

**Dr Anna Śliwińska**Główny Instytut Górnictwa  
ORCID 0000-0001-5413-6948  
e-mail: asliwinska@gig.eu

# Ślad węglowy organizacji — praktyczny przewodnik dla przedsiębiorcy<sup>1</sup>

## A corporate carbon footprint — a practical guide for entrepreneur

### Streszczenie

Termin „ślad węglowy” pojawia się w otaczającej nas rzeczywistości coraz częściej. Napotykamy go jako konsumenci podczas dokonywania wyborów konsumenckich oraz jako członkowie różnych społeczności, odpowiedzialni za środowisko i planetę. Termin ten jest również coraz częściej wykorzystywany przez organizacje i przedsiębiorstwa, np. jako element strategii marketingowych, PR-owych lub wymagań w ogłoszanych przetargach. Jest to narzędzie marketingu ekologicznego o rosnącym z roku na rok znaczeniu. Podczas kontaktów z przedstawicielami przemysłu stwierdzono, że wielu przedsiębiorców nie ma jasności co do tego, jakie są korzyści związane z obliczaniem śladu węglowego oraz w jaki sposób może on być obliczany. Istnieje potrzeba zbiorczego zestawienia informacji, które pomogą uporządkować tę tematykę z punktu widzenia przedsiębiorcy, który nie specjalizuje się w ocenie cyklu życia ani ocenie zmian klimatycznych. Artykuł, wykorzystując systematyczne podejście do tematu, przybliży pojęcie śladu węglowego, możliwości jego zastosowania, metodykę jego obliczania i prezentuje przykłady działań umożliwiających jego obniżanie. Ma zatem na celu ułatwienie przedsiębiorcom rozważenia możliwości i celowości obliczania i monitorowania śladu węglowego ich organizacji. Dzięki temu artykuł może się również przyczynić do popularyzacji wykorzystania śladu węglowego wśród polskich przedsiębiorców, a także do większej troski o środowisko i klimat.

### Słowa kluczowe

emisja gazów cieplarnianych, ocena cyklu życia, sprawozdawczość środowiskowa, łańcuch dostaw, marketing ekologiczny

### Abstract

The term 'carbon footprint' appears in the surrounding reality more and more often. We encounter it as consumers when making consumer choices and as members of the various communities who are responsible for the environment and the planet. This term also appears in organizations and enterprises, e.g. as an element of marketing and PR strategies or requirements in announced tenders. It is an green marketing tool of increasing importance. During contacts with industry representatives, it was found that many Polish entrepreneurs are confused what are the benefits of calculating the carbon footprint, and how it can be calculated. There is a need for a summary of information that will help to organize the topic from the point of view of an entrepreneur who is not specialized in life cycle assessment or climate change. The article, using a systematic approach, introduces the concept of the carbon footprint, the possibilities of its application, the methodology of its calculation and examples of activities enabling its reduction. Thus, it aims to make it easier for entrepreneurs to consider the feasibility and advisability of calculating and monitoring the carbon footprint for their organization. Additionally, the paper may contribute to the popularization of the carbon footprint application among Polish entrepreneurs, as well as to greater care for the environment and climate.

### Keywords

GHG emission, life cycle assessment, environmental reporting, supply chain, green marketing

JEL: Q56, F18, F64, O13

## Wprowadzenie

Zrównoważony rozwój i zmiany klimatu to tematy często podejmowane w przestrzeni publicznej, a ich śledzenie staje się dla współczesnego przedsiębiorcy koniecznością i wyzwaniem, aby sprostać wy-

maganiom stawianym przez rynek. Jest to skutek coraz ambitniejszych porozumień w celu ochrony klimatu, z których najważniejsze to Protokół z Kiotu z 1997 r., Paryskie porozumienie klimatyczne z 2015 r. czy też ogłoszony w 2019 r. Europejski Zielony Ład (EGD). Cele wyznaczone przez Zielony

Ład to redukcja emisji dwutlenku węgla o co najmniej 50% do 2030 r. i osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. Pakiet *Fit for 55* przyjęty przez Komisję Europejską w 2021 r. unowocześnia istniejące prawodawstwo zgodnie z celami klimatycznymi Unii Europejskiej do 2030 r., a także wprowadza nowe środki polityczne (Śliwińska i in., 2022). Zrównoważone finansowanie zakłada finansowanie inwestycji uzależnione od wpływu na środowisko i społeczeństwo i wprowadza taksonomię, tzn. klasyfikację przedsięwzięć jako zrównoważone, czyli zgodne z jednym z celów, którymi są: redukcja emisji i łagodzenie skutków zmian klimatu, adaptacja do zmian klimatu, zrównoważone wykorzystanie i ochrona zasobów wodnych i morskich, przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym, zapobieganie zanieczyszczeniu i jego kontrola, ochrona i odbudowa bioróżnorodności i ekosystemów. Obowiązuje zasada „nie szkodzić” — w żadnym z obszarów nie może nastąpić istotne pogorszenie, aby inwestycja była finansowana ze środków UE. Ponadto cele zrównoważonego rozwoju ONZ (SDG) sformułowane na podstawie Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030, przyjętej przez wszystkie państwa członkowskie ONZ w 2015 r., skłaniają wiele firm do oceny oraz zwiększenia swojego wkładu w ich osiągnięcie, jak również do informowania o tym swoich klientów, pracowników oraz inwestorów. Jednym z 17 celów jest zerowa emisja netto dwutlenku węgla do 2050 r. Temu celowi służy ocena emisji gazów cieplarnianych (*greenhouse gases*, GHG), czyli tzw. śladu węglowego, wykorzystująca metodykę oceny cyklu życia (LCA), która pozwala mierzyć i redukować ów ślad węglowy, jak również informować interesariuszy, klientów i społeczeństwo o działaniach podjętych w tym obszarze.

## Korzyści z raportowania śladu węglowego

### Motywy zaangażowania firm w ochronę klimatu

Badania wykazują, że korzyści dla działalności wynikające z zarządzania środowiskiem są dostrzegane przez przedsiębiorców w krajach UE i Stanach Zjednoczonych (Kulczycka & Wernicka, 2015). Polskie spółki na razie zazwyczaj decydują się na obliczenie śladu węglowego ze względu na zapytania ofertowe kontrahentów, którzy pytają o ślad węglowy produktów. Liczba raportów społecznej odpowiedzialności zarówno na świecie, jak i w Polsce z roku na rok wzrasta (Konarzewska, 2020). Coraz powszechniejsze stają się zrównoważone strategie wzrostu, raporty społecznej odpowiedzialności biznesu, wdrażanie systemów zarządzania środowi-

skiem czy ekoinnowacje (Baraniecka, 2019). Natomiast skutkiem braku zaangażowania firm w ochronę klimatu może być negatywny wpływ na wizerunek lub dostęp do finansowania. Firmy ubezpieczeniowe i banki oceniają ryzyko i straty związane z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi zachodzącymi wskutek zmian klimatu, a rezultatem tego jest niższa ocena rentowności firm narażonych na zmiany klimatu i uzależnionych od zasobów naturalnych przez instytucje finansowe. Brak raportowania informacji niefinansowych, w tym środowiskowych, będzie skutkowało trudniejszym dostępem do finansowania — podejmowanie inwestycji ekologicznych jest traktowane przez banki priorytetowo. Przykładowo Bank Ochrony Środowiska przyjął politykę klimatyczną i podjął decyzję o niefinansowaniu sektorów wysokoemisyjnych oraz o wspieraniu transformacji energetycznej klientów<sup>2</sup>.

