

Ślad węglowy budynków w całym cyklu życia



Krajowa Agencja
Poszanowania Energii S.A.



ŚLAD WĘGLOWY BUDYŃKÓW

Wymaganie prawne

Dyrektywa EPBD Recast (Recast Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej)

Zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w aktualizacji Dyrektywy EPBD, obliczanie, i ujawnianie na świadectwie charakterystyki energetycznej, współczynnika globalnego ocieplenia (GWP) w całym cyklu życia budynku będzie obowiązkowe:

- od 1 stycznia 2028 roku dla nowych budynków o powierzchni większej niż 1000 m²;
- od 1 stycznia 2030 roku dla wszystkich nowych budynków.

Taksonomia UE (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje, zmieniające rozporządzenie (UE) 2019/2088 (Tekst mający znaczenie dla EOG))

Zgodnie z wymogami celu „łagodzenie zmian klimatu”, w przypadku sektora nieruchomości i podmiotów wznoszących nowe budynki, niezbędne jest obliczanie współczynnika globalnego ocieplenia (GWP) w całym cyklu życia dla budynków o powierzchni większej niż 5000 m².



Cykl życia budynku wg normy PN-EN 15978

ETAPY CYKLU ŻYCIA																																		
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		Budowa/installacja		Użytkowanie		Konserwacja		Naprawa		Wymiana		Renowacja		Zużycie energii		Zużycie wody		Rozbórka/wyburzenie		Transport		Przetwarzanie odpadów		Skladowanie/usuwanie		Ponowne użycie, odzysk, recykling	



