STANDARD KLASYFIKACJI EMISYJNOŚCI BETONU TOWAROWEGO

EMISYJNOSCBETONU.PL

IMBiTB

STANDARD KLASYFIKACJI EMISYJNOŚCI BETONU TOWAROWEGO

EMISYJNOSCBETONU.PL

Warszawa 2022

IMBiTB

Zespół Projektowy IMBiTB: **mgr inż. Marta Głażewska**
dr inż. Grażyna Bundyra-Oracz
dr inż. Dorota Siemaszko-Lotkowska

Skład i łamanie tekstu, DTP: **AD-LINE, Kraków**
Projekt okładki **Artur Darłak**

Recenzja **mgr inż. Jacek Boruc – Warbud S.A.**
mgr inż. Ewa Kowalska-Ocneanu – WSP Polska

© Copyright by Instytut Materiałów Budowlanych i Technologii Betonu Sp. z o.o., Warszawa 2022

Wydawca: Instytut Materiałów Budowlanych i Technologii Betonu Sp. z o.o.
Palisadowa 20/22, 01-940 Warszawa

tel. +48-22-614-09-75
kom. +48-609-709-490, +48-609-709-690
+48-532-754-561, +48-600-438-677
e-mail: sekretariat@imbitb.pl
www.imbitb.pl

Spis treści

Wprowadzenie 5

1 | Wstęp 7

1.1. Porozumienia klimatyczne 7

Protokół z Kioto 1997 7

Konferencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Paryż 2015 8

Pakiet „Fit for 55", 2021 8

2 | Kwantyfikacja emisji gazów cieplarnianych 8

2.1. Efekt cieplarniany 8

2.2. Gazy cieplarniane 9

2.3. Współczynnik ocieplenia globalnego 10

2.4. Równoważnik dwutlenku węgla 11

3 | Ślad węglowy 12

3.1. Normy organizacyjne śladu węglowego 13

Greenhouse Gas Protocol 13

Standard PAS 2060 13

PN-EN ISO 14064 13

PN-EN ISO 14067 13

PN-EN 15804 13

3.2. Certyfikacja obiektów budowlanych 13

3.3. Analiza cyklu życia 14

3.4. Wbudowany i operacyjny ślad węglowy budynków 18

3.5. Zakresy śladu węglowego 20

3.6. Ślad węglowy firmy 23

3.7. Ślad węglowy produktu 24

4 | Bilansowanie gazów cieplarnianych 24
4.1. Przygotowanie do inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych 24
4.2. Analiza obszarów działalności firmy i emisji w poszczególnych zakresach 25
4.3. Kwantyfikacja emisji GHG 26
Metodyka obliczeniowa 26
Przykładowe zestawienie emisji zakresu pierwszego 27
Przykładowe zestawienie emisji zakresu drugiego 27
Przykładowe zestawienie emisji zakresu trzeciego 28
4.4. Obliczanie śladu węglowego 28

5 | Aplikacja do kalkulacji śladu węglowego betonu autorstwa IMBiTB 30
5.1. Klasyfikacja betonu niskoemisyjnego 32

6 | Sposoby obniżania śladu węglowego betonu 34
6.1. Kompensacja emisji gazów cieplarnianych 35
6.2. Greenwashing 36

7 | Podsumowanie 37

8 | Spis tabel 38

9 | Spis rysunków 38

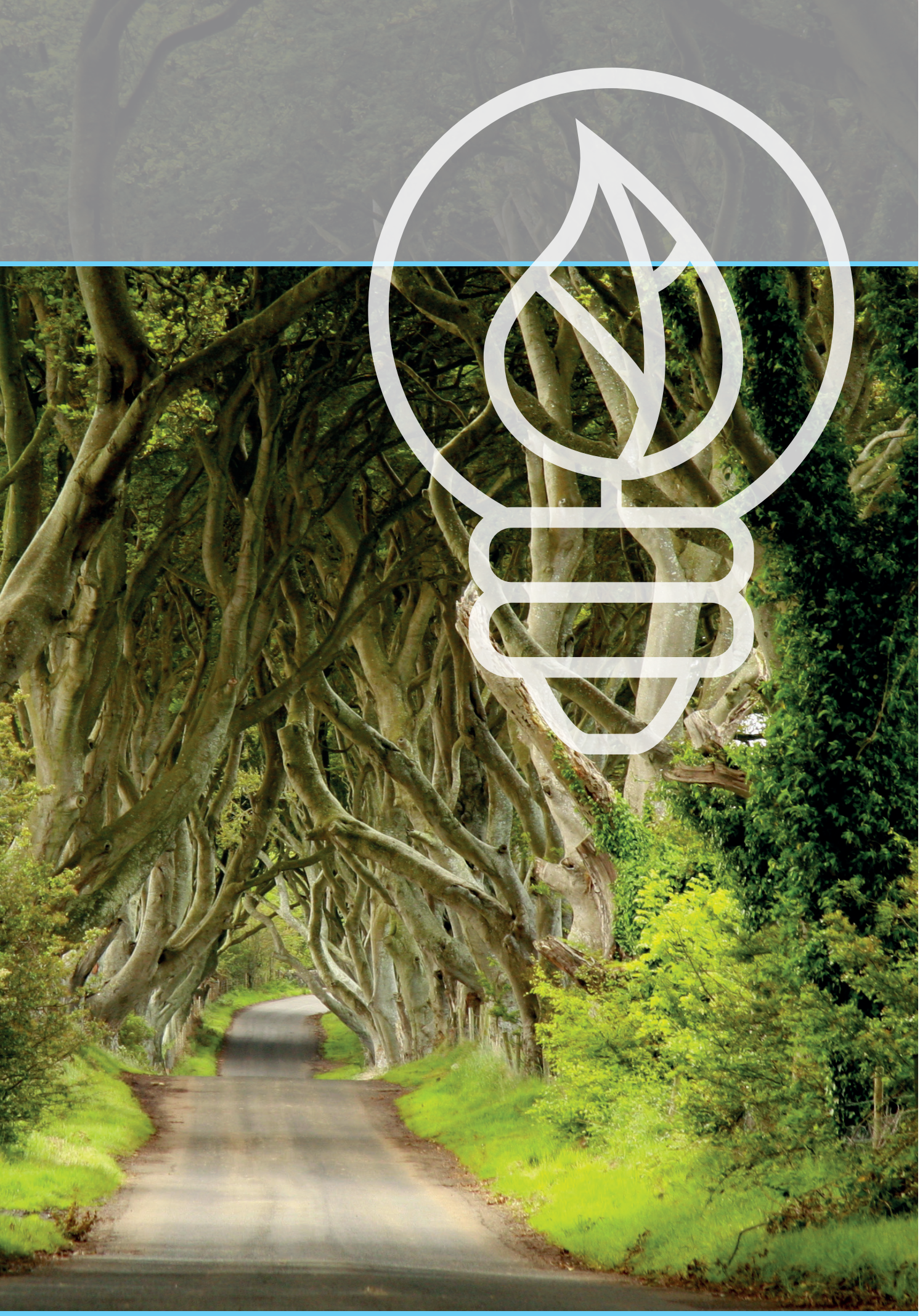
Wprowadzenie

Niniejszy standard został opracowany przez Zespół Projektowy IMBiTB. Przedstawiono w nim obiektywną klasyfikację betonu towarowego ze względu na częściowy ślad węglowy. Dokument powstał w oparciu o doświadczenie i profesjonalną praktykę. Zawarto w nim wymagania z uwzględnieniem aspektów efektywności środowiskowej.

W dokumencie opisano różne podejścia i metodologie liczenia śladu węglowego oraz podstawowe zagadnienia, których znajomość jest niezbędna do swobodnego poruszania się w tej tematyce.

Sposób liczenia stosowany w systemie certyfikacji recept IMBiTB bazuje na normie PN-EN 15 978 i został opisany w rozdziale piątym.

EMISYJNOSCBETONU.PL



1 Wstęp

Zmiany klimatyczne, spowodowane czynnikami antropogenicznymi, stanowią obecnie jeden z najważniejszych problemów środowiskowych. Rządy, organizacje pozarządowe oraz przedstawiciele przemysłu i biznesu podejmują inicjatywy zmierzające do redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz działania obejmujące ciągły monitoring, raportowanie, weryfikację i prognozowanie skutków zmian klimatu. Poszukiwano narzędzi, które określałyby wpływ danego produktu, przedsiębiorstwa czy procesu na środowisko. W ten sposób powstała metoda pozwalająca policzyć ślad węglowy (ang. carbon footprint – CF).

Obliczenie śladu węglowego jest pierwszym krokiem w kierunku jego zmniejszenia. Oznacza to również, że można go zgłosić lub uzyskać niezależną certyfikację dla celów marketingowych lub odpowiedzialności korporacyjnej, a przede wszystkim w celu spełnienia wymogów dotyczących zmian klimatu.

Istnieją dwa podstawowe powody, aby obliczyć ślad węglowy:

- Świadome zarządzanie emisją gazów cieplarnianych i podjęcie działań pozwalających na ograniczenie jej w czasie;
- Okazanie śladu węglowego interesariuszom.

Określenie ilościowe źródeł emisji gazów cieplarnianych pomoże zrozumieć, jaki wpływ na zmiany klimatyczne mają poszczególne sektory danej organizacji. Umożliwia to uszeregowanie pod względem ważności obszarów redukcji emisji, co często przyczyni się również do zmniejszenia kosztów ogólnych przedsiębiorstwa.

Liczenie śladu węglowego nie powinno być odbierane tylko jako obowiązek, ale jako istotny krok do rozwoju biznesu na wielu płaszczyznach.

1.1. Porozumienia klimatyczne

Protokół z Kioto 1997

Protokół z Kioto jest międzynarodowym porozumieniem mającym na celu zmniejszenie emisji CO_2 i innych gazów cieplarnianych (ang. greenhouse gases - GHG) w atmosferze. Podstawową zasadą protokołu z Kioto było postanowienie, że kraje uprzemysłowione muszą zmniejszyć ilość emisji CO_2. Państwa, które ratyfikowały protokół z Kioto, otrzymały maksymalne poziomy emisji dwutlenku węgla na określone okresy i mogły uczestniczyć w handlu kredytami węglowymi. Jeżeli kraj wyemitowałby więcej niż wyznaczony limit, wówczas zostałby „ukarany" poprzez otrzymanie niższego limitu emisji w następnym okresie.

Konferencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Paryż 2015

Porozumienie ma na celu znaczne ograniczenie globalnej emisji gazów cieplarnianych. Przed konferencją 146 państwowych zespołów publicznie zaprezentowało własne projekty klimatyczne (INDC - Intended Nationally Determined Contributions).

Zasugerowane wówczas zobowiązania określały ograniczenie wzrostu globalnego ocieplenia do 2,7 °C powyżej poziomów sprzed okresu przemysłowego do 2100 roku. Dla przykładu Unia Europejska zasugerowała, że INDC zobowiązuje do przynajmniej 40% redukcji emisji przed 2030 rokiem w porównaniu do 1990 roku.

Pakiet „Fit for 55", 2021

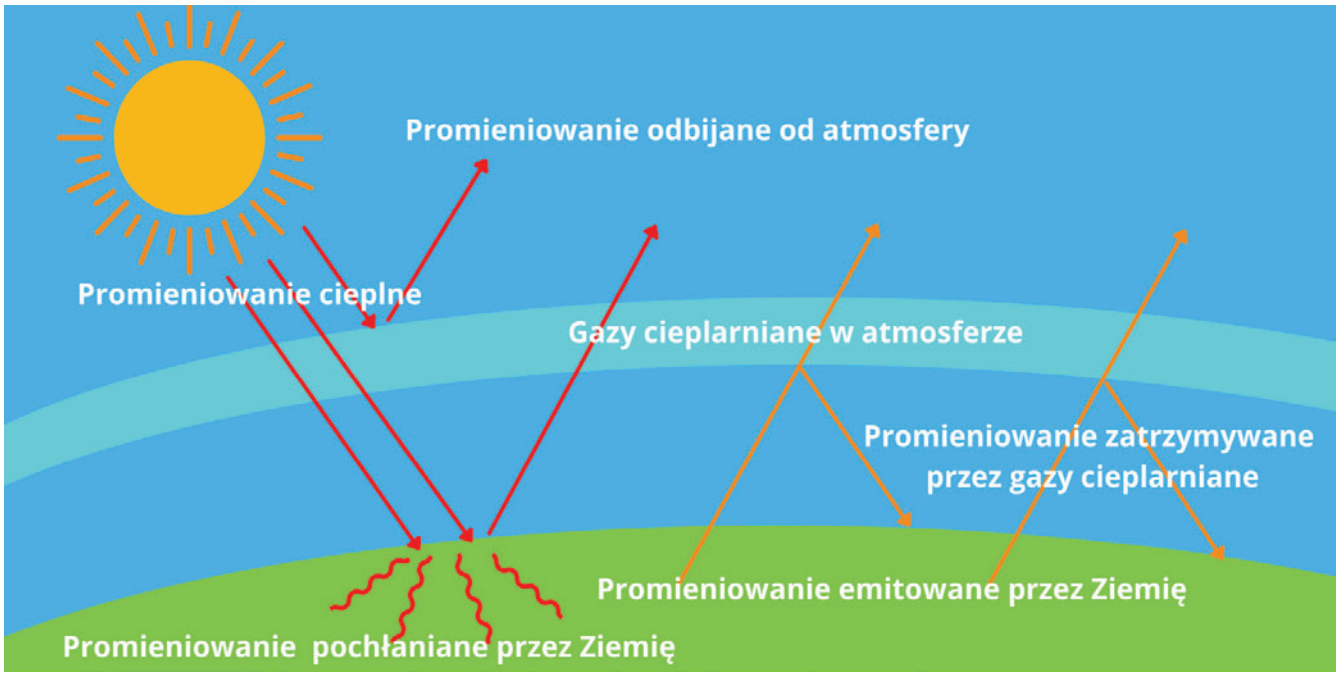
Pakiet propozycji legislacyjnych „Fit for 55", przyjęty 14 lipca 2021r. przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Zielonego Ładu, ma na celu unowocześnienie istniejącego porozumienia z 2015 roku. Wprowadza zmiany potrzebne aby zmniejszyć emisje netto o co najmniej 55 proc. (w porównaniu z 1990 r.) do 2030 r. oraz osiągnąć neutralność klimatyczną do 2050 r. Podkreślano, że cele te nie mogą zostać osiągnięte bez znacznego ograniczenia emisji w budownictwie i transporcie drogowym. Komisja proponuje nowy ogólnounijny system handlu uprawnieniami do emisji, który nałoży opłaty za emisję z sektorów budownictwa i transportu drogowego. Nowy system ma zacząć działać od 2026 roku.[1]