Motywacji do obliczania śladu węglowego dostarczają głównie wymagania kooperantów (dostawców lub odbiorców), dla których kalkulacja śladu węglowego lub posiadanie deklaracji środowiskowej produktu jest warunkiem współpracy i przystąpienia do przetargu. Znaczenie ma również ujawnianie emisji gazów cieplarnianych, np. w raportach społecznej odpowiedzialności biznesu lub raportach dla organizacji międzynarodowych, takich jak CDP (Carbon Disclosure Project), GRI (Global Reporting Initiative), TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures). Marketing ekologiczny oraz tworzenie wizerunku ekologicznego to ważne narzędzia pomocne w budowaniu przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw na rynku (Kowalska, 2020). Chociaż obowiązek raportowania niefinansowego w Polsce dotyczy jedynie wybranej grupy przedsiębiorstw, to w ostatnich latach takie raporty stają się coraz liczniejsze. Rozpowszechnienie raportowania niefinansowego wynika z różnych przyczyn (Czajka-Cieszyńska, 2018), np. z możliwości wykorzystania raportowania niefinansowego jako czynnika przewagi konkurencyjnej, wzmocnienia dobrego wizerunku organizacji, budowania kapitału społecznego czy też realizacji etycznego obowiązku redukcji śladu środowiskowego organizacji.

Temat ujawniania informacji dotyczących m.in. kwestii środowiskowych (w tym emisji gazów cieplarnianych) został poruszony w kilku dokumentach, w tym w dyrektywie 2014/95/UE<sup>3</sup>, wytycznych Komisji Europejskiej dotyczących sprawozdawczości w zakresie informacji niefinansowych wraz z suplementem dotyczącym zgłaszania informacji związanych z klimatem (Komisja Europejska, 2019), rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady 2019/2088 w sprawie ujawniania informacji związanych ze zrównoważonym rozwojem w sektorze usług finansowych<sup>4</sup>, czy też rekomendacjach Grupy Zadaniowej ds. Ujawniania Informacji Finansowych Związanych z Klimatem (TCFD, 2017). Obecnie ustawa o rachunkowości<sup>5</sup> określa, które podmioty

są zobligowane do raportowania informacji niejawnych, jednak nowe rekomendacje dyrektywy CSRD poszerzą listę podmiotów zobligowanych do raportowania informacji związanych ze zrównoważonym rozwojem.

Przedsiębiorstwa ujawniają informacje zgodnie z powszechnie akceptowanymi standardami i ramami sprawozdawczości, wśród których popularnością cieszy się raportowanie emisji gazów cieplarnianych organizacji w raportach społecznej odpowiedzialności biznesu CSR zgodnie ze standardami i zasadami ramowymi opracowanymi w ramach Globalnej Inicjatywy Sprawozdawczej — GRI 305 (Bek-Gaik & Krasodomska, 2018).

## Strategie klimatyczne przedsiębiorstw

W odpowiedzi na ogłoszenie Zielonego Ładu coraz więcej dużych korporacji oraz mniejszych firm i samorządów ustala procentowe cele redukcji emisji gazów cieplarnianych i opracowuje długoterminowe strategie, a redukcja śladu węglowego produktu coraz częściej jest wymagana w łańcuchu dostaw jako element strategii klimatycznej. Przykładowo korporacje: Apple, Google, Microsoft, Bosch, PepsiCo, Intel, Siemens, Ford, Grupa Kaufland oraz Lidl Polska do 2030 r. założyły redukcję śladu węglowego o 80% w porównaniu z 2019 r. i zobowiązały dostawców do wyznaczenia własnych celów klimatycznych do 2026 r. Grupa Holcim (sektor cementowy) do 2030 r. zakłada redukcję emisji o 20% w porównaniu z rokiem 2018. W Polsce ambicją Lafarge jest osiągnięcie 55-procentowego poziomu redukcji w porównaniu z rokiem 1990. Velux zakłada neutralność emisyjną do 2030 r. oraz redukcję o 50% śladu węglowego wszystkich produktów, jak również zobowiązuje do współpracy w tej dziedzinie kluczowych dostawców w ramach łańcucha dostaw. Firma zobowiązała się ponadto do zneutralizowania historycznego śladu węglowego — co nazwano dożywnością neutralnością węglową. Cemex (wytwórnia betonu w Pruszkowie) założył redukcję emisji o 40% do 2030 r. (w porównaniu z poziomem emisji z 1990 r.), 35-procentową redukcję w 2025 r., a także przyjął deklarację, że w 2050 r. firma będzie oferować wyłącznie beton o zerowym śladzie węglowym. Obecnie Cemex ma w ofercie warianty betonów niskoemisyjnych, a ich zastosowanie ułatwia spełnienie standardów związanych z certyfikacją budynków w zakresie ochrony środowiska. Firma Ciech zakłada redukcję emisji CO<sub>2</sub> o 33% do 2026 r., a zerowy wpływ na klimat firma planuje mieć w roku 2040. Ciech przyjął osiem zobowiązań dotyczących m.in. mniejszego wykorzystania energii w procesach produkcji, ochrony środowiska naturalnego i wdrażania gospodarki o obiegu zamkniętym. Spółka CCC opracowała strategię zrównoważonego rozwoju na lata 2020–2022 oraz wyznaczyła sobie cele:

obniżenie o 7% w perspektywie roku 2022 wskaźników emisji gazów cieplarnianych, zwiększenie efektywności energetycznej w zakresie wykorzystywanej energii elektrycznej, redukcję ilości odpadów oraz wdrożenie zasad gospodarki obiegu zamkniętego. Dobrego przykładu, jak zacząć przygotowanie strategii zrównoważonego rozwoju, dostarcza firma Ensinger Polska, która na początek zadeklarowała uzyskanie kompleksowego ogólnego obrazu globalnej emisji gazów cieplarnianych (GHG) firmy. Na tej podstawie w trakcie roku obrachunkowego firma Ensinger podejmie decyzję o celach redukcyjnych.