Wbudowany ślad węglowy



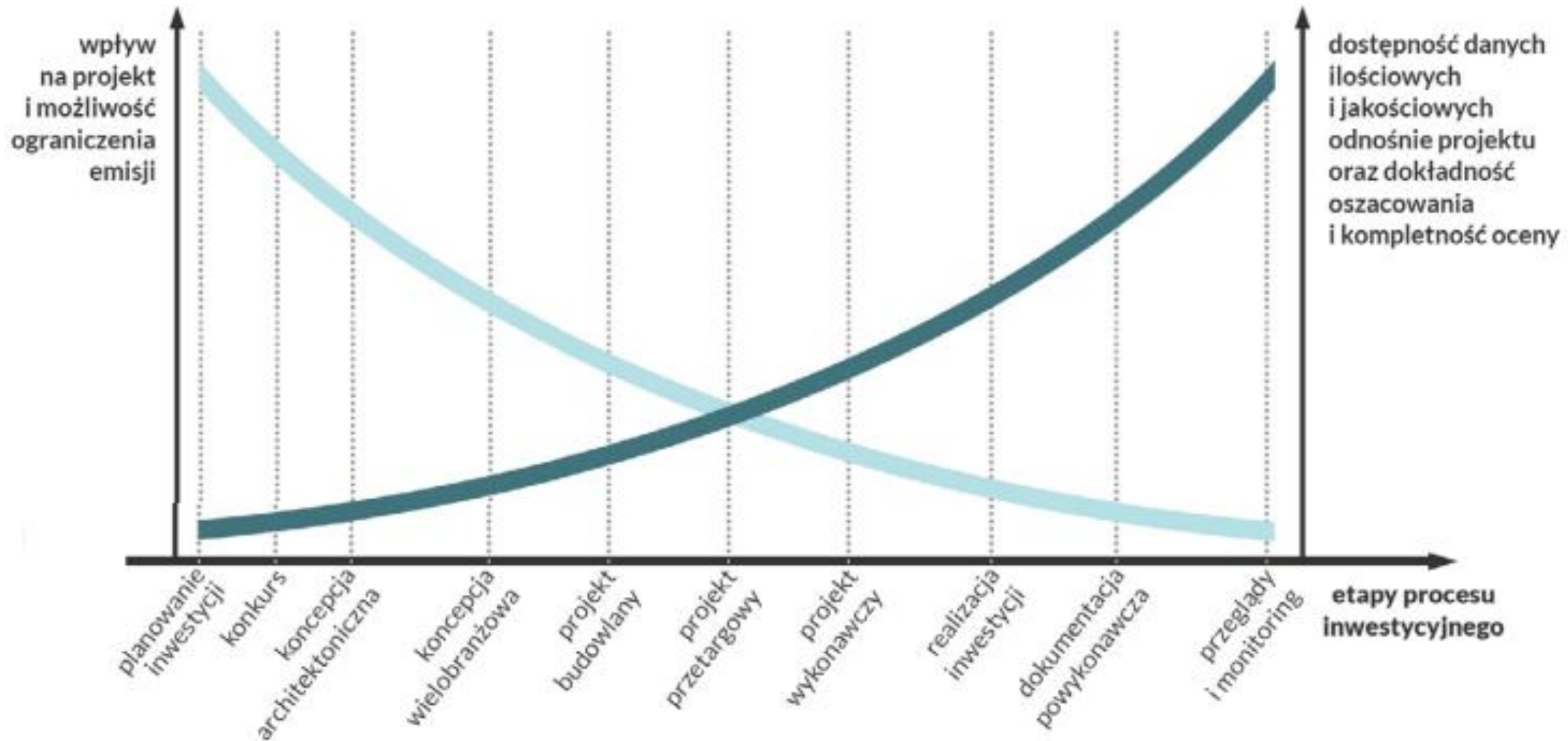
Operacyjny ślad węglowy



Poza cyklem życia

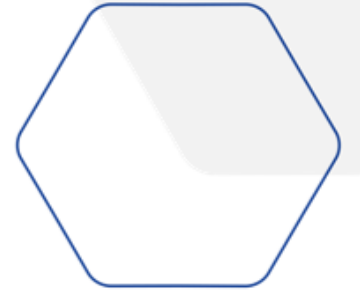


Na jakich etapach procesu inwestycyjnego przeprowadzać ocenę śladu węglowego?



Źródło: Raport PLGBC, Szacowanie śladu węglowego budynków. Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do roku 2050.

Elementy budynku uwzględniane w ocenie śladu węglowego



Konstrukcja
podziemna
budynku

Konstrukcja części
nadziemnej

Przegrody
zewnątrzne
budynku

Przegrody
wewnętrzne

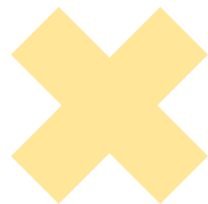
Elementy
wykończenia
wnętrz i
wyposażenia

Instalacje
budynkowe i
urządzenia

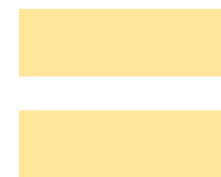
Elementy
zagospodarowania
terenu i prace
zewnątrzne

Schemat obliczeniowy

Dane wejściowe
[kg, l, m³, kWh, GJ]



Odpowiedni
wskaźnik emisji
[kg CO₂e/jednostka]



Emisja
[kg CO₂e]

Wskaźniki emisji dla wyrobów budowlanych

Dane generyczne/dane uśrednione



EPD – Deklaracje Środowiskowe III Typu
(dane specyficzne dla producenta)



EPD – Deklaracje Środowiskowe III Typu

Deklaracja Środowiskowa Produktu typu III (EPD - Environmental Product Declaration), jest dokumentem szczegółowo opisującym oddziaływanie produktu na środowisko podczas jego całego cyklu życia (LCA). Dla budynków stosuje się EPD typu III. Deklaracje środowiskowe EPD są tworzone w oparciu o wymagania norm: **ISO 14025** oraz **EN 15804**.

Deklaracja EPD nie jest typowym certyfikatem, ale świadectwem oceny oddziaływania produktu na środowisko na poszczególnych etapach jego wytwarzania i cyklu życia: od pozyskania materiałów, przez etap produkcji, transport, montaż, użytkowanie, aż do utylizacji i recyklingu.

Oprócz obowiązkowego współczynnika globalnego ocieplenia (GWP), deklaracje EPD zawierają także inne wskaźniki m.in.:






- *Zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej*
- *Eutrofizacja wód i gleby,*
- *Zużycie wody,*
- *Zubożenie warstwy ozonowej.*