2 Kwantyfikacja emisji gazów cieplarnianych

2.1. Efekt cieplarniany

Zjawisko polega na zatrzymywaniu, przez obecne w atmosferze związki chemiczne, części promieniowania cieplnego emitowanego przez Ziemię i odbijanego od jej powierzchni. Naturalny efekt cieplarniany wywołuje para wodna oraz inne gazy pochodzenia nieantropologicznego obecne w dolnej części atmosfery, przepuszczając promieniowanie słoneczne i zatrzymując część promieniowania emitowanego przez Ziemię. Dzięki temu możliwe są na niej dodatnie temperatury. Działalność człowieka spowodowała występowanie dodatkowego efektu cieplarnianego. Obserwowany wzrost temperatury powierzchni Ziemi spowodowany jest utrudnioną wymianą energii przez zwiększenie stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze (Rys.2.1). Ziemia wypromieniowuje w kosmos mniej energii niż pochłania ze Słońca. Ocieplenie klimatu wynika z nasilenia efektu cieplarnianego a nie z samego faktu jego istnienia.[2]

1 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/qanda_21_3542
2 https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/efekt-cieplarniany-abc/



Rys. 2.1. Schematyczne przedstawienie zasady działania efektu cieplarnianego

2.2. Gazy cieplarniane

Cząsteczki gazów cieplarnianych składają się z trzech i więcej różnych atomów. Taka budowa nadaje im właściwości pozwalające na absorpcję i emisję promieniowania podczerwonego. Z jednej strony gazy cieplarniane przepuszczają promieniowanie w bliskiej podczerwieni, emitowane przez Słońce, z drugiej zaś pochłaniają promieniowanie w dalekiej podczerwieni emitowane z powierzchni Ziemi, a następnie ponownie je oddają. Głównymi gazami cieplarnianymi, obecnymi w atmosferze z przyczyn antropogenicznych, są dwutlenek węgla, metan, podtlenek azotu i halony.[3]

Powszechnie uważa się, że metan jest silniejszym gazem cieplarnianym niż dwutlenek węgla. Przeprowadzając analizę takiej samej liczby cząsteczek CO_2 i CH_4, poprzez określenie energii pochłanianego promieniowania podczerwonego, okazuje się, że metan ma silniejszy wpływ cieplarniany.

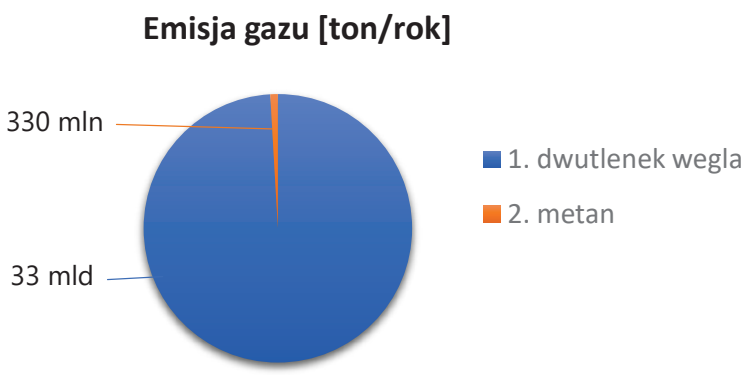
Metan absorbuje więcej promieniowania o długościach fali leżących w zakresie tzw. okna atmosferycznego w podczerwieni, czyli takich, których nie absorbuje para wodna, stąd duże znaczenie metanu w efekcie cieplarnianym na Ziemi.

Cząsteczki metanu mają większą gęstość niż cząsteczki dwutlenku węgla, a to oznacza, że tona metanu liczy więcej cząsteczek niż tona dwutlenku węgla. To istotne, jeśli chcemy porównywać masy gazów znajdujących się w atmosferze, czy też emitowanych do niej.

Z drugiej strony, masa dwutlenku węgla obecnego w atmosferze jest blisko tysiąc razy większa niż masa metanu, a jego stężenie ponad 200 razy wyż-

3 https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/efekt-cieplarniany-dla-sredniozaawansowanych-2-gazy-cieplarniane-i-ich-cechy-410/

sze. Antropogeniczne emisje dwutlenku węgla są ponad stukrotnie większe (około 36 mld ton rocznie) niż emisje metanu (około 330 mln ton rocznie).[4] Na rysunku 2.2 przedstawiono roczne emisje obu gazów za pomocą wykresu kołowego.



Rys. 2.2. Antropogeniczne emisje dwutlenku węgla i metanu

Pochłanianie promieniowania cieplnego przez gazy można w przybliżeniu opisać zależnością logarytmiczną. Oznacza to, że skoro metanu jest mało, to każda dodatkowa tona wzmaga efekt cieplarniany bardziej niż dodatkowa tona dwutlenku węgla, którego jest w atmosferze znacznie więcej. Mimo tego, wkład wzrostu stężenia dwutlenku węgla w tempo nasilania się efektu cieplarnianego jest aktualnie blisko trzydziestokrotnie większy, niż wkład wzrostu stężenia metanu.

Po upływie kilkunastu lat większość obecnego w atmosferze metanu ulega utlenieniu. Produktem tej reakcji jest CO_2, który pozostaje w atmosferze znacznie dłużej. Wzrost ilości metanu w atmosferze jest znaczącym czynnikiem wpływającym na globalne ocieplenie, jednak nie aż tak silnym, jak wzrost ilości dwutlenku węgla.

2.3. Współczynnik ocieplenia globalnego

Gazy cieplarniane utrzymują się w atmosferze przez różne okresy czasu, a także pochłaniają różne ilości ciepła. Współczynnik ocieplenia globalnego (ang. Global Warming Potential – GWP) jest wskaźnikiem służącym do ilościowej oceny wpływu danej substancji na efekt cieplarniany. GWP porównuje ilość ciepła zatrzymanego przez określoną masę gazu (np. 1 kg) do ilości ciepła zatrzymanego przez taką samą masę dwutlenku węgla. Współczynnik ten jest przeliczany dla określonego przedziału czasu, 20, 100 lub 500 lat (przyjęty horyzont czasowy to zazwyczaj 100 lat). Wartość wskaźnika dla dwutlenku węgla wynosi 1, natomiast dla wszystkich pozostałych gazów cieplarnianych jest liczbą x razy większą. W tabeli 2.1 przedstawiono współczynniki GWP dla

4 https://naukaoklimacie.pl/fakty-i-mity/mit-to-metan-jest-glowna-przyczyna-ocieplenia-80/

najważniejszych gazów cieplarnianych branych pod uwagę podczas wyliczania śladu węglowego.[5]

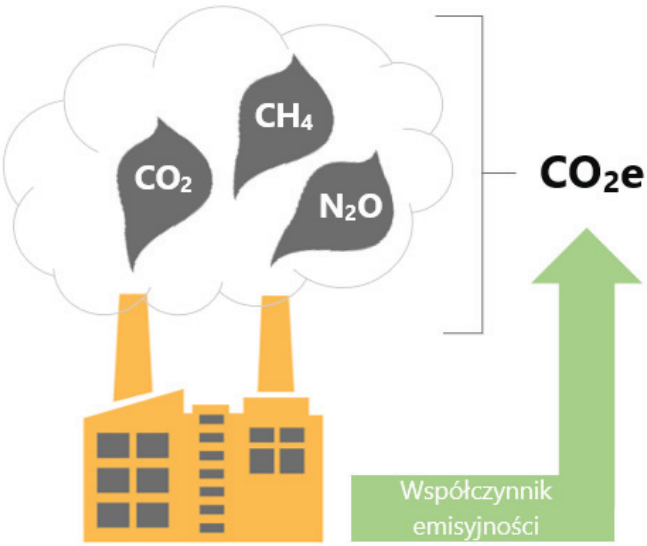
Tabela 2.1. Współczynniki GWP dla wybranych gazów cieplarnianych

Nazwa gazu	Wzór chemiczny	Źródła	GWP_{100}
Dwutlenek węgla	CO_2	Spalanie paliw kopalnych, produkcja cementu	1
Metan	CH_4	Hodowla zwierząt, rozkład odpadów komunalnych	27,9
Podtlenek azotu	N_2O	Działalność rolnicza i przemysłowa, oczyszczanie ścieków	273

2.4. Równoważnik dwutlenku węgla

Równoważnik dwutlenku węgla (ang. Equivalent carbon dioxide – CO_2e) to stężenie dwutlenku węgla , które powodowało identyczny skutek jak dane stężenie porównywanego gazu cieplarnianego.

Jest to wielkość przypisująca danej mieszaninie gazów cieplarnianych, ilość dwutlenku węgla, która miałaby ten sam GWP, mierzony w określonym czasie (zwykle 100 lat). Równoważnik dwutlenku węgla odzwierciadla więc raczej długofalowy efekt, niż chwilową wartość opisywaną przez CO_2e. Wartość CO_2e dla gazu jest otrzymywana przez pomnożenie masy i GWP gazu. Przykładowo GWP metanu dla 100 lat wynosi 27,9, a podtlenku azotu 273. To oznacza, że



Rys. 2.3. Schematyczne przedstawienie sposobu opisu emisji gazów cieplarnianych

5 https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report_smaller.pdf

emisja 1 miliona ton metanu i 1 miliona ton podtlenku azotu da taki sam efekt cieplarniany jak odpowiednio 27,9 i 273 milionów ton dwutlenku węgla.

Określenia te powstały aby umożliwić opisanie oddziaływania różnych gazów cieplarnianych za pomocą jednego współczynnika.

Warto również zauważyć, że „CO_2e" jest czasami zapisywane jako „CO_2eq", „ekwiwalent CO_2" i „równoważnik CO_2". Terminy mogą być używane zamiennie.

Przy liczeniu równoważnika CO_2 bierzemy pod uwagę emisję dwutlenku węgla, metanu i podtlenku azotu.

Współczynnik emisyjności (ang. Emission Factor – EF) to wskaźnik, który pozwala na przeliczenie danych dotyczących działalności na emisje gazów cieplarnianych. Jest to średnia wielkość emisji z danego źródła w odniesieniu do konkretnego procesu lub obszaru działalności. Współczynniki emisyjności deklarowane przez producentów, jak również te pozyskiwane ze specjalistycznych baz danych, stanowią podstawę do obliczania śladu węglowego.

3 Ślad węglowy

Ślad węglowy jest definiowany jako całkowita emisja gazów cieplarnianych spowodowana przez osobę, wydarzenie, organizację lub produkt, wyrażona jako ekwiwalent dwutlenku węgla w całym cyklu życia lub w przeliczeniu na dany okres rozliczeniowy. Obejmuje on emisję dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych mierzoną równoważnikiem CO_2. Ślad węglowy jest pośrednim wskaźnikiem zużycia energii i innych zasobów.

Pojęcie to zostało opracowane w ramach partnerstwa dwóch globalnych stowarzyszeń; World Resources Institute (WRI) i World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Rezultatem tego partnerstwa jest tzw. Protokół Gazów Cieplarnianych (Greenhouse Gas Protocol), który dostarcza najbardziej rozpowszechnione na świecie standardy rachunkowości w zakresie GHG.[6]

WORLD RESOURCES INSTITUTE

wbcsd

GREENHOUSE GAS PROTOCOL

6 https://ghgprotocol.org/

3.1. Normy organizacyjne śladu węglowego

Wymierne określenie emisji gazów cieplarnianych podczas cyklu życia wybranego produktu, jest możliwe dzięki przyjęciu wypracowanej, jednolitej metodologii, którą powinni stosować wszyscy decydujący się na liczenie śladu węglowego. Poniżej wyszczególniono standardy dotyczące tej tematyki.

Greenhouse Gas Protocol

Powszechnie nazywany „GHG Protocol" jest jednym z najszerzej stosowanych międzynarodowych narzędzi rachunkowości do oceny i raportowania emisji gazów cieplarnianych na poziomie korporacyjnym, projektu oraz produktu.[6]

Standard PAS 2060

Zawiera spójną metodę oraz wymagania dotyczące oceny emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia produktu i usług przedsiębiorstwa. Jest powszechnie uznawana i stosowana na całym świecie.[7]

PN-EN ISO 14064

Norma określa wytyczne kwantyfikowania, monitorowania oraz raportowania redukcji emisji i zwiększania pochłaniania gazów cieplarnianych na poziomie projektu i organizacji, jak również wytyczne dotyczące weryfikacji i walidacji oświadczeń dotyczących gazów cieplarnianych.

PN-EN ISO 14067

Dokument określa zasady, wymagania i wytyczne dotyczące kwantyfikacji i raportowania śladu węglowego, również częściowego, w sposób zgodny z międzynarodowymi normami dotyczącymi oceny cyklu życia ISO 14040 i ISO 14044.

PN-EN 15804

Norma dostarcza narzędzi pozwalających na opracowanie deklaracji środowiskowej produktu (ang. Environmental Product Declaration – EPD), która stanowi ocenę jego oddziaływania na środowisko w cyklu życia oraz na poszczególnych etapach wytwarzania. Pozwala nabywcom dokonać świadomego wyboru materiałów budowlanych pod kątem zrównoważonego wykorzystania zasobów. Jest to kluczowy dokument w przypadku obejmowania wykonywanych obiektów budowlanych certyfikatami takimi jak LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) czy BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).