## Ślad węglowy produktów i deklaracje środowiskowe

Dla porządku warto nadmienić, że poza raportowaniem emisji gazów cieplarnianych organizacji może zaistnieć potrzeba obliczenia śladu węglowego produktów. Zasady, wymagania i wytyczne dotyczące kwantyfikacji i raportowania śladu węglowego wyrobu oraz częściowego śladu węglowego (CFP) określa specyfikacja techniczna ISO-TS 14 067, która odwołuje się do wymagań zawartych w międzynarodowych normach dotyczących oceny cyklu życia, tj. ISO 14 040 i ISO 14 044.

Ślad węglowy jest również jednym z siedmiu wskaźników wykazywanych w deklaracji środowiskowej produktu (*Environmental Product Declaration*, EPD), która podaje ilościowe informacje o wpływie produktu na środowisko w cyklu życia, umożliwiając dokonanie porównania między wyrobami pełniącymi taką samą funkcję. EPD jest dobrowolną etykietą środowiskową typu III (Kowalska, 2016). Podobnie jak w przypadku śladu węglowego, podstawą każdej deklaracji EPD jest ocena cyklu życia (LCA) oraz reguły kategorii wyrobu zawarte w dokumencie PCR. Dokumentem regulującym procedury komunikowania i publikowania śladu węglowego oraz określającym procedury opracowania programów deklaracji środowiskowych III typu CFP-PCR jest norma ISO 14 025 służąca przede wszystkim do komunikacji B2B (*business-to-business*). Norma ta jest skierowana do organizacji (podmiotów gospodarczych), władz lokalnych i centralnych, a także innych zainteresowanych stron, które zamierzają określać i weryfikować ślad węglowy. Znakowanie produktów staje się coraz bardziej popularne — we Francji robi to 27 producentów oraz 8 sprzedawców detalicznych. Etykiety informujące o wpływie produktu na środowisko dla wielu produktów zdecydowały się wprowadzić m.in. duże sieci, jak Auchan i Lidl, podobne rozwiązanie jest testowane w sklepach Sainsbury's i Marks & Spencer<sup>6</sup>. G. Beattie (2012) przedstawił ciekawe porównanie wpływu na decyzje konsumenckie wprowadzenia informacji o wartościach odżywczych na etykietach produktu oraz wpływu informacji o śladzie węglowym

wym z punktu widzenia psychologii i aktywacji systemów emocjonalnych klientów. Autor zwraca uwagę na fakt, że informacje o śladzie węglowym są mniej emocjonalne i osobiste niż te o wartościach odżywczych, stąd ich oddziaływanie jest mniej skuteczne. Decyzje konsumenckie podejmowane są często w bezrefleksyjny, szybki i nieświadomy sposób, informacje o śladzie węglowym wymagają przemyślnych symboli i jasnego oznakowania, uwzględniającego mechanizmy psychologiczne i działanie mózgu.

## Definicje i metodyka obliczania śladu węglowego

### Zdefiniowanie pojęcia śladu węglowego organizacji

Emisję i pochłanianie gazów cieplarnianych, a więc ślad węglowy organizacji możemy zdefiniować jako sumę emisji i pochłoneń gazów cieplarnianych w granicach organizacji oraz łańcuchu wartości wyrażoną w równoważnej masie dwutlenku węgla

(kg CO<sub>2</sub>e), obliczoną z uwzględnieniem oceny cyklu życia dla kategorii zmian klimatu. Organizacja powinna zdefiniować granice (kontroli operacyjnej, finansowej) oraz okres (zazwyczaj rok), dla których jest obliczany ślad węglowy. Definicja śladu węglowego odnosi się do metodyki oceny cyklu życia produktu (LCA) (ISO 14 040:2006, ISO 14 044:2006). Dlatego poza bezpośrednimi emisjami gazów cieplarnianych związanymi ze spalaniem paliw ślad węglowy powinien również obejmować emisje pośrednie, które są skutkiem działań organizacji, ale pochodzą ze źródeł niekontrolowanych przez organizację. Celem jest objęcie analizą całego łańcucha wartości, włączając dostawców, a także odbiorców i klientów, ponieważ LCA to technika oceny aspektów środowiskowych i potencjalnych oddziaływań związanych z cyklem życia wyrobu „od kołyski do grobu”, czyli od pozyskania surowców, przez produkcję, użytkowanie, aż do likwidacji (rysunek 1).

Modele oceny wpływu zastosowane w LCA umożliwiają określenie potencjalnych oddziaływań i szkód w środowisku wynikających ze zidentyfikowanych wejść i wyjść wyrobu do systemu. Ślad węglowy jest obliczany w podobny sposób, ale dla jednej tylko kategorii wpływu — zmian klimatu (tabela 1).

Rysunek 1. Idea pojęcia cyklu życia produktu



Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1. Charakterystyka kategorii wpływu „zmiany klimatu” zgodnie z normą (ISO/TR 14 047)

Kategoria wpływu	Zmiana klimatu
Wyniki LCI	Emisje gazów cieplarnianych GHG
Wskaźnik kategorii	Zwiększenie natężenia promieniowania podczerwonego (W/m <sup>2</sup> )
Model charakteryzowania	Model opracowany przez IPCC definiujący potencjał globalnego ocieplenia dla różnych gazów cieplarnianych
Parametr charakteryzowania	Potencjał globalnego ocieplenia dla przedziału czasowego 100 lat (GWP100) dla emisji gazów cieplarnianych (kg równoważnego CO <sub>2</sub> /kg emisji)
Wartość wskaźnika	Kilogramy równoważnego CO <sub>2</sub>
Punkty końcowe kategorii	Utracone lata życia (YLL), rafy koralowe, plony, budynki
Znaczenie środowiskowe	Natężenie promieniowania podczerwonego jest przyczynkiem do ewentualnych skutków dla klimatu, zależących od zintegrowanej atmosferycznej absorpcji ciepła spowodowanej przez emisje i rozkładu w czasie absorpcji ciepła

Źródło: ISO/TR 14 047.

Chociaż ślad węglowy zakłada uwzględnienie cyklu życia, to zgodnie z protokołem GHG organizacja może dobrowolnie raportować emisję gazów cieplarnianych w trzech zakresach. Zakres 1 obejmuje tylko emisje bezpośrednie. Zakres 2 zawiera pewne elementy podejścia uwzględniającego cykl życia — obejmuje emisje pośrednie występujące poza granicami organizacji, związane z konsumpcją energii, jednak bez konieczności ujęcia całego cyklu życia. Wskaźniki aktywności bazują na emisjach bezpośrednich elektrowni lub elektrociepłowni. Dopiero zakres 3 pozwala na rzeczywiste uwzględnienie cyklu życia, a zatem emisji w całym łańcuchu wartości, u dostawców oraz klientów. Tak więc jedynie w przypadku raportowania emisji we wszystkich trzech zakresach jest zachowane podejście cyklu życia.

