodnicze w oparciu o rzeczywiste dane lub założenia teoretyczne.

W związku z powyższym ocena śladu środowiskowego produktów i organizacji opiera się na *Ocenie Cyklu Życia*. Ślady środowiskowe produktów i organizacji są niczym innym, jak badaniami LCA zrobionymi zgodnie ze ściśle określonymi wytycznymi (PFCE, OFCE).

Metoda LCA ma na celu ocenę zagrożeń środowiskowych poprzez identyfikację i obliczenie zużytych surowców, energii oraz emisji wprowadzanych do środowiska, a następnie ocenę wpływu tych zanieczyszczeń na środowisko naturalne. Badania dotyczą całego cyklu życia produktów, procesów lub usług w ujęciu „od kołyski aż po grób” (*Craddle to Grave*) lub nawet „od kołyski do kołyski” (*Craddle to Craddle*), czyli od momentu wydobycia surowców i ich przerobu, poprzez proces produkcji, dystrybucję i stosowanie, aż do końcowego zagospodarowania lub ponownego wykorzystania (Kurzydło, 2014; Śliwińska i Burchart-Korol, 2014; Lewandowska, 2015; Chyłek et al., 2018).

Metodyka LCA opisana jest w normach PN-EN ISO 14040 i PN-EN ISO 14044. Zgodnie z normami ISO metodyka badań LCA obejmuje:

- określenie celu i zakresu (*Goal and Scope definition*);
- inwentaryzację zbioru wejść i wyjść (*Life Cycle Inventory – LCI*);
- ocenę potencjalnych wpływów cyklu życia związanych z tymi wejściami i wyjściami (*Life Cycle Impact Assessment – LCIA*);
- interpretację rezultatów analizy oraz faz oceny wpływu w odniesieniu do celów badań (*Life Cycle Interpretation*).



Rys. 1. Schemat modelu ujmującego przepływ materiałów i energii oraz wpływu produktu na środowisko w LCA (opracowanie własne na podstawie (Grzesik, 2006))

Fig. 1. Diagram of a model capturing the flow of materials and energy and the product's impact on the environment in LCA (own study based on (Grzesik, 2006))

Wymienione elementy są ze sobą ściśle powiązane, tworząc spójną strukturę, w ramach której dokonuje się szeregu obliczeń ustalających negatywne oddziaływanie badanego produktu/organizacji na środowisko (Kowalski et al., 2007). W praktyce w czasie przeprowadzania procesu LCA uwzględnia się głównie dwa etapy, tj. identyfikację (analiza inwentaryzacyjna) oraz poszukiwanie rozwiązań w zakresie zmniejszenia negatywnego oddziaływania produktu/organizacji na środowisko (Antosz i Syrek, 2012). Na rysunku 1 przedstawiono schemat modelu ujmującego przepływ materiałów i energii oraz wpływu produktu na środowisko w LCA.

Każdy produkt bądź działalność danej organizacji w mniejszym lub większym stopniu oddziałują na środowisko (Czaplicka, 2002). Dzięki metodzie LCA można określić wielkość obciążeń środowiskowych we wszystkich fazach cyklu życia, a zwłaszcza w fazach, w których to oddziaływanie jest największe oraz podjąć działania w tym zakresie w możliwie najbardziej efektywny sposób. Takie podejście prowadzi także do redukcji kosztów wytwarzania, użytkowania i pozbywania się produktów oraz poprawy konkurencyjności przedsiębiorstw (Ministerstwo Środowiska, 2005).

Sektor wydobywania ropy naftowej i gazu ziemnego

Wzrastające zainteresowanie wykonywaniem analiz cyklu życia (LCA) paliw kopalnych (w tym gazu ziemnego oraz ropy naftowej), a także całego sektora wydobywczego, spowodowane jest tym, że coraz istotniejsze stają się liczby i analizy, które można wykorzystać do wszelkiego rodzaju badań, m.in. nad globalnymi zmianami klimatu, opracowań scenariuszy emisji itp. W analizie LCA uwzględniane są (poprzez analizę przepływów przychodzących i wychodzących) wszystkie etapy życia (wydobywanie, przetwarzanie, stosowanie, utylizacja itp.) oraz wszystkie rodzaje oddziaływań (emisje gazów cieplarnianych, zakwaszanie, wyczerpywanie zasobów naturalnych, toksyczność, promieniowanie jonizujące, wpływ na zasoby wodne itp.), a także szkody na ekosystemy, zdrowie ludzkie i zasoby. Jest to wielokryterialna metodologia oceny wpływu na środowisko, której potencjał przyczyniania się do zmian klimatu jest tylko częścią.

Aby można było rzetelnie ocenić cykl życia dla organizacji istotnym zagadnieniem jest zebranie i uporządkowanie skwantyfikowanych danych branżowych dotyczących oddziaływania

sektora na środowisko, ale niesprowadzających się tylko do danych o emisji gazów cieplarnianych. Poufność niektórych danych branżowych może jednak ograniczać zakres lub szczegółowość tworzonych baz danych (Sevenster i Croezen, 2006; Rogowska, 2014).