3.2. Certyfikacja obiektów budowlanych

Certyfikacja budynków w systemach wielokryterialnej oceny na całym świecie stała się już niemal standardem. Liczba zielonych budynków stale rośnie.

7 PAS 2060:2014 Specification for the demonstration of carbon neutrality, British Standards Institution - Publication Index | NBS (thenbs.com)

W Polsce istnieje obecnie 1100 takich obiektów, których suma certyfikowanej powierzchni użytkowej przekroczyła 23 miliony m^2.[8]

Ocena budynków prowadzona jest ustandaryzowaną metodą przez niezależną jednostkę. Przystąpienie do weryfikacji jest dobrowolne, a spełnienie wymagań określonych przez standardy przekłada się na niższe rachunki docelowych użytkowników oraz poprawę ich komfortu z poszanowaniem środowiska i otoczenia budynku w całym cyklu jego życia. Uzyskanie certyfikatu podwyższa wartość nieruchomości, co ma znaczenie zarówno dla inwestorów jak i nabywców.

Budynek, aby można było go nazwać zrównoważonym, musi spełnić szereg wymagań, między innymi zostać wykonany z odpowiednich materiałów budowlanych. Od ich doboru zależy zapotrzebowanie obiektu na energię w całym cyklu życia, poczynając od pozyskania surowców, wykonania materiałów, aż po ich recykling. Podczas certyfikacji materiały budowlane oceniane są pod względem szeregu wymogów: efektywności izolacyjnej, szczelności, wpływu na środowisko naturalne, trwałości, jak również zmniejszenia kosztów całkowitych budynku.

W Polsce najwięcej budynków, ponad 78% ze wszystkich 1100 obiektów, posiada certyfikację w systemie BREEAM. W LEED certyfikowanych jest ponad 17% wszystkich budynków, natomiast udział pozostałych czterech certyfikacji (WELL, DGNB, GBS, HQE) wynosi średnio po 1%.[8]

W tabeli 3.1 opisano w jaki sposób zastosowanie betonu o obniżonej emisji wpływa na proces certyfikacji budynków w dwóch najczęściej stosowanych standardach.

Tabela 3.1 Zastosowanie betonu o obniżonej emisyjności w kontekście certyfikacji budynków

Certyfikat	Kredyt	Wpływ zastosowania betonu o obniżonej emisji
LEED	MRc1	Ograniczenie emisji CO_2 dla inwestycji wyliczonej w stosunku do budynku referencyjnego. Wykorzystanie betonu o obniżonej emisji pozwoli na wykazanie oszczędności w stosunku do „tradycyjnego betonu”.
BREEAM	MAT01	Ograniczenie emisji CO_2 w analizie LCA. Analiza jest punktowana za zakres obliczeń. Beton o obniżonej emisji przyczyni się do polepszenia wyniku.

3.3. Analiza cyklu życia

Ocena cyklu życia (ang. life cycle assessment – LCA) to metoda z zakresu zarządzania procesami wytwórczymi, mająca na celu określenie ich oddziaływania na środowisko. Istotą tej metody jest nastawienie nie tylko na ocenę końcowego wyniku danego procesu technologicznego, ale również wszystkich jego składowych. Najbardziej znane programy do przeprowadzania oceny cy-

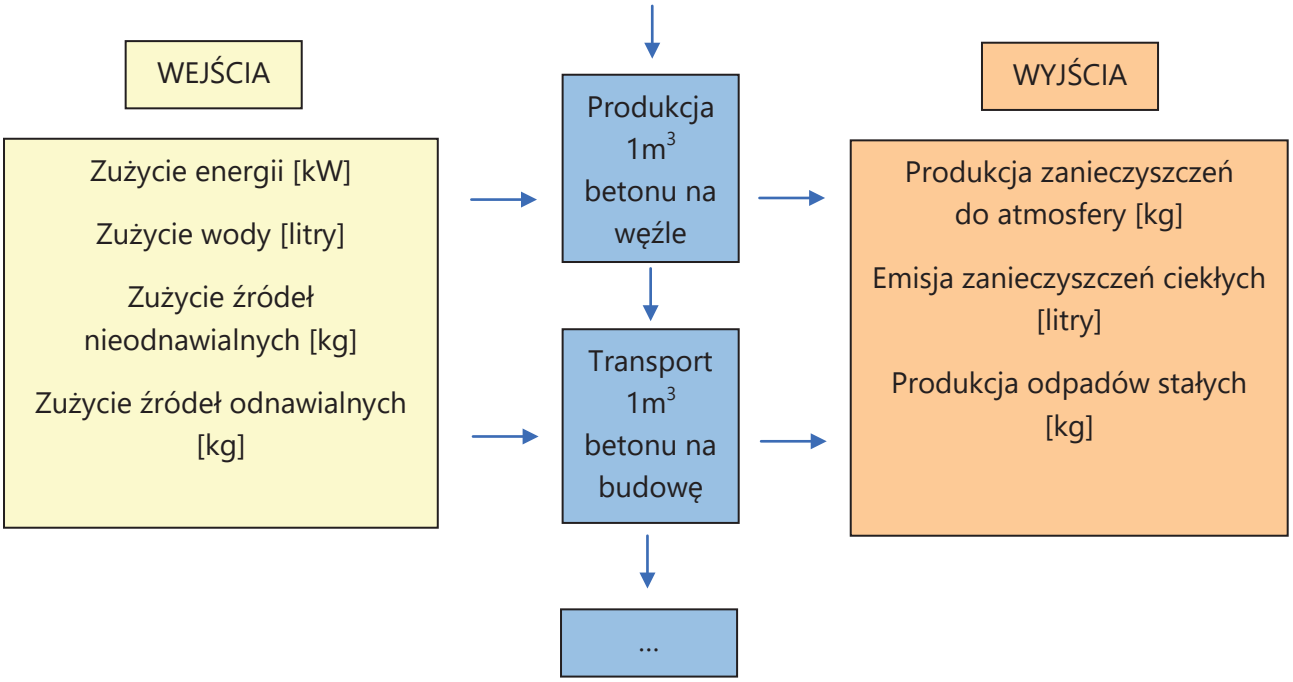
8 https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2021/04/Certyfikacja-zielonych-budynkow-2021.pdf

klu życia to: One Clic, Sima Pro, Umberto i GaBi. Płatne licencje umożliwiają korzystanie z baz danych i narzędzi kalkulacyjnych.

LCA opiera się na analizie czterech segmentów:

- Zidentyfikowanie celów i zakresów – podczas tego etapu określane są granice badanego modelu. Dokonuje się wyboru typu analizy, jej szczegółowość, zakres geograficzny, technologiczny i czasowy.
- Analiza zbioru wejść i wyjść – analiza jakościowa i ilościowa, podczas której brane są pod uwagę wszystkie zaplanowane w pierwszym punkcie etapy procesu produkcyjnego (nabycie surowców, transport, wytworzenie produktu, jego transport i użytkowanie, usunięcie, wywóz i recykling). Ze względu na złożoność cyklu życia produktu, informacje dotyczące konkretnego procesu pobiera się ze specjalistycznych baz danych, lub pozyskuje od dostawców. Przykład analizy fragmentu procesu produkcji betonu zamieszczono na rysunku 3.1.
- Ocena wpływu – przeprowadzana w celu zrozumienia i oszacowania wpływu na zdrowie ludzkie i ekosystem. Dane grupuje się na kategorie wpływu zgodnie z użytą do oszacowania metodą np. czynniki rakotwórcze, wpływ na układ oddechowy, zubożenie warstwy ozonowej, eutrofizacja, zużycie zasobów.

Interpretacja wyników – polega na zebraniu obserwacji i formułowaniu ostatecznych wniosków na temat analizy. Na tym etapie identyfikuje się ograniczenia na drodze do osiągnięcia postawionych celów oraz rozpoznaje główne procesy, które mają wpływ na środowisko. Dzięki otrzymanym wynikom można wybrać najbardziej przyjazny system produkcji wyrobu.[9]



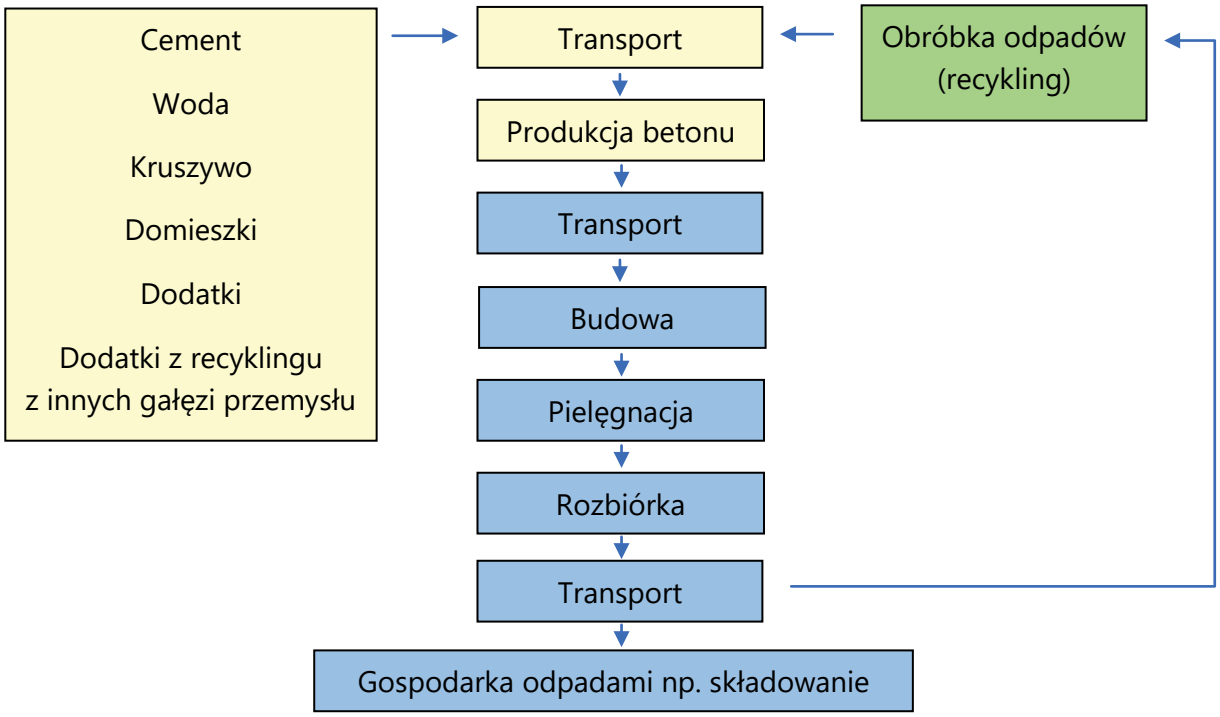
Rys. 3.1. Fragment analizy wejść i wyjść przykładowego procesu

9 http://ztch.umcs.lublin.pl/materialy/rozdzial_25.pdf

Struktura LCA – trzy podejścia, które mogą być rozpatrywane, różniące się zakresem:

- Od kołyski do bramy (ang. crade – to – gate);
- Od kołyski aż po grób (ang. crade – to – grave);
- Od kołyski do kołyski (ang. crade – to – crade).

Na rysunku 3.2 zamieszczono podstawowy schemat LCA dla produkcji betonu. Na jego przykładzie wyjaśnione zastaną powyższe terminy. W podejściu „od kołyski do bramy" w obliczeniach brane są pod uwagę wyłącznie składowe procesu zaznaczone na żółto. Rozpatrując podejście „od kołyski aż po grób" analizie poddawane są również niebieskie elementy. Obróbka odpadów, o kolorze zielonym, jest uwzględniana jedynie w najszerszym zakresie oceny - „od kołyski do kołyski".[10]



Rys. 3.2. Uproszczony schemat LCA dla produkcji betonu

W podobny sposób można opisać cykl życia budynku. Pozwala to na kompleksową ocenę jego bilansu ekologicznego. Podczas wykonywania szczegółowej oceny środowiskowej, konieczne jest uwzględnienie wszystkich występujących kolejno po sobie faz istnienia budynku. Zgodnie z normą PN-EN 15978 można wyróżnić 4 główne fazy cyklu istnienia budynku. Zostały one przedstawione w tabeli 3.2. Wyjaśnienie użytych kolorów znajduje się na stronach 17-18.

10 https://www.ewaluacja.gov.pl/media/24322/Opracowanie%20metodyki%20LCA%20do%20oceny%20program%C3%B3w%20infrastrukturalnych.pdf

Tabela 3.2. Fazy cyklu życia budynku wg normy PN-EN 15978

Faza wyrobu			Faza budowy		Faza użytkowania							Faza końca życia				Info
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Wydobycie i wytworzenie surowców	Transport	Produkcja wyrobu	Transport	Instalacja, wbudowanie	Użytkowanie	Konserwacja	Naprawa	Wymiana	Renowacja	Zużycie energii podczas użytkowania	Zużycie wody podczas użytkowania	Rozbiórka, wyburzanie	Transport	Przetwarzanie odpadów	Składowanie, usuwanie odpadów	Potencjał ponownego wykorzystania

Fazy życia, począwszy od produkcji materiałów budowlanych, aż po likwidację budynku, występują w różnych przedziałach czasowych. Niektóre z nich mogą trwać zaledwie kilka godzin (np. faza wyrobu), podczas gdy inne ciągną się całymi latami (faza użytkowania).

W pierwszej fazie cyklu życia budynku działaniem, które w większości przypadków najmocniej obciąża środowisko, jest pozyskiwanie surowców i wykorzystywanie energii do produkcji materiałów budowlanych. Na tym etapie największym problemem jest kumulacja zanieczyszczeń w ekosystemach.