### Zakresy i kategorie emisji gazów cieplarnianych

Kalkulacja śladu węglowego obejmuje zazwyczaj emisje siedmiu gazów cieplarnianych: ditlenku węgla (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>), tlenku azotu (I) (N<sub>2</sub>O), fluorowęglowodorów (HFCs), perfluorowęglowodorów (PFCs), heksafluorku siarki (SF<sub>6</sub>) i trifluorku azotu (NF<sub>3</sub>). Gazy cieplarniane w różnym stopniu przyczyniają się do globalnego ocieplenia. Przykładowo zgodnie z aktualnymi obliczeniami jedna tona metanu wpływa na klimat w takim stopniu jak 29,8 tony dwutlenku węgla (IPCC, 2021). Uwzględnienie tych różnic i przedstawienie całkowitego wpływu na klimat z różnych źródeł jest możliwe dzięki przeliczeniu ilości każdego z emitowanych gazów cieplarnianych na równoważną masę dwutlenku węgla, tzw. ekwiwalent (kg CO<sub>2</sub>e), i zsumowanie ich do jednej wartości. Równoważna masa dwutlenku węgla, reprezentująca emisje wszystkich raportowanych gazów cieplarnianych, jest obliczana za pomocą wartości GWP, które wyrażają wpływ wymuszenia radiacyjnego gazu cieplarnianego w porównaniu z dwutlenkiem węgla. Należy stosować wartości GWP100 uzgodnione przez UNFCCC lub aktualne wartości publikowane przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC). Najbardziej aktualny zestaw wskaźników IPCC 2021 jest zawarty w najnowszym raporcie IPCC (2021).

Powszechny dobrowolny standard rachunkowości i sprawozdawczości stosowany w przypadku emisji gazów cieplarnianych, opracowany przez WRI i WBCSD, znany jako „Protokół GHG”, wyróżnia trzy kategorie źródeł emisji (tzw. zakresy) wspomniane krótko wcześniej. Zakres 1 obejmuje emisje bezpośrednie ze spalania paliw — w tym emisje z własnych źródeł stacjonarnych, emisje z własnych źródeł mobilnych, emisje procesowe (z fizycznych lub chemicznych procesów) oraz emisję niezorganizowaną. Zakres 2 obejmuje emisje pośrednie związane z zaku-

pem energii elektrycznej oraz zakupem ciepła z sieci. Zakres 3 obejmuje pozostałe emisje pośrednie. Wśród emisji pośrednich z zakresu 3 wyróżniono piętnaście kategorii, które podzielono na emisje związane z dostawcami (*upstream*) oraz emisje związane z odbiorcami/klientami (*downstream*) (rysunek 2). Zgodnie z wytycznymi GRI 305 stosowanymi w raportowaniu niefinansowym, klasyfikacja zakresów jest zbieżna z Protokołem GHG. Wyróżniono wskaźniki: 305-1 – bezpośrednie emisje GHG, co odpowiada zakresowi 1; 305-2 – pośrednie emisje GHG związane z energią, co odpowiada zakresowi 2; oraz 305-3 – inne pośrednie emisje GHG, zawierające kategorie z zakresu 3 Protokołu GHG.

W Protokole GHG wyróżnia się następujące kategorie emisji związane z dostawcami:

- kategoria 1. Zakup produktów i usług;
- kategoria 2. Dobra inwestycyjne;
- kategoria 3. Emisje związane z energią i paliwami nieujęte w zakresie 1 i 2 (tzn. wynikające z cyklu życia);
- kategoria 4. Transport i dystrybucja dostawców;
- kategoria 5. Odpady i transport odpadów;
- kategoria 6. Podróże służbowe;
- kategoria 7. Dojazdy pracownicze;
- kategoria 8. Aktywa dzierżawione od innych.

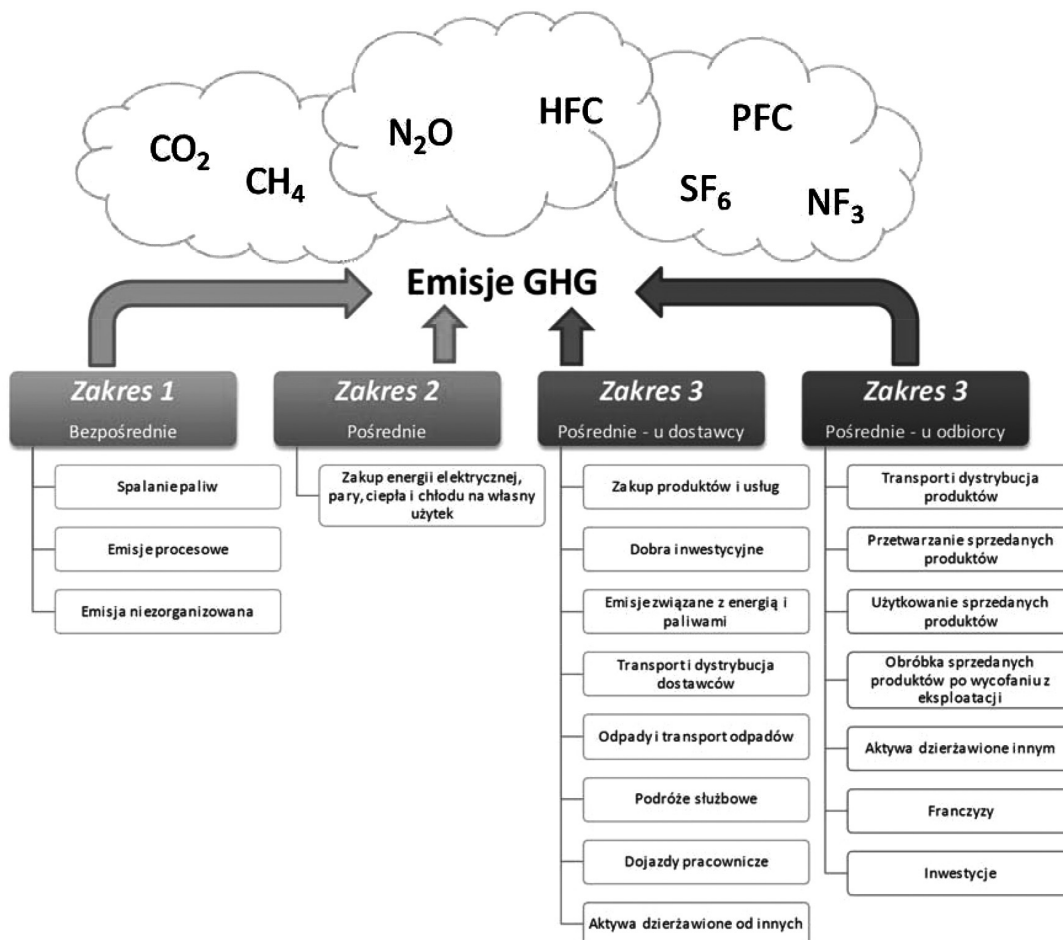
Kategorie emisji związane z klientami są następujące:

- kategoria 9. Transport i dystrybucja produktów;
- kategoria 10. Przetwarzanie sprzedanych produktów;
- kategoria 11. Użytkowanie sprzedanych produktów;
- kategoria 12. Obróbka sprzedanych produktów po wycofaniu z eksploatacji;
- kategoria 13. Aktywa dzierżawione innym;
- kategoria 14. Franczyzy;
- kategoria 15. Inwestycje.