W literaturze można znaleźć informacje o cyklu życia całego łańcucha gazu ziemnego w ujęciu globalnym (światowym), które są wynikiem m.in. prowadzonych w ostatnich latach w Europie kilku projektów (Sevenster i Croezen, 2006; Papadopoulo et al., 2011; Prieur-Vernat i Yoshida, 2015), jednak wiele badań opartych jest na założeniach i szacunkach, ponieważ rzeczywiste dane branżowe nie są publicznie dostępne.

Etapy cyklu życia gazu ziemnego/ropy naftowej

W cyklu życia gazu ziemnego, jak również ropy naftowej, wyróżnić można główne etapy:

- poszukiwania;
- wydobywania;
- przetwarzania (uzdatniania/oczyszczania);
- transportu;
- magazynowania;
- dystrybucji;
- wykorzystania.

Chociaż etap poszukiwania jest jedną z podstawowych działalności firm wydobywających gaz ziemny i ropę naftową, w analizie LCA produktu (gazu, ropy) nie jest celowe wiązanie tego etapu z etapem produkcji (wydobywania) w jednym, wspólnym łańcuchu. Jest to spowodowane tym, że nie wszystkie poszukiwania doprowadzają w efekcie do wydobywania gazu lub ropy. Trudno jest więc włączyć poszukiwania (badania geofizyczne, wiercenia poszukiwawcze) do podejścia opartego na cyklu życia produktu, który służyć ma ocenie wpływu na środowisko odniesionej do jednostki wyprodukowanego gazu ziemnego (m^3) lub ropy naftowej (t). Dodatkowo na etapie poszukiwań nie ma wiedzy na temat wydobywania ani ropy naftowej. Dlatego powszechną praktyką jest wykluczenie z etapu inwentaryzacji danych i oceny cyklu życia prac poszukiwawczych. Taką praktykę stosuje się również w przypadku innych surowców mineralnych, np. rud miedzi. Nie oznacza to, że etap poszukiwania i wiercenia należy postrzegać jako nie powodujący żadnych skutków środowiskowych, lecz że oddziaływania te są trudne do zintegrowania w ramach cyklu życia produktu.

Analizując ślad środowiskowy związany z całym łańcuchem gazu ziemnego/ropy naftowej należałoby wziąć pod uwagę wszystkie ogniwa tego łańcucha, tj. etap wydobywania i uzdatniania, transport gazu ziemnego (przesył i dystrybucję),

magazynowanie oraz etap końcowy jakim jest użytkowanie. Zastosowanie LCA posłużyć może wówczas ocenie efektywności środowiskowej całego łańcucha gazu ziemnego/ropy naftowej, tym samym umożliwić na przykład porównanie gazu ziemnego czy ropy z innymi nośnikami energii, zwłaszcza pod względem emisji gazów cieplarnianych. Ze względu na silny nacisk na kwestie zmian klimatycznych, emisje te są najczęstszym przedmiotem badań w odróżnieniu od innych skutków środowiskowych. Analizę LCA całego łańcucha gazu ziemnego/ropy można wykorzystać także do porównania śladu jaki pozostawia w środowisku sektor górnictwa nafty i gazu w różnych krajach.

Podsumowanie

Jednym z najbardziej zaawansowanych i skutecznych, a jednocześnie rekomendowanych przez KE, sposobów obliczania śladu środowiskowego jest stosowanie metody oceny cyklu życia. Wdrożenie w branży techniki LCA może przynieść wymierne korzyści w ocenie środowiskowej organizacji, w tym jej poszczególnych obiektów (np. kopalni, wiertni i innych) oraz da szersze możliwości ograniczania oddziaływania na środowisko w cyklu życia, np. poprzez racjonalną gospodarkę materiałami i energią. Zbieranie danych i procedury obliczeniowe przeprowadzane w ramach analizy zbioru w cyklu życia pozwolą na stworzenie rejestru wszystkich ważnych strumieni materiałowych i energetycznych oraz przypisanie im (według obranego modelu) pewnego liczbowego wpływu na środowisko. Dzięki analizie LCA można dokonać oceny efektu ekologicznego planowanych na terenie organizacji zmian w różnych obszarach jej działalności (technologicznym, administracyjnym, infrastrukturalnym). Rezultaty badań z wykorzystaniem LCA mogą stanowić podstawę do tworzenia nowej strategii zarządzania środowiskowego przedsiębiorstwa. Ponadto stosowanie śladu środowiskowego, w tym określanie LCA w ocenie firmy służyć może poprawie jej wizerunku, dopasowaniu do działań konkurencji – istotnych zwłaszcza w przypadku firm działających nie tylko na rynku krajowym. Analiza LCA może stanowić element strategicznej, wieloaspektowej analizy efektywności polskiego sektora górnictwa nafty i gazu. Wnioski z opracowanych wyników mogą posłużyć do przyjęcia kolejnych wyzwań w strategii w obszarze ochrony środowiska.