Podczas fazy budowy środowisko naturalne zostaje obciążone na skutek robót ziemnych, poboru i wykorzystania energii przez maszyny budowlane oraz wykonywania poszczególnych elementów budynku.

Faza użytkowania jest najdłuższą ze wszystkich wyszczególnionych, co powoduje, że związane z nią emisje są znacznie rozłożone w czasie. Wraz z wiekiem budynku, wzrastać będzie jego negatywne oddziaływanie na środowisko. Wynika to np. z pogarszania się współczynnika przenikania ciepła użytych materiałów. Istotne, z punktu widzenia obniżenia śladu węglowego, jest więc przeprowadzanie remontów, które pozwalają na przywrócenie początkowych właściwości użytkowych. Przyjmuje się, że generalny remont należy przeprowadzić po 20-25 latach prawidłowej eksploatacji.

Końcowym etapem cyklu życia budynku jest jego likwidacja. Wpływ na środowisko tej fazy zależy w dużej mierze od technologii wykorzystanej do wyburzania, odzyskiwania i utylizacji materiałów. Na tym etapie trudnością przy

wykonywaniu analizy LCA jest próba przewidzenia technologii recyklingowej, jaka wykorzystywana będzie po zakończeniu fazy użytkowania budynku – co może nastąpić nawet po okresie 100 lat. Niektóre programy do obliczania śladu węglowego wykorzystują fazę D w celu obniżenia wartości śladu węglowego.

3.4. Wbudowany i operacyjny ślad węglowy budynków

Całkowity ślad węglowy (ang. whole life carbon) budynku wylicza się biorąc pod uwagę jego cały cykl życia i sumując emisje ze wszystkich faz, tj. od A1 do C4, z pominięciem fazy B7. Składają się na niego wbudowany (ang. embodied carbon) oraz operacyjny ślad węglowy (ang. operational carbon).

Operacyjny ślad węglowy to emisje związane z eksploatacją budynku, systemami grzewczymi oraz zapotrzebowaniem na energię podczas jego użytkowania. Można go obniżać poprzez zastosowanie odpowiednich, energooszczędnych rozwiązań oraz materiałów z niskim współczynnikiem przenikania ciepła. Dotyczy on zaznaczonego na czerwono etapu B6 w tabeli 3.2. W zależności od geometrii budynku i jego umiejscowienia, zapotrzebowanie na energię będzie inne. Nie jest zatem możliwe porównywanie między sobą dwóch inwestycji pod kątem ich śladu węglowego, ponieważ nawet budynki wykonane na podstawie tego samego projektu, z tych samych materiałów będą wykazywały różne zapotrzebowanie na energię w zależności od ich umiejscowienia.[11]

Wbudowany ślad węglowy jest związany z wyprodukowaniem materiałów budowlanych, przetransportowaniem ich na teren budowy, prowadzeniem procesów konstrukcyjnych, remontów, wyburzeń oraz przetwarzaniem i składowaniem odpadów. Jest to ślad węglowy, który wylicza się sumując emisję

Rys. 3.3. Przyporządkowanie faz cyklu życia budynku do funkcjonujących pojęć

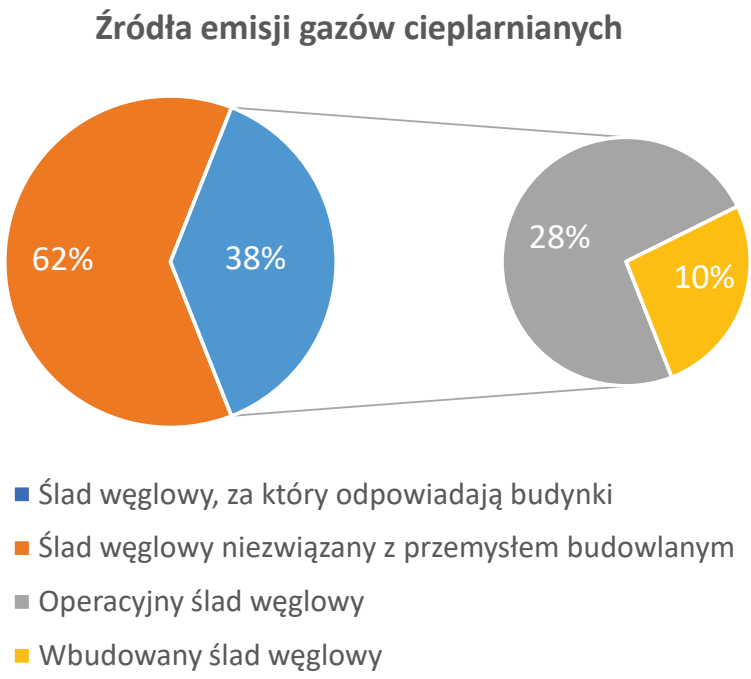
11 https://www.arch.pw.edu.pl/Aktualnosci/Publiczna-obrona-rozprawy-doktorskiej-mgr-inz.-arch.-Michal-Pierzchalski

zaznaczonych na żółto w tabeli 3.2 etapów cyklu życia: faza wyrobu A1-A3, faza wznoszenia A4-A5, faza użytkowania B1-B5 oraz faza końca życia C1-C4. Redukcji wbudowanego śladu węglowego dokonuje się poprzez zastosowanie materiałów budowlanych oraz technologii o obniżonej emisyjności. Tak jak zostało to przedstawione na rysunku 3.3, wbudowany ślad węglowy można podzielić na trzy mniejsze moduły.

Etapem nie uwzględnianym w całkowitym śladzie węglowym budynku, znajdującym się poza jego cyklem życia jest faza D. Dotyczy ona emisji, które wynikają z ponownego wykorzystania materiałów.

Największy udział śladu węglowego, odnotowuje się w fazach użytkowania B1-B6, druga w kolejności jest faza wyrobu A1-A3. Faza budowy i końca życia mają znikomy udział w całym procesie.[11] Na rysunku 3.4 przedstawiono globalny ślad węglowy, za który odpowiadają budynki, w zestawieniu z pozostałymi źródłami emisji gazów cieplarnianych. Ślad węglowy budynków stanowi 38% światowych emisji CO_2, z czego 28% pochodzi z fazy użytkowania B6, a pozostałe 10% to wbudowany ślad węglowy.[12]

Wraz z rozwojem technologii pozwalających na zmniejszanie emisji podczas fazy użytkowania budynku, rośnie udział wbudowanego śladu węglowego, a jego redukcja staje się coraz bardziej istotna. Pośród wszystkich stosowanych grup materiałowych, za największy, udział w śladzie węglowym odpowiada beton.



Rys. 3.4. Źródła światowych emisji gazów cieplarnianych

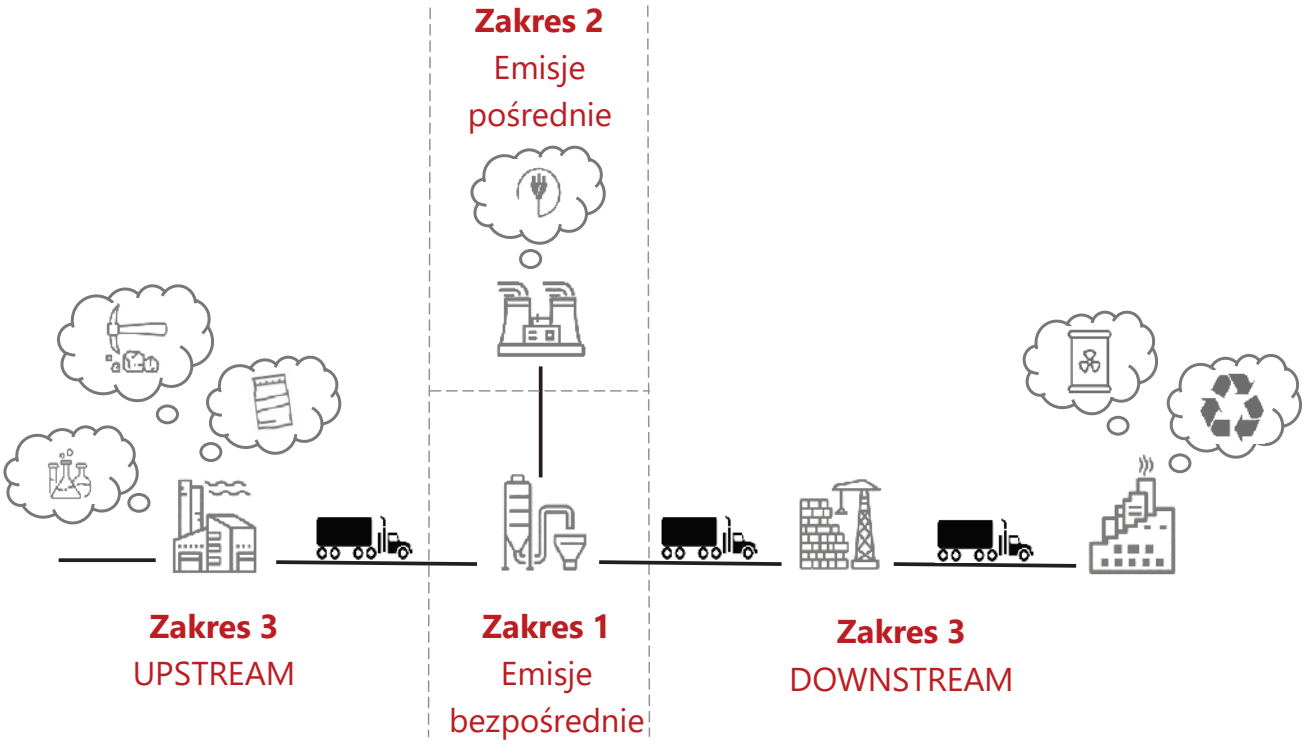
Producent betonu ma największy wpływ na dwie pierwsze fazy cyklu życia budynku, fazę wyrobu oraz fazę budowy. Obniżanie śladu węglowego budynku

12 https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2021/06/Mapa-drogowa-dekarbonizacji-2050.pdf

w jego przypadku należy zatem rozpatrywać w obrębie własnego przedsiębiorstwa i produktu. Kluczowe jest tworzenie receptur betonu o obniżonej emisyjności oraz opracowywanie technologii pozwalających na ich wbudowanie.

3.5. Zakresy śladu węglowego

Przed przystąpieniem do redukcji śladu węglowego betonu, konieczne jest rozpoznanie źródeł emisji. Na rysunku 3.5 przedstawiono trzy zakresy, które wyróżnia się w celu systematyzacji i analizy danych. Jest to podział przyjęty w protokole GHG, który pozwala na jakościowe i ilościowe opisanie emisji przedsiębiorstwa i produktu.



Rys. 3.5. Obrazowe przedstawienie zakresów śladu węglowego

Zakres pierwszy (ang. Scope 1) obejmuje emisje własne przedsiębiorstwa. Pochodzą ze źródeł kontrolowanych przez firmę, lub będących jej własnością. Posługując się przykładem produkcji betonu, do tego zakresu zaliczyć można zużycie energii przez sprzęt służący do rozładunku surowców na węźle betoniarskim, mieszalniki produkujące mieszankę, czy ogrzewanie wody przy produkcji mieszanek w okresie zimowym. Optymalizację emisji tego zakresu można prowadzić poprzez stosowanie mniej energochłonnych procesów i maszyn.

Zakres drugi (ang. Scope 2) to emisje pośrednie. Zalicza się do nich produkcja zakupionej energii zużywanej przez przedsiębiorstwo. Zakupiona energia jest wprowadzana do granic organizacyjnych przedsiębiorstwa. Emisje te fizycznie mają miejsce w zakładzie, w którym wytwarzana jest energia elektryczna.

Optymalizację emisji można prowadzić poprzez korzystanie z energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych.

Zakres trzeci (ang. Scope 3) jest opcjonalną kategorią sprawozdawczości, która pozwala na uwzględnienie wszystkich pozostałych emisji pośrednich, czyli takich, które są konsekwencją działalności przedsiębiorstwa, ale pochodzą ze źródeł niekontrolowanych i niebędących jego własnością. Przykładami działalności z zakresu trzeciego, z punktu widzenia producenta betonu są: podróże służbowe technologów na budowę, wytwarzanie surowców takich jak cement, kruszywo czy domieszki oraz ich transport na węzeł betoniarski, powstawanie odpadów w wyniku działalności zakładu produkcyjnego, czy dojazdy pracowników do pracy.

Emisje gazów cieplarnianych w łańcuchu dostaw, które obejmują emisje związane z procesami niekontrolowanymi przez samo przedsiębiorstwo, mogą być mierzone albo na poziomie firmy, albo na poziomie pojedynczego produktu.

Emisje te są rejestrowane w 15 różnych kategoriach, które zostały opisane w tabeli 3.3. Sporządzając raport, nie trzeba uwzględniać wszystkich piętnastu kategorii. Należy jednak podać numery tych, które zostały wzięte pod uwagę przy wyliczeniach.

Emisje z zakresu trzeciego można stosunkowo łatwo optymalizować, co sprawia, że uwzględniając je w raporcie, możemy w prosty sposób obniżyć swój ślad węglowy. Wykonanie pełnej inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych, obejmującej wszystkie trzy zakresy, umożliwia przedsiębiorstwom skoncentrowanie wysiłków na najważniejszych obszarach oraz wyznaczenie tych z największym potencjałem zmiany.