W normie ISO 14 064-1:2018 zaproponowano nieco inny podział na kategorie emisji gazów cieplarnianych. Zamiast zakresów, wymienia się 6 kategorii:

- 1) kategoria 1. Bezpośrednie emisje i pochłonięcia:
  - ze źródeł stacjonarnych,
  - ze źródeł mobilnych,
  - emisje procesowe,
  - emisja niezorganizowana,
  - emisja związana z użytkowaniem gruntów, zmianą użytkowania gruntów i leśnictwem (LULUCF — *land use, land use change and forestry*);
- 2) kategoria 2. Emisje pośrednie związane z importowaną energią:
  - energią elektryczną,
  - parą, ciepłem, chłodem, sprężonym powietrzem;
- 3) kategoria 3. Emisje pośrednie z transportu;
- 4) kategoria 4. Emisje pośrednie z produktów zakupionych przez organizację;

Rysunek 2. Zakresy 1, 2, 3 emisji gazów cieplarnianych w łańcuchu wartości organizacji zgodnie z Protokołem GHG



Źródło : opracowanie własne.

- 5) kategoria 5. Emisje pośrednie związane z użytkowaniem produktów wytworzonych przez organizację;
- 6) kategoria 6. Inne emisje pośrednie.

### Metodyka obliczania emisji gazów cieplarnianych

Zgodnie z normą Międzynarodowej Organizacji ds. Standaryzacji ISO 14 040:2006 badanie LCA powinno składać się z czterech etapów: określenia celu i zakresu, analizy zbioru, oceny wpływu i interpretacji. Do wyznaczenia śladu węglowego jako wariantu LCA o zawężonym zakresie z góry zdefiniowanym w pewnych etapach wykorzystuje się bardziej uproszczoną metodykę. Według Protokołu GHG emisje gazów cieplarnianych są obliczane z zastosowaniem następujących kroków:

- identyfikacji źródeł emisji GHG;
- wyboru metodyki obliczenia emisji GHG;
- zebrania danych i wyboru współczynników emisji;
- wdrożenia wybranej metodyki i obliczenia emisji GHG;
- odniesienia emisji do poziomu organizacji.

Rekomenduje się, aby przystępując do obliczania śladu węglowego, organizacja zidentyfikowała działania, które powinny być uwzględnione w śladzie węglowym. Są to działania, których oczekiwany wpływ na całkowite emisje GHG jest znaczący, dają możliwość znaczącej redukcji GHG oraz najbardziej odpowiadają propytetom przedsiębiorstwa. W tym celu należy wykonać wstępną analizę przesiewową z wykorzystaniem mniej dokładnych metod obliczeniowych, aby wyznaczyć wielkość emisji GHG w każdej z 15 kategorii (jeśli dotyczy organizacji) i wytypować kategorie, dla których należy zgromadzić bardziej dokładne dane. Z założenia powinny to być kategorie mające najwyższy udział w całkowitej emisji gazów cieplarnianych, jednak niektóre kategorie o mniejszym udziale mogą okazać się równie istotne. Taka sytuacja występuje np. w przypadku kategorii, które mogą być postrzegane jako krytyczne przez klientów, pracowników, inwestorów, społeczeństwo lub innych interesariuszy, np. ze względu na ryzyko finansowe, reputację, a także mogą wiązać się z szansami redukcji emisji poprzez możliwość wpływania na nie przez organizację, zaangażowania partnerów w zarządzanie emisjami GHG



lub wspierania procesu identyfikacji i rozumienia ryzyka w łańcuchu wartości.

Obliczenie emisji gazów cieplarnianych wymaga danych związanych z wielkością aktywności (takich jak litry paliwa, kilogramy materiału) oraz wskaźników emisji umożliwiających obliczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z daną aktywnością. Przedsiębiorstwo powinno udokumentować źródło danych związanych z daną aktywnością oraz zastosowanych wskaźników emisji. Wybór metody kalkulacji może zależeć od kilku kryteriów, wśród których wymienia się: względną wielkość emisji, cele biznesowe przedsiębiorstwa, dostępność danych, jakość danych, koszt i wysiłek związany ze zbieraniem danych i in. W celu obliczenia emisji firma może zastosować dane pierwotne, uzyskane na podstawie odczytów liczników, ewidencji zakupów, rachunków za media, modeli inżynierskich, bezpośredniego monitoringu, bilansu masowego, stechiometrii lub innymi metodami. Jeśli nie są dostępne dane pierwotne, przedsiębiorstwo może wykorzystać dane wtórne, pochodzące z publicznych baz danych, statystyk rządowych, literatury, szacunków, danych finansowych i innych.

Emisje w zakresie 2 mogą być obliczone z wykorzystaniem danych średnich dla danej lokalizacji (metoda *location-based*), np. z uwzględnieniem średniego dla Polski wskaźnika emisji gazów cieplarnianych związanych z wytworzeniem jednostki energii elektrycznej lub ciepłej, lub danych rynkowych (metoda *market-based*), gdzie przyjmuje się wskaźniki emisji specyficzne dla sprzedawców energii elektrycznej lub ciepłej (np. na podstawie certyfikatu).

Wskaźniki emisji w kategoriach z zakresu 3 powinny być obliczane w całym cyklu życia produktu (*life cycle emission factors*) lub „od kołyski do grobu” (*cradle-to-gate, upstream emission factors*). Narzędzia informatyczne umożliwiają obliczenie wskaźników w cyklu życia dla kategorii z zakresu 3. Pomocne jest tutaj wykorzystanie oprogramowania przeznaczonego do oceny cyklu życia (np. SimaPro, GaBi, Umberto) oraz baz danych, takich jak baza danych ecoinvent.