Wśród dotychczas opracowanych na poziomie europejskim wytycznych do obliczania śladu środowiskowego brak jest wytycznych dla sektora energetyki, w tym dla sektora wydobywania węglowodorów. Pomimo ich braku konieczne jest zapoczątkowanie już teraz etapu przygotowawczego do ich ewentualnego wprowadzenia w przyszłości ze względu

na zagrożenia dla konkurencyjności polskich przedsiębiorstw i konkurencyjnej pozycji danego produktu na rynku.

Podjęcie takiej tematyki ma więc charakter innowacyjny i prekursorski, dlatego, że jak dotąd nikt nie podjął się opracowania metodyk pomiaru śladu środowiskowego dla tak skomplikowanej branży jaką jest poszukiwanie i wydobywanie ropy i gazu.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Wprowadzenie do opracowania metodologii śladu środowiskowego dla sektora produkcji ropy naftowej i gazu ziemnego w Polsce* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0075/SN/2019, nr archiwalny: DK-4100-0065/2019.

Literatura

- Antosz A., Syrek H., 2012. Emisje gazów cieplarnianych w procesach wydobycia i transportu ropy naftowej. *Nafta-Gaz*, 4: 233–240.
- Chyłek E.K., Chyłek K., Orzechowska K., Sosinska A., 2018. Ślad środowiskowy i jego znaczenie dla rynku produktów i organizacji. *Przemysł Spożywczy*, 72: 2–26. DOI: 10.15199/65.2018.6.1.
- Czaplicka K., 2002. Zastosowanie oceny cyklu życia w przemyśle wydobywczym. Metoda szacowania ekowskaźników dla procesów jednostkowych. *Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko*, 2: 5–16.
- Grzesik K., 2006. Wprowadzenie do oceny cyklu życia (LCA) – nowej techniki w ochronie środowiska. *Inżynieria Środowiska*, 11(1): 101–113.
- Kowalski Z., Kulczycka J., Góralczyk M., 2007. Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA). *Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa*.
- Kulczycka J., Kowalski, Z., Lewandowska, A., Lelek, Ł., 2017. Zasady pomiarów efektywności środowiskowej w cyklu życia produktów. *Inżynieria Ekologiczna*, 18(1): 189–195. DOI: 10.12912/23920629/67311.
- Kurzydło M., 2014. Możliwość zastosowania techniki LCA do oceny wpływu na środowisko odpadów przemysłowych i energetycznych. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*, 17(4): 597–617.
- Lewandowska A., 2015. Środowiskowa ocena cyklu życia (LCA) produktów – bliżej, niż kiedykolwiek wcześniej. *Logistyka odzysku*, 4(17): 28–31.
- Ministerstwo Rozwoju. <<https://www.gov.pl/web/rozwoj>> (dostęp: 18.11.2019).
- Papadopoulou M., Kaddouh S., Pacitto P., Prieur Vernat A., 2011. Life Cycle Assessment of the European Natural Gas Chain focused on three environmental impact indicators. Final Report. *Marcogaz Technical Association of the European Natural Gas Industry*: 1–189.

- Prieur-Vernat A., Yoshida S., 2015. Opportunities and challenges of LCA applied to the natural gas industry. *Program Committee A: Sustainability, 2012–2015 Triennium Work Report, IGU*: 1–34.
- Rogowska D., 2014. Emisja GHG w cyklu życia paliw silnikowych. Część I – wytyczne do konstruowania bilansu masowego produkcji. *Nafta-Gaz*, 9: 639–646.
- Sevenster M.N., Croezen H.J., 2006. The Natural Gas chain. Toward a global life cycle assessment. *Report, Delft. Gasunie/International Gas Union*: 1–59.
- Śliwińska A., Burchart-Korol D., 2014. Korzyści z zastosowania metody oceny cyklu życia (LCA) do oceny środowiskowej kopalni węgla kamiennego. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, 6: 20–27.

Akty prawne i dokumenty normatywne

- European Commission, 2018. *OEFSR Guidance – Organisation Environmental Footprint Sector Rules Guidance, Version 6.3, Joint Research Centre*.
- European Commission, 2018. *PEFCR Guidance – Product Environmental Footprint Category Rules Guidance, Version 6.3, Joint Research Centre*.
- Ministerstwo Środowiska, 2005. Strategia wdrażania w Polsce zintegrowanej polityki produktowej. Dokument przyjęty przez Komitet Europejski Rady Ministrów w dniu 25 lutego 2005 r.
- PN-EN ISO 14040:2009 Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – Zasady i struktura. PKN.
- PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – Wymagania i wytyczne.
- Zalecenie Komisji z dnia 9 kwietnia 2013 r. w sprawie stosowania wspólnych metod pomiaru efektywności środowiskowej w cyklu życia produktów i organizacji oraz informowania o niej, 2013/179/UE (Dziennik Urzędowy UE L 124/1).



Mgr Joanna NIEMCZEWSKA
Starszy specjalista inżynierjno-techniczny
w Zakładzie Inżynierii Strzelniczej i Środowiskowej
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: joanna.niemczewska@inig.pl



Mgr inż. Joanna ZALESKA-BARTOSZ
Starszy specjalista badawczo-techniczny; kierownik
Zakładu Ocen Środowiskowych
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: zaleska-bartosz@inig.pl