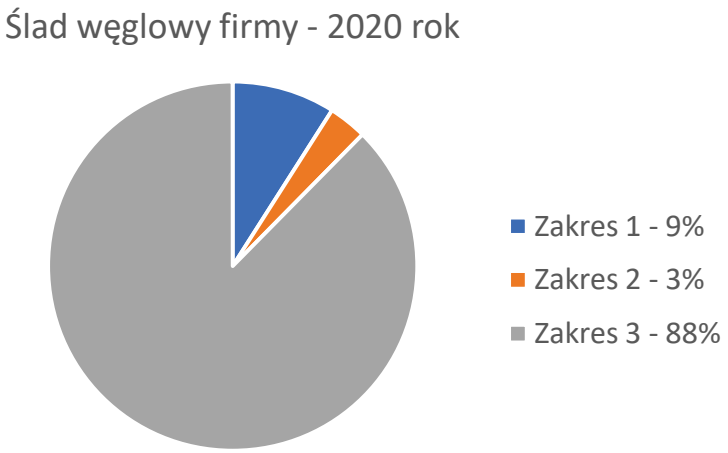
Oczywistym jest, że im więcej zakresów zostanie przez firmę uwzględnione w raporcie, tym większy będzie jej ślad węglowy. Osiągnięcie jak najniższej emisji nie jest jednak celem samym w sobie. Ważniejsze z punktu widzenia odpowiedzialności przedsiębiorstwa i budowania wiarygodnej marki jest objęcie obliczeniami większej liczby zakresów i kategorii. Świadczy to o wysokiej świadomości i transparentności firmy. Roczny raport powinien zatem uwzględniać ślad węglowy każdego z zakresów za dany rok oraz emisje z lat ubiegłych. Redukcję śladu węglowego wykazuje się porównując każdy z zakresów osobno, a nie ich sumaryczną wartość. Dodatkowo należy przedstawić plany i strategie jakie przedsiębiorstwo opracowało w celu zmniejszenia swojego negatywnego wpływu na środowisko w nadchodzących latach.

Do niedawna przedsiębiorstwa, które chciały zmierzyć swój ślad węglowy, koncentrowały się na emisjach z pierwszego i drugiego zakresu. Obecnie standardem stało się liczenie i deklarowanie emisji w całym swoim łańcuchu dostaw. Powodem jest udział procentowy poszczególnych zakresów w całkowitym śladzie węglowym. Zakres trzeci stanowi znaczącą część całej emisji, dlatego istotne jest aby ująć go w obliczeniach. Na rysunku 3.6, za pomocą wykresu, przedstawiono procentowe udziały emisji poszczególnych zakre-

Tabela 3.3. Lista kategorii zakresu trzeciego

Rodzaj	Nr	Opis
UPSTREAM	1	Zakupione surowce i usługi (emisje związane z wydobyciem i wytworzeniem surowców i usług)
	2	Dobra kapitałowe (emisje związane z wyprodukowaniem dóbr kapitałowych)
	3	Emisje związane z energią i paliwami nie ujęte w zakresie 1 i 2 (emisje obliczane na podstawie danych dot. zużycia paliw i energii elektrycznej bądź cieplnej, powstałe podczas wytworzenia paliw spalanych w organizacji lub paliw spalanych w celu wyprodukowania energii elektrycznej bądź cieplnej)
	4	Transport i dystrybucja (transport i dystrybucja produktów nabywanych przez raportującą firmę w raportowanym okresie pomiędzy dostawą a tą firmą - pojazdami lub urządzeniami niebędącymi własnością bądź pod kontrolą raportującej firmy)
	5	Odpady powstałe w wyniku działalności (utylizacja i przetwarzanie odpadów w ciągu raportowanego okresu w obiektach, które nie są własnością i nie są kontrolowane przez spółkę raportującą)
	6	Podróże służbowe (transport pracowników związany z działalnością biznesową w ciągu raportowanego okresu w pojazdach, które nie są własnością lub nie są zarządzane przez raportującą firmę)
	7	Dojazdy pracowników do pracy (transport pracowników pomiędzy ich domami i ich miejscami pracy w ciągu roku sprawozdawczego w pojazdach, które nie są własnością lub są obsługiwane przez firmę sprawozdawczą)
	8	Wynajęte aktywa (emisje związane z obsługą aktywów wynajętych przez spółkę sprawozdawczą (najemca) w roku sprawozdawczym i nie objęte zakresem 1 i 2)
DOWNSTREAM	9	Transport i dystrybucja produktów
	10	Przetwarzanie sprzedanych produktów (przetwarzanie produktów pośrednich sprzedawanych w roku sprawozdawczym do klientów np. wytwórców) – obliczenia te wymagałyby ścisłej współpracy z klientami w zbieraniu informacji nt. ich emisji w 1 i 2 zakresie
	11	Użytkowanie sprzedanych produktów
	12	Postępowanie ze sprzedanymi produktami po zakończeniu ich użytkowania
	13	Wynajęte aktywa (obsługa aktywów należących do firmy sprawozdającej (wynajmujący) i wynajmowanych innym podmiotom w roku sprawozdawczym, nie ujęte w zakresie 1 i 2)
	14	Franczyzy – dane ujęte w innych zakresach
	15	Inwestycje (działalność inwestycyjna, w tym inwestycje kapitałowe i długoterminowe oraz finansowanie projektów, w roku sprawozdawczym, nie ujęte w zakresie 1 i 2)

sów w całościowym śladzie węglowym deklarowanym przez dziewiętnastą na świecie, pod względem wielkości sprzedaży[13], firmę budowlaną na rok 2020.[14]



Rys. 3.6. Procentowy udział emisji trzech zakresów w deklarowanym na rok 2020 śladzie węglowym dziewiętnastą największej firmy budowlanej na świecie

W piątej największej firmie budowlanej na świecie[13], udział emisji z zakresu trzeciego w 2019 roku sięgnął prawie 90% (około 40 milionów ton CO_2e) ich całościowego śladu węglowego. Beton, który w przypadku tego typu firm wpisuje się właśnie w trzeci zakres, odpowiadał aż za 19% tych emisji i zajął pierwsze miejsce wśród wszystkich pozycji, odpowiadając za największy wkład w emisje przedsiębiorstwa.[15]

Redukcja emisyjności betonu, jest zatem istotna nie tylko z punktu widzenia inwestora, który ma na uwadze ślad węglowy budynku i jego ewentualną certyfikację. Jest to również kluczowe dla przedsiębiorstw wznoszących obiekty, ponieważ ze względu na relatywnie wysoką emisyjność tego materiału, odpowiada on za znaczący procent całkowitych emisji firm budowlanych.

3.6. Ślad węglowy firmy

Ślad węglowy firmy dostarcza informacji na temat rocznych emisji gazów cieplarnianych. Pomiary powinny obejmować 100% emisji bezpośrednich z zakresu pierwszego i pośrednich z zakresu drugiego, a także wszystkie istotne emisje z zakresu trzeciego z wyszczególnieniem kategorii, które zostały ujęte w wyliczeniach.

Ślad węglowy należy zawsze podawać za cały rok w zestawieniu z ubiegłymi latami w celach porównawczych. W ten sposób przedsiębiorstwo dostarcza

13 https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/presse/Deloitte-Global-Powers-of-Construction-2019.pdf

14 https://group.skanska.com/4a1971/siteassets/investors/reports-publications/annual-reports/2020/annual-and-sustainability-report-2020.pdf

15 https://www.vinci.com/publi/vinci/extract/2020_workforce_related_environmental_and_social_information.pdf

informacji o skutkach swoich działań oraz zaznacza w których obszarach planowana jest jeszcze optymalizacja. Jest to również miejsce na wykazanie, że dzięki wszczętym postępowaniom ograniczono emisje o x%.

3.7. Ślad węglowy produktu

Ślad węglowy produktu (ang. product carbon footprint – PCF) wyraża całkowitą emisję gazów cieplarnianych generowaną przez produkt w całym jego cyklu życia. Wylicza się go wychodząc z otrzymanego śladu węglowego przedsiębiorstwa i podaje w ekwiwalencie dwutlenku węgla.

Najczęściej podawany jest na dwa sposoby:

- Od kołyski do bramy: stosowany głównie w przypadku produktów business-to-business (B2B). Zawiera całkowitą emisję gazów cieplarnianych od wydobycia surowców, transportu do zakładu produkcyjnego, przez wytworzenie produktu, aż do bramy fabryki tj. emisje z zakresu pierwszego, drugiego oraz upstream z zakresu trzeciego.
- Od kołyski do grobu: używany głównie w przypadku produktów typu business-to-consumer (B2C). Podaje całkowitą emisję gazów cieplarnianych od wydobycia surowców do produkcji, dystrybucji, użytkowania i ostatecznej utylizacji produktu. W wyliczeniach bierze się pod uwagę zakres pierwszy, drugi oraz upstream i downstream z zakresu trzeciego.

Podając ślad węglowy betonu o obniżonej emisji, zawsze należy zaznaczyć jego klasę wytrzymałości i podać wyjściowy ślad węglowy betonu tradycyjnego. Podobnie jak w przypadku emisji przedsiębiorstwa, konieczne są wartości odniesienia. Od podania wartości równoważnika dwutlenku węgla ważniejsze jest wykazanie o ile nastąpiła redukcja gazów cieplarnianych dzięki zastosowaniu proponowanej technologii.

4 Bilansowanie gazów cieplarnianych

W niniejszym rozdziale opisano sposób bilansowania gazów cieplarnianych firmy i produktu zgodny z protokołem GHG. Przedstawiono etapy, przez które należy przejść, aby dokonać kalkulacji, informacje końcowe, które otrzymujemy po przeprowadzeniu procesu oraz prawidłowy sposób ich raportowania.

4.1. Przygotowanie do inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych

W tabeli 4.1 opisano etapy, przez które należy przejść dokonując obliczeń oraz opisując ślad węglowy organizacji.

Tabela 4.1. Opis etapów bilansowania gazów cieplarnianych

Lp.	Etap	Opis
1	Wybór granic	Wybór granic organizacyjnych i sprawozdawczych oraz okresu, który będzie raportowany. Rok może być traktowany w ujęciu kalendarzowym lub bilansowym.
2	Identyfikacja działań	Identyfikacja działań powodujących emisję gazów cieplarnianych w obrębie wyznaczonych granic.
3	Dobór wskaźników	Dobór wskaźników emisyjności na podstawie dostępnej literatury, baz danych lub informacji od dostawców.
4	Raportowanie	Sporządzenie raportu podsumowującego emisyjność za dany okres. Jeżeli jest to pierwszy rok, w którym taka kalkulacja jest prowadzona, będzie ona punktem odniesienia przy kolejnych inwentaryzacjach.
5	Weryfikacja	Porównanie raportu z wynikami z poprzednich lat.

4.2. Analiza obszarów działalności firmy i emisji w poszczególnych zakresach

Na rysunku 4.1 przedstawiono obszary, które składają się na ślad węglowy zarówno firmy jak i produktu.

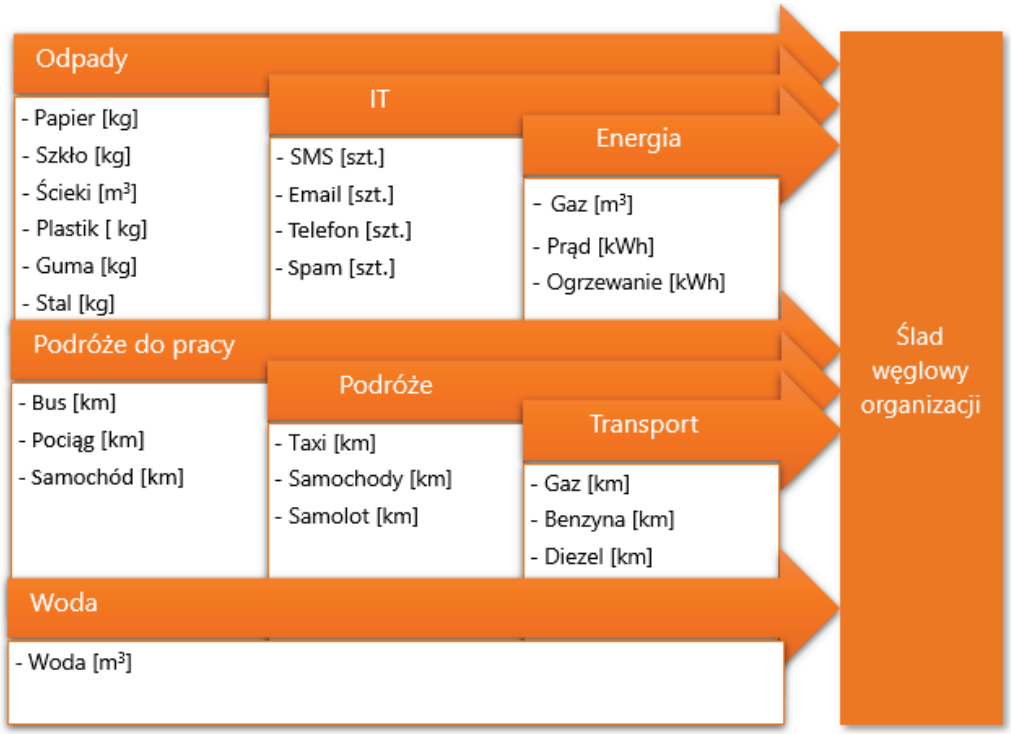
Oprócz oczywistych składowych takich jak produkcja odpadów, zużycie energii czy transport, na schemacie znajduje się również komunikacja elektroniczna. Nie bez przyczyny coraz większą uwagę przykłada się również do tego obszaru działalności firmy.

Szacuje się, że ślad węglowy jednego, standardowego e-maila wynosi 4 g CO_2e (0,3 g CO_2e za spam, a za wiadomość z załącznikiem 50 g CO_2e).[16] Wydaje się, że jest to wartość nieznacząca, jednak jeśli pomnożymy ją przez liczbę wysyłanych każdego dnia wiadomości na całym świecie, wówczas ślad węglowy generowany przez elektroniczną korespondencję staje się zauważalny.