Ważnym zagadnieniem jest również wybór granic organizacji do raportowania emisji gazów cieplarnianych. Gazy cieplarniane powinny być raportowane w ujęciu grupy, a nie podmiotu. Określenie granic nie nastręcza problemu, jeżeli firma jest jedynym właścicielem wszystkich swoich operacji. W przypadku firm prowadzących wspólną działalność granice organizacyjne i wynikające z nich emisje mogą się różnić w zależności od zastosowanego podejścia. Można zastosować dwa różne podejścia do konsolidacji emisji gazów cieplarnianych: udział kapitałowy i podejście kontrolne. W podejściu z uwzględnieniem kapitału własnego firma rozlicza emisje gazów cieplarnianych z działalności na podstawie swojego udziału kapi-

tałowego w operacji. Udział kapitałowy odzwierciedla interes ekonomiczny, czyli zakres praw, jakie firma ma do ryzyka i korzyści wynikających z operacji. Zazwyczaj udział ryzyka ekonomicznego i korzyści z operacji jest dostosowany do procentowego udziału firmy w tej operacji, a udział w kapitale będzie zwykle taki sam jak procent własności. Zgodnie z podejściem kontrolnym firma odpowiada za 100% emisji gazów cieplarnianych z działalności, nad którą sprawuje kontrolę. Nie uwzględnia emisji gazów cieplarnianych z operacji, w których posiada udziały, ale nie ma nad nimi kontroli. Kontrola może być zdefiniowana w kategoriach finansowych lub operacyjnych. Stosując podejście kontrolne do konsolidacji emisji gazów cieplarnianych, przedsiębiorstwa powinny wybrać między kontrolą operacyjną a kryteriami kontroli finansowej, co jest szczególnie istotne w przypadku przemysłu naftowo-gazowego o często złożonych strukturach własnościowo-operacyjnych.

## Możliwości redukcji emisji gazów cieplarnianych w przedsiębiorstwie

### Przykładowe działania

Współczesne przedsiębiorstwa muszą mierzyć się z coraz większym naciskiem na zrównoważony rozwój oraz podejmować wyzwania związane z ochroną klimatu i opracowaniem strategii klimatycznych. Organizacja ma bezpośredni wpływ na emisje z zakresu 1, ale również może podejmować działania przyczyniające się do redukcji emisji pośrednich z zakresu 2 i 3. Wśród przykładowych działań przyczyniających się do redukcji emisji GHG można wymienić:

- wymianę kotłów grzewczych,
- montaż instalacji odnawialnych źródeł energii (OZE),
- zakup energii certyfikowanej z odnawialnych źródeł energii,
- działania w zakresie oszczędności energii, zwiększenia efektywności energetycznej, optymalizacji procesów, wykorzystania ciepła odpadowego, wykorzystania biogazu,
- termomodernizację i remonty,
- energooszczędne ogrzewanie i oświetlenie,
- modernizację floty transportowej,
- stosowanie w magazynach efektywnych technologii składowania, energooszczędnych wózków, np. z napędem hybrydowym czy też szkolenie operatorów wózków w zakresie ekodjazdy,
- zwiększenie udziału surowców z recyklingu oraz możliwości recyklingu produktów, wdrażanie gospodarki cyrkulacyjnej, wydłużenie cyklu życia produktów, traktowanie odpadów jako surowca,

- zmniejszenie ilości materiałów, np. zmianę nakrętek lub opakowań, minimalizację użycia plastiku,
- zmniejszenie ilości odpadów, zmniejszenie ilości opakowań, stosowanie materiałów substytucyjnych o niższym wpływie na klimat,
- wykorzystanie dokumentów elektronicznych w komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej, digitalizację procesów i pozyskiwanie m.in. od dostawców faktur drogą elektroniczną,
- ograniczenie podróży lotniczych, bilety na transport publiczny dla pracowników, wiaty i stojaki na rowery i hulajnogi, promowanie wspólnych dojazdów do pracy,
- uwzględnienie priorytetów środowiskowych w zarządzaniu (ISO 9001, ISO 14 001) — działania i programy dla produktów, dostaw, pakowania, odpadów, infrastruktury,
- zakup surowców od lokalnych dostawców i producentów — niższa emisja dwutlenku węgla związana z krótszym transportem.

Wymierne oszczędności zużycia energii elektrycznej i ciepłej są osiągalne również poprzez zastosowanie automatyki, systemów sterowania oświetleniem reagujących na światło dzienne, poprawę sprawności systemów HVAC, edukację energooszczędną, a w obszarze transportu drogowego — przez ekodrożę czy też wdrażanie inteligentnych narzędzi (w tym spersonalizowanych planów podróży, informacji o transporcie publicznym, wspólnego korzystania z samochodów, telezakupów i telepracy) (Napp i in., 2019).

### Emisje poza kontrolą przedsiębiorstwa — łańcuch dostaw i rola miasta

Pomimo ciągłego dążenia do sprawnego i efektywnego przepływu produktów oraz skracania łańcuchów dostaw dążenie do osiągnięcia zrównoważonego łańcucha dostaw ma duże znaczenie dla ochrony środowiska naturalnego oraz stanowi istotny element strategii klimatycznej organizacji (Nowak, 2017). Jednym ze sposobów wpływania na ślad węglowy organizacji jest współpraca z partnerami, np. zwrócenie się do dostawców o wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego zgodnego z normą ISO 14 001 lub równoważną, jak również oczekiwanie tego samego od ich kontrahentów. Wpływ na łańcuch dostaw jest realizowany przez wdrożenie nieobligatoryjnego certyfikatu ISO 9001, którego celem jest dostarczenie szeregu wymagań, które po wdrożeniu mogą zapewnić dostarczanie produktów i usług spełniających określone potrzeby i oczekiwania.

W niektórych sytuacjach ślad węglowy w wybranych kategoriach determinują decyzje strategiczne, w wyniku czego trudno jest osiągnąć jego redukcję. Jedną z takich decyzji może być wybór miasta, w którym zlokalizowana jest siedziba organizacji.