Infrastruktura IT potrzebuje do funkcjonowania ogromnych nakładów energetycznych. Jest to powód, dla którego coraz więcej firm namawia do nie wysłania niepotrzebnych wiadomości oraz do regularnego czyszczenia skrzynek pocztowych oraz chmur. Jak szacuje OVO Energy, firma dostarczająca energię z siedzibą w Anglii, gdyby każda dorosła osoba w Wielkiej Brytanii wysyłała jednego maila dziennie mniej, w ciągu roku redukcja śladu węglowego wyniosłaby 16,433 tony.[17]

16 https://carbonliteracy.com/the-carbon-cost-of-an-email/

17 https://www.ovoenergy.com/ovo-newsroom/press-releases/2019/november/think-before-you-thank-if-every-brit-sent-one-less-thank-you-email-a-day-we-would-save-16433-tonnes-of-carbon-a-year-the-same-as-81152-flights-to-madrid.html



Rysu. 4.1. Schemat kalkulacji śladu węglowego

Wymienione wyżej obszary należy przypisać do odpowiednich zakresów. Taki sposób opisu emisji gazów cieplarnianych pozwoli na ich poprawne raportowanie oraz podjęcie działań w celu redukcji śladu węglowego. Na rysunku 4.2 zamieszczono poprawne przyporządkowanie obszarów do jednego z trzech zakresów.

Rys. 4.2. Obszary działalności firmy według zakresów

4.3. Kwantyfikacja emisji GHG

Metodyka obliczeniowa

Poniższy wzór, z zastosowaniem odpowiednich wskaźników emisyjności, stosuje się do obliczania zarówno ekwiwalentu dwutlenku węgla, jak i emisji poszczególnych gazów cieplarnianych: CO_2, CH_4 i N_2O.

$$E = Q \cdot EF$$

gdzie:
E – emisje ze źródła [$kgCO_2e$] w przeliczeniu na rok działalności firmy (ślad węglowy);
Q – ilość zużytego paliwa;
EF – wskaźnik emisji, [$kgCO_2e/j$].

Dobranie odpowiednich wskaźników emisji jest kluczowym elementem kalkulacji śladu węglowego. Muszą być to informacje dotyczące konkretnej lokalizacji, w której działa przedsiębiorstwo. Przykładowo wartość współczynnika emisji dla energii elektrycznej będzie różniła się między krajami w zależności od sposobu jej pozyskiwania.

W państwach, w których energia pochodzi ze spalania węgla, współczynnik emisyjności będzie wyższy niż w państwach, w których energię pozyskuje się z elektrowni jądrowych.

Przykładowe zestawienie emisji zakresu pierwszego

W zastawieniu emisji zakresu pierwszego brane jest pod uwagę między innymi zużycie paliw na terenie zakładu produkcyjnego potrzebnych do np. w kotłowni, do ładowarek, odśnieżarek, samochodów osobowych i ciężarowych będących w posiadaniu przedsiębiorstwa.

Tabela 4.2. Zakres 1 - zestawienie przykładowych emisji bezpośrednich

Lp.	Opis źródła emisji	Ilość	Całkowite zużycie w roku	Wskaźnik emisyjności	Ślad węglowy [$kgCO_2e$]
1	LPG kotłownia	kg	Q	EF	E
2	LPG wózki	m^3			
3	Olej napędowy	m^3			
4	Transport ciężarowy - benzyna	m^3			
5	Transport osobowy - diesel	m^3			
				Suma:	

Przykładowe zestawienie emisji zakresu drugiego

W zastawieniu emisji zakresu drugiego uwzględnia się zakupioną energię elektryczną oraz np. parę do wytworzenia ciepła.

Tabela 4.3. Zakres 2 – zestawienie emisji pośrednich

Lp.	Opis źródła emisji	Ilość	Całkowite zużycie w roku	Wskaźnik emisyjności	Ślad węglowy [$kgCO_2e$]
1	Energia elektryczna	kWh	Q	EF	E
				Suma:	

Przykładowe zestawienie emisji zakresu trzeciego

Emisje objęte zakresem trzecim są konsekwencją działalności przedsiębiorstwa, ale pochodzą ze źródeł niekontrolowanych i niebędących jego własnością np. odpady, transport i dystrybucja, inwestycje, franczyzy.

Tabela 4.4 Zakres 3 – zestawienie emisji pośrednich

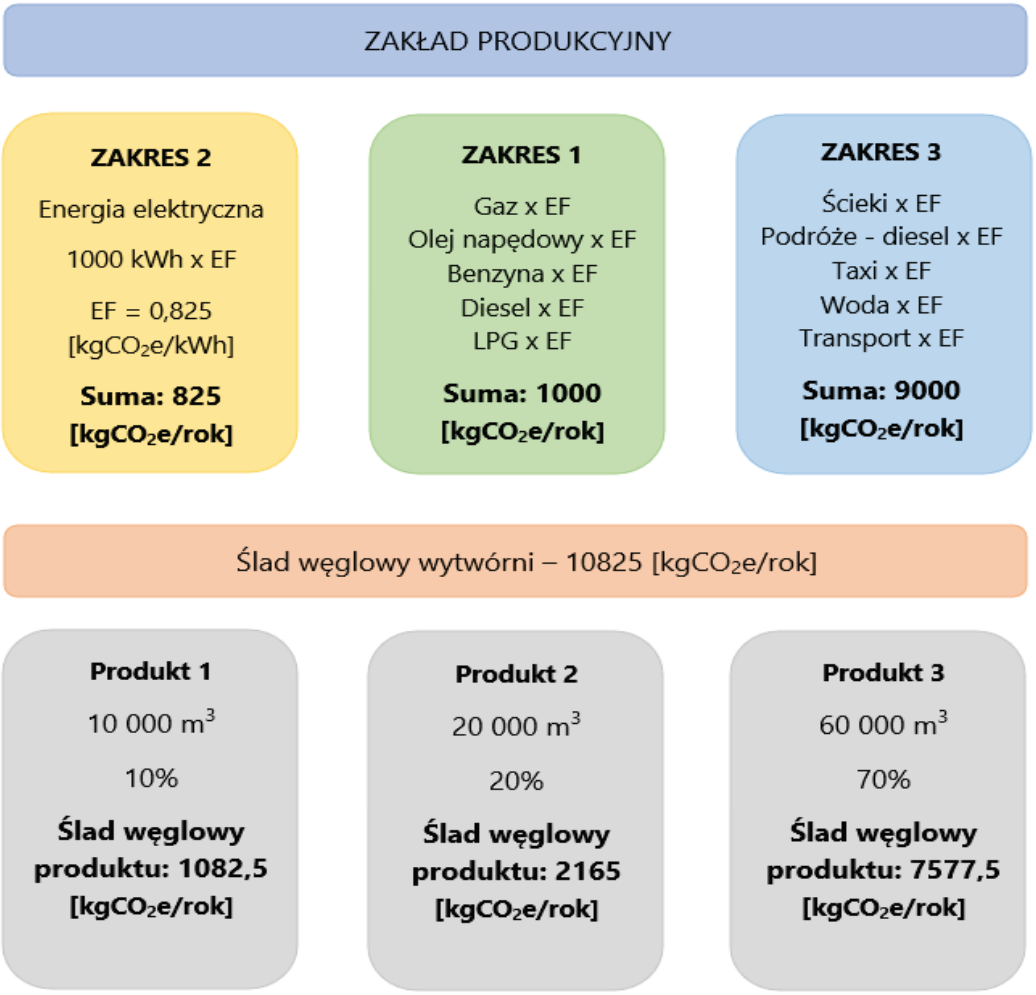
Lp.	Opis źródła emisji	Ilości	Całkowite zużycie w roku	Wskaźnik emisyjności	Ślad węglowy [$kgCO_2e$]
1	Ścieki	m^3	Q	EF	E
2	Woda	m^3			
3	Odpady	kg			
4	Podróże (leasing/wynajem) benzyna	km			
5	Podróże (leasing/wynajem) diesel	km			
7	Krajowe podróże samolotem	szt.			
8	Międzynarodowe podróże samolotem	szt.			
9	Taxi	km			
10	Noclegi w hotelach	szt.			
				Suma:	

4.4. Obliczanie śladu węglowego

Po przeliczeniu wszystkich emisji wchodzących w obręb przyjętych na początku granic sprawozdawczych, otrzymuje się ślad węglowy przedsiębiorstwa za dany okres rozliczeniowy. W kolejnym kroku, uzyskaną wartość należy rozłożyć proporcjonalnie na wytwarzane produkty. W ten sposób uzyskuje się informację o ich śladzie węglowym. Za pomocą rysunku 4.3 zobrazowano sposób wyliczania śladu węglowego dla jednego metra sześciennego produktu. Do wyliczenia emisji w zakresie drugim użyto współczynnika emisyjności dla energii pozyskiwanej ze spalania węgla. Pozostałe dane są przyjęte na potrzeby przykładu i nie powinny stanowić żadnego punktu odniesienia.

$$10\,000\ m^3 + 20\,000\ m^3 + 70\,000\ m^3 = 100\,000\ m^3$$
$$100\,000\ m^3 - 10825\ kgCO_2e$$
$$1\ m^3 - x\ kgCO_2e$$
$$\mathbf{x = 0{,}108\ kgCO_2e/m^3}$$

Powyższa analiza nie pozwala na porównanie między sobą produktów pod kątem ich emisyjności. Dla inwestorów czy firm budowlanych chcących obniżyć swój ślad węglowy, kluczową informacją jest to, jak wybór konkretnego



Rys. 4.3. Przykład wyliczenia śladu węglowego organizacji i jednego m³ produktu

produktu wpłynie na ich emisje. Ważne, aby mieli możliwość porównania i dokonania wyboru receptur nie tylko z uwzględnieniem kryterium jakościowego i finansowego, ale również emisyjności.

Jest to powód, dla którego wykonywanie środowiskowych raportów sprawozdawczych, mimo ich wielu zalet, może być niewystarczające w momencie, gdy firma produkująca beton chce zwiększyć swoją konkurencyjność na rynku.

Dokumentem dostarczającym informacji o wskaźnikach emisyjności konkretnych produktów, jest deklaracja środowiskowa typu III EPD. Przeprowadzenie takiej certyfikacji, ze względu na jej szczegółowość trwa kilka miesięcy a koszt waha się między kilkunastoma a kilkudziesięcioma tysiącami złotych. Dokument należy odnawiać co 5 lat. Kwota, którą trzeba przeznaczyć na jego odnowienie jest zbliżona do pierwotnej. Wynikiem przeprowadzonej analizy jest informacja o wpływie produkcji konkretnych materiałów budowlanych na środowisko. Wyraża się go poprzez podanie wartości czterdziestu różnych wskaźników, spośród których, oprócz wskaźnika emisyjności, można wyróżnić na przykład: ilość emitowanych pyłów, obecność substancji toksycznych, zakwaszenie czy eutrofizacja.

W kolejnym rozdziale zostanie przedstawiony sposób kalkulacji częściowego śladu węglowego betonu opracowany przez IMBiTB. Jest to szybki, ustrukturyzowany sposób na porównanie między sobą receptur betonu wytwarzanego przez tego samego lub różnych producentów.

5 Aplikacja do kalkulacji śladu węglowego betonu autorstwa IMBiTB

Aplikacja autorstwa IMBiTB to narzędzie umożliwiające wyliczenie śladu węglowego wyrażonego w kilogramach ekwiwalentu dwutlenku węgla na metr sześcienny mieszanki betonowej. Została opracowana jako odpowiedź na potrzeby rynku budowlanego. Pozwala na szybkie porównanie między sobą receptur betonu wytworzonego w tym samym i/lub w różnych zakładach produkcyjnych pod kątem ich emisyjności. Program dostępny jest online i w prosty sposób prowadzi użytkownika przez złożone wyliczenia. Po przejściu przez wszystkie etapy kalkulacji, na końcu wydawany jest certyfikat zaświadczający o wyniku.

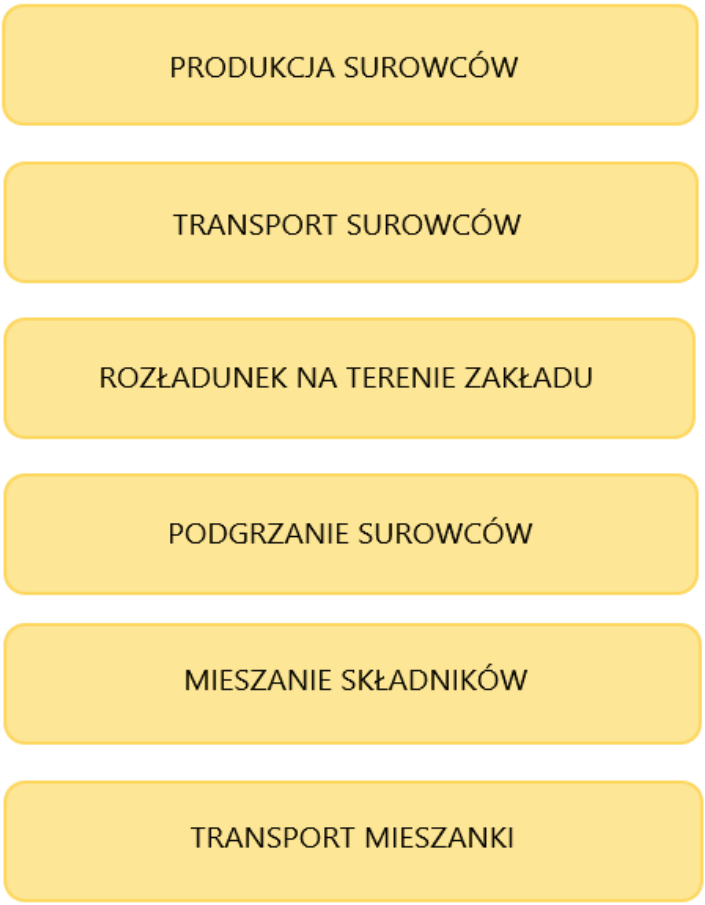
Dzięki przeprowadzaniu analizy przez niezależną jednostkę oraz zastosowaniu zweryfikowanej metody kalkulacji opartej na rzetelnych danych, klient może mieć pewność, że otrzymany wynik jest miarodajny i porównywalny.