Obserwowane zjawisko rozlewania się miast i zabudowy terenów podmiejskich skutkuje uzależnieniem od motoryzacji indywidualnej, gdyż istniejące systemy transportu publicznego oraz ilość i jakość dróg stają się niewystarczające w obliczu rosnących potrzeb przemieszczania się zgłaszanych przez mieszkańców (Borkowski i in., 2018). Dostępność transportowa wpływa na decyzje lokalizacyjne przedsiębiorstw i determinuje możliwości redukcji śladu węglowego w kategorii związanej z dojazdami pracowniczymi, zawężając możliwości jego redukcji oraz osiągalny wpływ. Dojazdy pracownicze są w dużej mierze zależne od ośrodka będącego siedzibą przedsiębiorstwa, a najpopularniejszym sposobem podróżowania jest transport indywidualny samochodami osobowymi, z których korzysta tylko kierowca. W takiej sytuacji możliwy jest tylko umiarkowany wpływ na zwiększenie stopnia wykorzystania transportu publicznego, zbiorowego oraz mikromobilności, który może być osiągnięty przez podnoszenie świadomości ekologicznej pracowników i działania popularyzujące mikromobilność (Janczewski, 2020). Przez mikromobilność rozumie się wykorzystanie na krótkich dystansach małych i lekkich środków transportu, np. rowerów, hulajnóg, deskorolek, skuterów, motorowerów, ale także małych lekkich i samochodów. Poza wykorzystaniem urządzeń transportu osobistego (UTO) innym sposobem ograniczenia śladu środowiskowego związanego z transportem jest wykorzystanie wspólnych przejazdów (carpoolingu).

### Kredyty węglowe jako środek obniżania emisji GHG

Organizacje czasami opisują w swoich strategiach działania oparte na mechanizmie kompensacji (*carbon offset*). Kompensacja emisji dwutlenku węgla to mechanizm, w ramach którego przedsiębiorstwo równoważy swoje emisje gazów cieplarnianych inwestycjami w globalne projekty mające na celu ochronę przyrody. Projekty offsetowe mogą obejmować działania np. w zakresie: leśnictwa (walka z wylesianiem, dodatkowe nasadzenia i absorpcja dwutlenku węgla w masie drzewnej, poprawa gospodarki leśnej, ochrona torfowych lasów deszczowych), energii odnawialnej (zastąpienie paliw kopalnych poprzez OZE, np. inwestycja w farmy fotowoltaiczne w krajach Afryki i elektryfikacja miejscowości i społeczności bez dostępu do energii elektrycznej), wychwytu gazów cieplarnianych (biogazownie wykorzystujące gaz wysypiskowy lub z hodowli, wykorzystanie metanu z kopalń węglowych, wychwytywanie HFC i N<sub>2</sub>O z gazów przemysłowych), projektów społecznych i ochrony środowiska (np. poprawa efektywności energetycznej, wymiana nieefektywnych źródeł ciepła, przywrócenie bioróżnorodności). Projekty te pozwalają uzyskać tzw. kredyty węglowe, które następnie mogą być



wycofane z obiegu przez rządy lub przedsiębiorstwa. Jeden kredyt węglowy oznacza uniknięcie lub usunięcie 1 tony dwutlenku węgla ze środowiska.

Stosowanie tego mechanizmu uznaje się za dopuszczalne, jeśli stanowi przejściowy, krótkoterminowy środek obniżenia emisji GHG, ale równocześnie organizacja rozpoczęła długoterminowe działania i inwestycje, których efekt będzie obserwowany w przyszłości. Ponadto znajduje on zastosowanie w sytuacji, gdy nie ma innego sposobu obniżenia emisji GHG i nie można zrezygnować z działania, które przyczynia się do emisji. W innym przypadku stosowanie mechanizmu kompensacji może nieść ryzyko oskarżenia o symulowanie prawdziwej troski o środowisko poprzez wykazywanie pozorowanych działań. Takie oskarżenie może okazać się szkodliwe dla marki i reputacji firmy (tzw. *greenwashing* lub *treewashing*). Dlatego przedsiębiorca decydujący się na działania kompensacyjne powinien uzasadnić taką konieczność oraz korzystać z kredytów certyfikowanych, potwierdzonych w uznanych rejestrach i platformach zakupu i sprzedaży jednostek emisji. Wykazywane działania powinny być rzetelnie oszacowane, efekt działań powinien być trwały w czasie, a projekty nie powinny przyczyniać się do szkód społecznych ani w innych kategoriach środowiskowych. Projekty muszą być wiarygodne i powinny być poddane weryfikacji.

## Podsumowanie

Monitoring i raportowanie wielkości śladu węglowego organizacji, opracowanie strategii klimatycznych i wdrażanie działań obniżających ślad węglowy są trendami, których znaczenie wzrasta w obliczu obserwowanych zmian klimatu. Działania te są

związane z korzyściami dla organizacji — umożliwiają optymalizację procesów i zużycia materiałów i energii, zwiększają świadomość ryzyka wpływu przedsiębiorstwa na klimat i dają możliwość lepszego zarządzania nim. Obliczenie śladu węglowego stanowi wyjście naprzeciw oczekiwaniom klientów i partnerów biznesowych, pozwala na uzyskanie przewagi konkurencyjnej na rynku, a także jest to element działań PR-owych i marketingowych (deklaracje środowiskowe i znakowanie produktów).

Biorąc pod uwagę politykę Unii Europejskiej, kontrola śladu węglowego umożliwia dostęp do narzędzi finansowania UE (taksonomia), przygotowanie się do przyszłych zmian polityk (np. rozszerzenia systemu handlu emisjami na sektor non-ETS, wprowadzenie podatku węglowego), jak również lepsze przygotowanie się na rosnące koszty zakupu emisji CO<sub>2</sub> w UE. Ograniczanie śladu węglowego jest związane z równoczesnym ograniczaniem zużycia surowców nieodnawialnych, paliw, energii elektrycznej i ciepła, co może mieć duże znaczenie dla ekonomiki przedsiębiorstwa, jako że zgodnie z przewidywaniami międzynarodowej organizacji Carbon Trust, zajmującej się m.in. inicjatywami z zakresu zielonych łańcuchów dostaw, ceny handlowe emisji CO<sub>2</sub> w UE, wynoszące obecnie średnio 70 dol. za tonę CO<sub>2</sub><sup>7</sup>, zgodnie z przewidywaniami będą stale rosły do roku 2050, co wpłynie na koszty energii i powiązane z nią elementy gospodarki.

W artykule wyjaśniono, czym jest ślad węglowy, opisano metodykę obliczania śladu węglowego, możliwe zastosowania i korzyści z obliczenia śladu węglowego, a także wymieniono sposoby jego redukcji. Zestawione kompleksowe informacje stanowią pomoc dla przedsiębiorców, ponieważ ułatwiają decyzję o wdrożeniu strategii klimatycznej w organizacji.

## Przypisy/Notes

<sup>1</sup> Praca została zrealizowana w ramach działalności statutowej Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach o numerze 11141012-320.

<sup>2</sup> [https://www.bosbank.pl/\\_data/assets/pdf\\_file/0013/40333/Polityka-klimatyczna.pdf](https://www.bosbank.pl/_data/assets/pdf_file/0013/40333/Polityka-klimatyczna.pdf) (dostęp: październik 2022).

<sup>3</sup> Dz. Urz. UE L 2014.330.1.

<sup>4</sup> Dz. Urz. UE L 2019.317.1.

<sup>5</sup> Dz.U. 1994 nr 121, poz. 591.

<sup>6</sup> <https://whowillsavetheplanet.pl/2022/02/20/jak-informacja-o-ślazdie-weglowym-na-produkcje-zmienia-decyzje-klientow/> (dostęp: październik 2022).

<sup>7</sup> [www.pse.pl](http://www.pse.pl)

## Bibliografia/References

- Baraniecka, A. (2019). Ekologizacja jako odpowiedź przedsiębiorstw na kryzys środowiskowy. *Marketing i Rynek*, (11), 3–14. <https://doi.org/10.33226/1231-7853.2019.11.1>
- Beattie, G. (2012). The psychological effectiveness of carbon labelling. *Nature Climate Change*, 2(4), 214–217.
- Bek-Gaik, B., & Krasodomska, J. (2018). Informacje niefinansowe jako obszar współczesnej sprawozdawczości przedsiębiorstw — definicja, źródła i proponowane kierunki badań. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, (2/974), 25–40. <https://doi.org/10.15678/ZNUEK.2018.0974.0202>
- Borkowski, P., Burniewicz, J., Koźlak, A., Pawłowska, B., & Wązna, A. (2018). Transport a organizacja przestrzeni w życiu społeczno-gospodarczym. *Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN*, 182(2), 81–113.
- Czaja-Cieszyńska, H. (2018). Standardy GRI — kierunek dla raportowania na rzecz zrównoważonego rozwoju w organizacjach pozarządowych w Polsce. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*, (164), 49–61.

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/95/UE z dnia 22 października 2014 r. zmieniająca dyrektywę 2013/34/UE w odniesieniu do ujawniania informacji niefinansowych i informacji dotyczących różnorodności przez niektóre duże jednostki oraz grupy. Dz. Urz. UE L 2014.330.1.
- GRI & GSSB. (2016). *GRI Standards. GRI 305: Emissions 2016*. <https://www.globalreporting.org/standards/media/1012/gri-305-emissions-2016.pdf>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- ISO 14 025 Etykiety i deklaracje środowiskowe — Deklaracje środowiskowe III typu — Zasady i procedury.
- ISO 14 040:2006 Zarządzanie środowiskowe — Ocena cyklu życia — Zasady i struktura.
- ISO 14 044:2006 Zarządzanie środowiskowe — Ocena cyklu życia — Wymagania i wytyczne.
- ISO 14 064-1 Gazy cieplarniane. Część 1. Specyfikacja i wytyczne kwantyfikowania oraz raportowania emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych na poziomie organizacji.
- ISO/TR 14 047:2006 Zarządzanie środowiskowe — Ocena wpływu cyklu życia — Przykłady stosowania ISO 14 042.
- ISO/TS 14 067:2013(E) Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication.
- Janczewski, J. (2020). Mikromobilność w systemie transportowym miasta. *Przedsiębiorczość — Edukacja*, (16), 257–274. <https://doi.org/10.24917/20833296.161.21>
- Komisja Europejska. (2019). Wytyczne dotyczące sprawozdawczości w zakresie informacji niefinansowych: Suplement dotyczący zgłaszania informacji związanych z klimatem (2019/C 209/01), 20 czerwca 2019 r. Dz. Urz. UE C 2019.209.1.
- Konarzewska, U. (2020). Raportowanie społecznej odpowiedzialności biznesu na polskim rynku kapitałowym. *Marketing i Rynek*, (9). <https://doi.org/10.33226/1231-7853.2020.9.3>
- Kowalska, A. (2016). Etykiety i deklaracje środowiskowe — zarys problemu. *Marketing i Rynek*, (4), 21–29.
- Kulczycka, J. & Wernicka, M. (2015). Metody i wyniki obliczania śladu węglowego działalności podmiotów branży energetycznej i wydobywczej. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN*, (89), 133–142.
- Napp, T. A., Few, S., Sood, A., Bernie, D., Hawkes, A., & Gambhir A. (2019). The role of advanced demand-sector technologies and energy demand reduction in achieving ambitious carbon budgets. *Applied Energy*, 238, 351–367. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.033>
- Nowak, M., & Żuchowski, W. (2017). Wpływ terminali przeladunkowych na ślad węglowy logistyki. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, (117, Transport), 239–248.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady 2019/2088 z dnia 27 listopada 2019 r w sprawie ujawniania informacji związanych ze zrównoważonym rozwojem w sektorze usług finansowych. Dz. Urz. UE L 2019.317.1.
- Śliwińska, A., Strugała-Wilczek, A., Krawczyk, P., Leśniak, A., Urych, T., Chečko, J., & Stańczyk, K. (2022). Carbon Capture Utilisation and Storage Technology Development in a Region with High CO<sub>2</sub> Emissions and Low Storage Potential. A Case Study of Upper Silesia in Poland. *Energies*, 15(12), 4495. <https://doi.org/10.3390/en15124495>
- TCFD. (2017). Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL-2017-TCFD-Report-11052018.pdf>
- Ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości, Dz.U. 1994 nr 121, poz. 591.

### Dr Anna Śliwińska

Pracownik naukowy od lat zajmujący się tematyką oceny cyklu życia (LCA) i śladu węglowego (CF). Od 2007 r. zatrudniona w Głównym Instytucie Górnictwa. W 2010 r. uczestniczyła w kursie dotyczącym LCA: „5-day training course on Life Cycle Assessment (LCA)”, przeprowadzonym przez Jannicka Schmidta (2.0 LCA consultants). W roku 2013 obroniła doktorat dotyczący LCA technologii zgazowania węgla. W 2014 r. wzięła udział w warsztatach pt. „Ekspert w zakresie kalkulacji śladu węglowego i wodnego” (CE2 Centrum Edukacji). W latach 2013–2015 kierownik projektu „Metodyka alokacji obciążeń środowiskowych w ocenie cyklu życia (LCA)” finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki. Autorka wielu publikacji i wykonawca licznych projektów naukowych z zakresu LCA i śladu węglowego.

### Dr Anna Śliwińska

Researcher interested in Life Cycle Assessment (LCA) and carbon footprint (CF) for many years. Since 2007, she has been employed at the Central Mining Institute. In 2010, she participated in the LCA course: "5-day training course on Life Cycle Assessment (LCA)" conducted by Mr. Jannicka Schmidt (2.0 LCA consultants). In 2013, she defended her PhD thesis covering LCA of coal gasification technology. In 2014, she took part in a workshop entitled "Expert in the calculation of carbon and water footprint" (CE2 Centrum Edukacji). In 2013–2015, she was managing the research project "Methodology of allocation of environmental burdens in life cycle assessment (LCA)" funded by the Polish National Science Center. Author of many publications and participant of numerous scientific projects in the field of LCA and carbon footprint.