Wskaźniki emisyjności pochodzące między innymi z deklaracji środowiskowych producentów surowców, są zapisywane w wewnętrznej bazie danych, która w razie potrzeby jest aktualizowana i uzupełniana. Wartości te mogą się zmienić na przykład na skutek zmiany rodzaju środka transportu, czy zastosowania energii ze źródeł odnawialnych.

Otrzymany certyfikat, zaświadczający o śladzie węglowym danej receptury betonu wydany przez IMBiTB należy odnawiać przy każdorazowej zmianie w łańcuchu dostaw czy w procesie produkcyjnym.

Na rysunku 5.1 przedstawiono etapy, które są brane pod uwagę podczas wyliczania emisji. Zakres kalkulacji obejmuje produkcje surowców, ich transport i rozładunek na terenie węzła betoniarskiego, ujednolicanie składników w mieszalniku, a podczas zimy również ich podgrzewanie. Kończąc wyliczenia w tym miejscu, posługujemy się podejściem kalkulacji śladu węglowego określanego jako „od kołyski do bramy". Program umożliwia dodatkowo ujęcie w obliczeniach transportu mieszanki betonowej na budowę.

Aplikacja może być zatem stosowana w dwóch celach. Przez producenta betonu jako sposób na zmierzenie śladu węglowego produkowanych przez siebie



Rys. 5.1. Schemat zakresu kalkulacji cząstkowego śladu węglowego betonu

mieszanek betonowych i wykazanie o ile, dzięki wdrożonym zmianom technologicznym, zredukowano emisję gazów cieplarnianych wybranych receptur. Umiejętność wykonania i dostarczenia na budowę produktów o obniżonej emisji, o czym będzie świadczył wystawiony przez IMBiTB certyfikat, może być argumentem podczas rozmów ze świadomym i zainteresowanym certyfikacją budynków inwestorem. W takim ujęciu program liczy ślad węglowy betonu w fazie wyrobu (A1-A3).

Drugi sposób to wykorzystanie aplikacji do porównania śladu węglowego betonu dostarczanego z różnych lokalizacji i od różnych producentów na konkretną budowę. Dzięki temu firma zamawiająca będzie mogła podjąć decyzję o wyborze dostawcy uwzględniając również kryterium emisyjności. W obliczeniach, oprócz fazy wyrobu, uwzględnia się wtedy część fazy budowy (A4), czyli transport mieszanki betonowej z węzła do miejsca wbudowania.

Należy pamiętać, że aby mówić o całkowitym śladzie węglowym musi być on policzony w całym cyklu życia lub za cały okres rozliczeniowy. Wartość wyliczona za pomocą aplikacji IMBiTB obejmuje tylko część faz cyklu życia betonu (A1-A3 i opcjonalnie A4), dlatego powinno się ją nazywać częściowym śladem węglowym.

5.1. Klasyfikacja betonu niskoemisyjnego

Wyliczenie śladu węglowego i podanie wartości często samo w sobie może nie być wystarczającą informacją. Trudno jest określić czy otrzymana wartość jest wysoka czy niska.

Podobnie jak w przypadku sporządzania raportów środowiskowych, w których deklaruje się ślad węglowy przedsiębiorstwa odnosząc się do lat ubiegłych, tutaj również należy podać nie tylko ślad węglowy mieszanki o obniżonej emisji, ale także ślad węglowy mieszanki wyjściowej. W ten sposób możliwe jest wykazanie o ile, dzięki pracy nad recepturą, możliwe było zredukowanie śladu węglowego betonu.

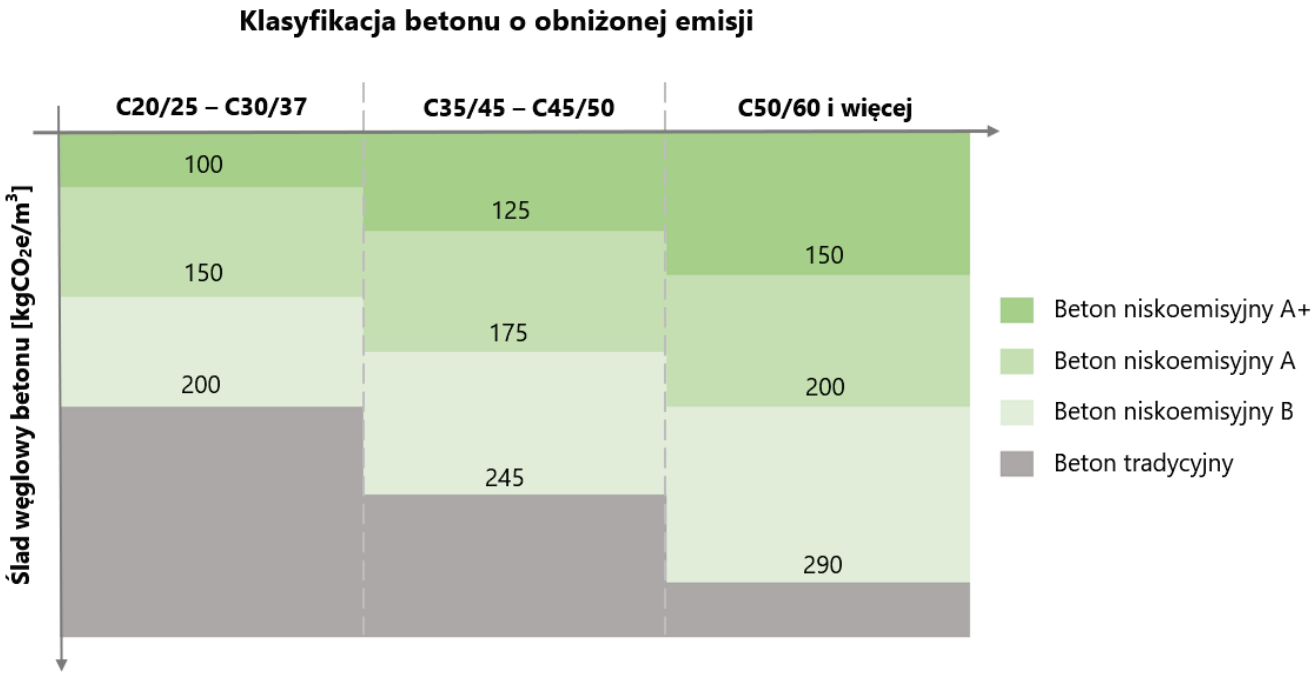
Warto również zaznaczyć, że podawanie stopnia redukcji śladu węglowego wyrażonej w procentach bez dokładnych wartości przed i po jego obniżeniu jest niewystarczające i tak naprawdę niczego nie wnosi. Nie znając składu receptury wyjściowej albo chociaż wyniku analizy poziomu emisji, przeprowadzonej w usystematyzowany i sprawdzony sposób przez niezależną jednostkę, nie można mieć pewności czy pierwotny ślad węglowy nie został celowo zawyżony, aby wykazać większy stopień redukcji. Dodatkowo bez konkretnej informacji na temat wartości śladu węglowego po redukcji, niemożliwe jest ujęcie tej receptury w dalszych obliczeniach np. przy wyliczeniach emisyjności budynku.

Mimo podawania dokładnych wartości śladu węglowego przed i po redukcji, określenie czy otrzymana wartość jest wysoka może sprawić trudność.

Na rysunku 5.2 przedstawiono klasyfikację betonów pod względem ich emisyjności z uwzględnieniem klasy wytrzymałości. Im jest ona wyższa tym większy ślad węglowy, dlatego różne klasy należy rozpatrywać osobno. Proponowana klasyfikacja pozwala w jednoznaczny sposób przypisać rozpatrywaną recepturę do jednego z 4 przedziałów – beton tradycyjny, niskoemisyjny B, A oraz A plus; dzięki czemu dostajemy informację czy uzyskany wynik jest wysoki.

Beton niskoemisyjny B zwykle można osiągnąć za pomocą standardowych rozwiązań technologicznych, stosowanych przez producentów betonu również ze względów ekonomicznych. Chcąc wykonać beton niskoemisyjny A trzeba zastosować specjalne środki techniczne, które należy uwzględnić również podczas wbudowywania mieszanki betonowej. Obniżenie śladu węglowego betonu może wpłynąć na proces wznoszenia budowli. Dostarczenie informacji do odbiorcy betonu na temat np. niestandardowych procedur pielęgnacyjnych, leży po stronie producenta. Program kalkulacyjny IMBiTB nie weryfikuje receptur pod kątem ich trwałości i sposobu wbudowywania. Wykonanie betonu niskoemisyjnego A plus wymaga zastosowania specjalnych kompozycji spoiw, co do których nie można oczekiwać, że będą dopuszczone do stosowania przez normę PN-EN 206. Do momentu zmiany przepisów dotyczących minimalnej ilości cementu

np. w klasach ekspozycji, firmy decydujące się na znaczne obniżenie śladu węglowego mieszanek betonowych, będą musiały wykonać badania równoważnościowe, za pomocą których wykażą, że mimo niespełnienia wymogów normy, produkowany przez nich beton z powodzeniem może być wbudowany w konstrukcję.

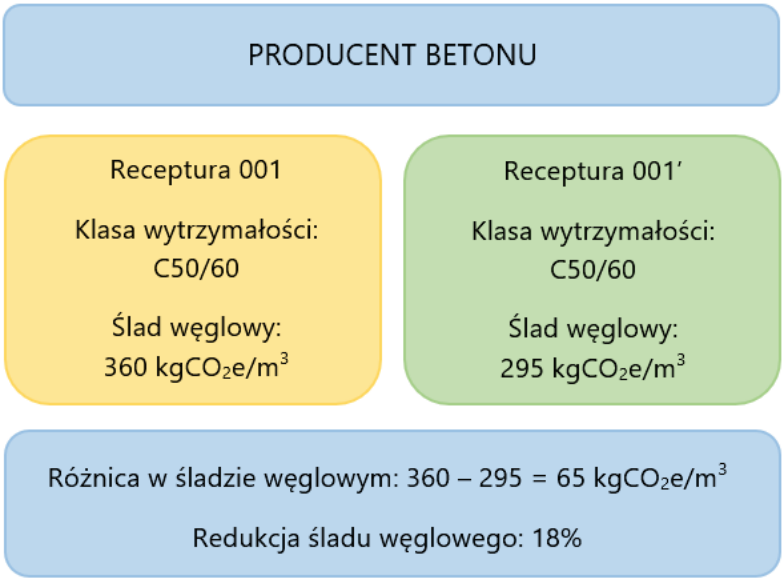


Rys. 5.2. Klasyfikacja betonów o obniżonej emisji

Na wystawionym przez IMBiTB certyfikacie oprócz wyliczonego częściowego śladu węglowego betonu, receptura zostanie przypisana do jednego z czterech przedziałów. Nie zwalnia to jednak z konieczności wyliczenia poziomu emisji gazów cieplarnianych dla receptury wyjściowej i porównania jej z recepturą o obniżonej emisji, tak jak przedstawiono to na rysunku 5.3.

Wyjątkiem jest sytuacja gdy firma produkująca lub odbierająca beton przeprowadza wyliczenia dla swoich receptur, w celu sprawdzenia i porównania poziomu ich emisyjności, a nie w celu promowania ich jako betony o obniżonej emisji. Chcąc używać terminu „beton o obniżonej emisji" zawsze konieczne jest podanie wartości odniesienia czyli śladu węglowego receptury wyjściowej, liczonego tą samą metodą.

Należy zaznaczyć, że posiadanie receptury w jednym z trzech zakresów betonu niskoemisyjnego (B, A lub A+) nie jest warunkiem koniecznym aby móc zadeklarować produkcję betonu o obniżonej emisji.



Rys. 5.3. Uproszczony przykład porównania receptur betonu pod kątem emisyjności

Na rysunku 5.3 przedstawiono ślad węglowy receptury wyjściowej 001 oraz po obniżeniu jej emisji 001'. Różnica w śladzie węglowym między dwiema recepturami wynosi 65 $kgCO_2e/m^3$. Mimo tak dużej redukcji, obie receptury w dalszym ciągu wpisują się w zakres betonu tradycyjnego według klasyfikacji przedstawionej na rysunku 5.2. Oznacza to, że na certyfikacie wydanym przez IMBiTB nowa receptura nie zostanie nazwana betonem niskoemisyjnym, natomiast producent betonu może sprzedawać swój produkt jako beton o obniżonej emisji. Dzięki wdrożonym zmianom technologicznym zdołał bowiem zredukować ślad węglowy mieszanki o 18%.

6 Sposoby obniżania śladu węglowego betonu

Cement, zaraz po wodzie, jest najczęściej używanym surowcem na świecie, przez co ma znaczący wpływ na środowisko. Jego produkcja odpowiada za 8% światowej emisji CO_2.[18] Proces ten wymaga dużej ilości energii do kalcynacji węglanu wapnia zachodzącej w piecach, w temperaturze dochodzącej do 1500°C, a produktem ubocznym wypalania, obok tlenku wapnia, jest CO_2. W zależności od stosowanej technologii, produkcja jednej tony cementu może powodować emisję nawet jednej tony CO_2. Redukcja ilości cementu w mieszance betonowej powoduje prawie liniowy spadek ilości dwutlenku węgla oddawanego do atmosfery przez beton.

18 https://www.nature.com/articles/d41586-021-02612-5

Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych wyrażonej za pomocą kilogramów ekwiwalentu dwutlenku węgla przypadającego na metr sześcienny mieszanki betonowej, jest możliwe dzięki znacznej redukcji zawartości cementu i zastąpienia go spoiwami aktywowanymi alkalicznie lub wysokiej jakości dodatkami stanowiącymi odpad albo produkt uboczny procesów innych gałęzi przemysłu.

Obniżając udział procentowy klinkieru portlandzkiego w mieszance betonowej, zmniejszamy ciepło hydratacji, wydłużając jednocześnie czas wiązania, co bez odpowiedniej analizy może spowodować opóźnienia w realizacji budowy i straty finansowe. W celu uniknięcia negatywnych skutków, konieczne może być zastosowanie na budowie izolacji termicznych lub wygrzewania deskowań. Dodatkowo pomocne jest korzystanie z technologii BIM. Wykonanie modelu wirtualnej budowy oraz symulacji użycia deskowań w różnych iteracjach pomoże dostosować harmonogram w taki sposób, by był on opłacalny dla wykonawcy.

Kolejnym sposobem na obniżenie śladu węglowego betonu jest zastosowanie kruszywa z recyklingu. Należy mieć jednak na uwadze, że może ono wpływać na reakcje zachodzące w zaczynie cementowym podczas procesu hydratacji.

Świadomy dobór surowców, od producentów, którzy wprowadzają zrównoważone rozwiązania w swoich zakładach oraz w łańcuchu dostaw, obniża ślad węglowy wytwórni oraz mieszanek betonowych w niej produkowanych.

6.1. Kompensacja emisji gazów cieplarnianych

Kompensacja emisji (ang. carbon offset), polega na zmniejszeniu śladu węglowego w jednym miejscu w celu kompensacji emisji występującej gdzie indziej, nawet w innej części świata. Jest mierzona w tonach ekwiwalentu dwutlenku węgla. Jedna tona zredukowana za pomocą kompensacji redukuje jedną tonę gazów cieplarnianych wyemitowanych w zakładzie produkcyjnym, produkcie, biurze, firmie, usłudze itd. Wykupienie offsetów przez firmy pozwala wyrównać emisje związane z ich własną produkcją.

Przy wyborze offsetu, należy mieć pewność, że decydujemy się na certyfikowany program, jasno określający ile należy wpłacić oraz na jaki cel, aby zredukować jedną tonę CO_2e. Dzięki temu, znając ślad węglowy produktu, producent wie ile ton musi wykupić w programie aby dokonać redukcji. Deklarując ten sposób obniżania swoich emisji, kluczowe jest podanie ile ton CO_2e zostało zredukowane poprzez zakup. Sama informacja o obniżeniu swoich emisji za pomocą np. posadzenia x ha drzew jest niewystarczająca.

Offsety mogą być tańszą i wygodniejszą alternatywą dla zmniejszenia własnego śladu węglowego, jednak coraz więcej ekspertów sprzeciwia się kompensacji emisji gazów cieplarnianych i kwestionuje korzyści z niej wynikających, tym bardziej jeśli koszty i inicjatywa wykupienia offsetów przerzucane są na konsumentów. Na pewno powinny stanowić uzupełnienie działań mających

na celu obniżenie śladu węglowego, a nie je zastępować. Należy korzystać z nich dopiero w momencie gdy zostało zrobione wszystko co możliwe w celu zredukowania emisji.

W aplikacji autorstwa IMBiTB nie ma możliwości ujęcia programów kompensacyjnych. Wykazanie redukcji śladu węglowego jest możliwe tylko i wyłącznie poprzez zmiany w procesach wytwórczych, składzie surowcowym oraz w łańcuchu dostaw.

6.2. Greenwashing

Greenwashing to prowadzenie przez przedsiębiorstwo narracji bazującej na wprowadzających w błąd deklaracjach dotyczących jego dbałości o środowisko naturalne. W wyniku rosnącego zainteresowania kwestiami zrównoważonego rozwoju, ekologia stała się tematem, którym firmy mogą napędzać swoją sprzedaż. Jest to powód dla którego część z nich stosuje nieszczere zabiegi marketingowe poprawiające tylko ich wizerunek, w praktyce jednak nie zmniejszają swojego szkodliwego wpływu na środowisko. Po greenwashing sięgają firmy dysponujące odpowiednio dużymi budżetami marketingowymi. Ich ofiarami padają nie tylko klienci poszukujący ekologicznych rozwiań ale również marki, które rzeczywiście dbają o środowisko.

Wśród producentów materiałów budowlanych również można znaleźć rozwiązania, które reklamowane są jako przyjazne środowisku, a w rzeczywistości stanowią próbę greenwashingu np. podawanie śladu węglowego bez uwzględnienia transportu czy wydobycia surowców i nie zaznaczenie tego faktu w żaden sposób.

Niepodawanie wyjściowych śladów węglowych standardowych mieszanek betonowych, ani śladów węglowych po zredukowaniu emisyjności, a jedynie procent o jaki zredukowano emisję jest nieprecyzyjne i może być odebrane jako próba zatajenia pewnych faktów. Podobnie jak nie podawanie programów kompensacyjnych, z których się skorzystało i ilości ekwiwalentu dwutlenku węgla, jaką się dzięki nim obniżyło.

W internecie można znaleźć również próby odjęcia części emisji gazów cieplarnianych betonu na rzecz jego późniejszej karbonatyzacji. Nie jest to możliwe w momencie, kiedy nie rozpatruje się całego cyklu życia betonu. Dodatkowo karbonatyzacja jest procesem powierzchniowym i postępujący w czasie, dlatego ilość wchłoniętego dwutlenku węgla jest nieznacząca i niekwantyfikowalna.

7 Podsumowanie

Program kalkulacyjny śladu węglowego betonu autorstwa IMBiTB uwzględnia fazy A1, A2 i A3 (opcjonalnie A4). Analizie poddane są prace związane z wytworzeniem surowców, ich transportem na zakład produkcyjny, rozładunek, mieszanie i podgrzewanie w okresie zimowym. Możliwe jest również ujęcie w obliczeniach transportu mieszanki betonowej na miejsce wbudowania. Wyliczenia prowadzi się na podstawie współczynników emisyjności pozyskiwanych z dostępnych baz danych oraz deklaracji środowiskowych typu III. Wynikiem kalkulacji jest częściowy ślad węglowy betonu.

Program nie uwzględnia redukcji emisji za pomocą kompensacji, czyli tak zwanych offsetów.

Po przeprowadzeniu kalkulacji otrzymuje się certyfikat, na którym podawana jest wartość częściowego śladu węglowego oraz jeden z czterech przedziałów klasyfikacji, w który dana receptura się wpisuje. Jeżeli producent betonu zainteresowany jest wykazaniem redukcji emisji, można uwzględnić również ślad węglowy mieszanki wyjściowej oraz różnicę i procent redukcji.

Certyfikat wydawany przez IMBiTB nie ma na celu zastąpienia deklaracji środowiskowej typu III. Dokument EPD dostarcza informacji środowiskowych na temat produktów w szerszym zakresie. Aplikacja IMBiTB umożliwia szybkie wyliczenie częściowego śladu węglowego betonu. Ze względu na znacznie mniejsze koszty przeprowadzenia analizy, policzenie śladu węglowego staje się dostępne również dla firm, dla których do tej pory mogło być to poza zasięgiem.

Wyliczenie śladu węglowego w sposób opisany w standardzie może stanowić wartościowy dodatek do raportu środowiskowego firmy, w którym deklaruje ona swoje emisje oraz strategie związane z ich redukcją.

Prezentowane narzędzie pozwala na porównanie między sobą receptur od tego samego i różnych producentów pod kątem ich emisyjności. Ze względu na zweryfikowany sposób liczenia, prowadzony przez niezależną jednostkę, klient może mieć pewność, że otrzymane wyniki będą wiarygodne i bezstronne.

Certyfikat wydany przez IMBiTB nie zastąpi dokumentów potwierdzających właściwości użytkowe betonu i nie może świadczyć o jego jakości. Stanowi uzupełnienie informacji o recepturze i może posłużyć do wykazania przewagi nad konkurencją podczas rozmów z potencjalnym odbiorcą.

Zakres danych niezbędnych do przeprowadzenia obliczeń zawarty jest w formularzu zamówienia na stronie www.emisyjnoscbetonu.pl.

8 Spis tabel

Tabela 2.1.
Współczynniki GWP dla wybranych gazów cieplarnianych. 11

Tabela 3.1.
Zastosowanie betonu o obniżonej emisyjności w kontekście certyfikacji budynków. 14

Tabela 3.2.
Fazy cyklu życia budynku wg normy PN-EN 15978. 17

Tabela 3.3.
Lista kategorii zakresu trzeciego. 22

Tabela 4.1.
Opis etapów bilansowania gazów cieplarnianych. 25

Tabela 4.2.
Zakres 1 - zestawienie przykładowych emisji bezpośrednich. 27

Tabela 4.3.
Zakres 2 – zestawienie emisji pośrednich. 27

Tabela 4.4.
Zakres 3 – zestawienie emisji pośrednich. 28

9 Spis rysunków

Rysunek 2.1.
Schematyczne przedstawienie zasady działania efektu cieplarnianego. 9

Rysunek 2.2.
Antropogeniczne emisje dwutlenku węgla i metanu 10

Rysunek 2.3.
Schematyczne przedstawienie sposobu opisu emisji gazów cieplarnianych. 11

Rysunek 3.1.
Fragment analizy wejść i wyjść przykładowego procesu. 15

Rysunek 3.2.
Uproszczony schemat LCA dla produkcji betonu. 16

Rysunek 3.3.
Przyporządkowanie faz cyklu życia budynku do funkcjonujących pojęć. 18

Rysunek 3.4.
Źródła światowych emisji gazów cieplarnianych..... 19

Rysunek 3.5.
Obrazowe przedstawienie zakresów śladu węglowego 20

Rysunek 3.6.
Procentowy udział emisji trzech zakresów w deklarowanym na rok 2020 śladzie węglowym dziewiątej największej firmy budowlanej na świecie..... 23

Rysunek 4.1.
Schemat kalkulacji śladu węglowego. 26

Rysunek 4.2.
Obszary działalności firmy według zakresów. 26

Rysunek 4.3.
Przykład wyliczenia śladu węglowego organizacji i jednego m^3 produktu. ... 29

Rysunek 5.1.
Schemat zakresu kalkulacji cząstkowego śladu węglowego betonu. 31

Rysunek 5.2.
Klasyfikacja betonów o obniżonej emisji. 33

Rysunek 5.3.
Uproszczony przykład porównania receptur betonu pod kątem emisyjności..... 34

Przyjęte na poziomie unijnym dokumenty, takie jak komunikaty Komisji Europejskiej dotyczące Europejskiego Zielonego Ładu, czy ostatnio Europejskiego Paktu na rzecz Klimatu wskazują kierunek, w którym będzie podążać przemysł budowlany. Konstrukcje z betonu towarowego są nie tylko istotną pozycją na rynku, ale także odpowiadają za ponad 50% emisji ekwiwalentu CO_2 uwalnianej w trakcie wznoszenia budynku. Niezmiernie istotnym staje się podjęcie rzeczowej dyskusji na temat zmniejszenia wpływu tego wyrobu na środowisko. Oczekiwania w tym zakresie nie powinny być kierowane wyłącznie do producentów cementu, ale także muszą być przedmiotem działań świadomych Inwestorów i Wykonawców. Opublikowanie Standardu pozwala na kształtowanie realnej polityki wymagań w stosunku do wznoszonych konstrukcji i tworzy możliwość konkurowania na bazie rozwiązań środowiskowych. Wydawnictwo to jest jednak nie tylko pomysłem na jednoznaczne i tanie określenie śladu węglowego betonu, ale także przewodnikiem po całym zagadnieniu związanym z emisją gazów cieplarnianych. Standard został wydany, teraz czas na kolejne kroki takie jak liczenie śladu węglowego budynków wraz z wykorzystaniem modeli BIM (ISO22057), o co apelują Stowarzyszenia buildingSMART Polska i PLGBC, z uwzględnieniem wymagań i ambicji środowiskowych w przetargach prywatnych i publicznych. Czas na popularyzację takich propozycji i dobrych praktyk zastosowania.

mgr inż. Jacek Boruc – Warbud S.A.

Beton będąc podstawowym materiałem budowlanym odpowiada za poważny udział w światowej emisji CO_2, dlatego tak istotnym jest poszukiwanie dróg do obniżenia jego emisyjności. Stworzenie przejrzystego i wiarygodnego standardu, który pozwala na obliczenie śladu węglowego betonu jest pierwszym krokiem w kierunku jego redukcji. Praca, jakiej podjął się zespół projektowy IMBiTB jest więc ważnym krokiem w kierunku usystematyzowania klasyfikacji emisyjności betonu, czego do tej pory na polskim rynku budowlanym brakowało.

Dokument opisując poszczególne aspekty związane z zagadnieniem emisyjności – od zagrożeń środowiskowych po główne źródła emisji - pozwala na lepsze zaplanowanie późniejszych działań redukujących. Sam standard jest oparty o aplikację liczącą, co pozwala na spójne, wygodne, jednolite i usystematyzowane wykonanie obliczeń, bez pomijania istotnych elementów, co czyni całe kalkulacje wiarygodnymi i kompletnymi.

Dostarczone narzędzie umożliwia weryfikację śladu węglowego betonu produkowanego przez różnych producentów, a tym samym pozwala na weryfikację ilości emisji gazów cieplarnianych, zaplanowanie kroków prowadzących do ich redukcji oraz – co jest nie mniej ważne – poinformowanie odbiorców (w tym wykonawców, inwestorów, projektantów) o śladzie węglowym użytego produktu. Pozwala to na podjęcie odpowiedzialnych decyzji zakupowych lub projektowych dla chcących obniżyć całościowy ślad węglowy czy środowiskowy swoich projektów lub działań firmy.

Na takie rozwiązanie rynek czekał.

mgr inż. Ewa Kowalska-Ocneanu – WSP Polska

IMBiTB
INSTYTUT MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH i TECHNOLOGII BETONU

Akredytowana Jednostka Certyfikująca – certyfikat akredytacji nr AC 157
Europejska Jednostka Notyfikowana nr 2311
Organizator badań biegłości

Instytut Materiałów Budowlanych i Technologii Betonu Sp. z o.o.
Palisadowa 20/22, 01-940 Warszawa
tel. +48-22-614-09-75
kom. +48-609-709-490, +48-609-709-690
+48-532-754-561, +48-600-438-677
e-mail: sekretariat@imbitb.pl, certyfikacja@imbitb.pl