Narzędzia obliczeniowe



Metodyki wiodących krajów europejskich

Kraj	Regulacje i wymogi prawne w zakresie ŚW budynków	Wartości graniczne	Bazy wskaźników emisji	Krajowa metodyka obliczeniowa
	Obliczanie ŚW budynków jest obowiązkowe dla wszystkich nowych budynków	<p>Całkowity ślad węglowy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 12 kgCO₂e/(m²·rok) – dla wszystkich nowych budynków mieszkalnych i niemieszkalnych o pow. całk. > 1000 m² - 8 kgCO₂e/(m²·rok) – dla budynków z klasy niskoemisyjnych 	EPD-Danmark (oparta o niemiecką bazę Ökobaudat)	<p>Obliczane moduły LCA: A1-A3, B4, B6, C3, C4, D</p> <p>Okres cyklu życia: 50 lat</p> <p>Jednostka raportowana: kgCO₂e/(m²·rok)</p>
	Obliczanie całkowitego ŚW budynków jest dobrowolne i ma charakter informacyjny, inwestor zobowiązany jest natomiast do przedłożenia oceny wbudowanego śladu węglowego podczas zdobywania pozwolenia na budowę	<p>Wbudowany ślad węglowy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 640 kgCO₂e/m² – dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych - 740 kgCO₂e/m² – dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych 	INIES Database	<p>Obliczane moduły LCA: A-D</p> <p>Okres cyklu życia: 50 lat</p> <p>Jednostka raportowana: kgCO₂e/m²</p>
	Obliczanie ŚW budynków jest obowiązkowe dla wszystkich nowych budynków mieszkalnych i biurowych o powierzchni > 100 m ²	<p>Wbudowany ślad węglowy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 16 kgCO₂e/(m²·rok) - dla nowych budynków mieszkalnych - 20 kgCO₂e/(m²·rok) - dla nowych budynków biurowych 	NMD Database	<p>Obliczane moduły LCA: A1-A3, A4-A5, B1-B4, C1-C4, D</p> <p>Okres cyklu życia: 50/75 lat</p> <p>Jednostka raportowana: EUR/(m²·rok)</p> <p>1 kgCO₂e = 0,05 EUR</p>
	Opracowywanie tzw. deklaracji klimatycznych jest obowiązkowe dla wszystkich budynków o pow. > 100 m ² , które wymagają pozwolenia na budowę (z wyjątkami)	Planowane wprowadzenie wartości granicznych od 2027 roku	Oficjalna baza danych w budowie	<p>Obliczane moduły LCA: A1-A3, A4-A5</p> <p>Okres cyklu życia: 50 lat</p> <p>Jednostka raportowana: kgCO₂e/m²</p>
	Planowane wprowadzenie od 2025 obowiązku tworzenia tzw. deklaracji klimatycznych dla wszystkich budynków, które wymagają pozwolenia na budowę (z wyjątkami)	Do tej pory nie opracowano propozycji wartości granicznych	Oficjalna baza danych w budowie	<p>Obliczane moduły LCA: A1-A3, A4-A5, B4, C1-C4, D</p> <p>Okres cyklu życia: 50 lat</p> <p>Jednostka raportowana: kgCO₂e/(m²·rok)</p>

Ślad węglowy jako element oceny zrównoważenia budynku – LEVEL(S)



Level(s) to unijny standard oceny i raportowania, który zapewnia wspólny język dla raportowania wyników zrównoważenia budynków.

Ślad węglowy jako element oceny zrównoważenia budynku – LEVEL(S)

Makrocel	Wskaźnik
1. Emisje gazów cieplarnianych i zanieczyszczenie powietrza w całym cyklu życia budynku	1.1. Charakterystyka energetyczna na etapie użytkowania 1.2. Współczynnik globalnego ocieplenia w cyklu życia
2. Cykle życia materiałów zasobooszczędne i o obiegu zamkniętym	2.1. Przedmiar robót, materiałów i trwałości 2.2. Odpady i materiały z budowy i rozbiórki
3. Efektywne korzystanie z zasobów wodnych	2.3. Projektowanie uwzględniające możliwości adaptacji i renowację 2.4. Projektowanie uwzględniające rozbiórkę, ponowne użycie i recykling
4. Zdrowe i wygodne pomieszczenia	3.1. Zużycie wody na etapie użytkowania 4.1. Jakość powietrza w pomieszczeniach
5. Przystosowywanie się do zmiany klimatu i odporność na tę zmianę	4.2. Czas poza zakresem komfortu cieplnego 4.3. Komfort związany z oświetleniem i widocznością
6. Zoptymalizowane koszty i wartość w całym cyklu życia	4.4. Akustyka i ochrona przed hałasem 5.1. Ochrona zdrowia i komfortu cieplnego użytkowników
	5.2. Zwiększone ryzyko ekstremalnych zdarzeń pogodowych 5.3. Zwiększone ryzyko powodzi
	6.1. Koszty całego cyklu życia 6.2. Czynniki tworzenia wartości i czynniki ryzyka

Ślad węglowy jako element oceny zrównoważenia budynku – LEVEL(S)

„Poziomy” przedsięwzięcia



- L1 projekt koncepcyjny
- L2 szczegółowy projekt i budowa
- L3 etap powykonawczy i warunki rzeczywistego użytkowania



Jednostka miary

- kg CO₂e/m² wewnętrznej powierzchni użytkowej w 50 letnim okresie referencyjnym



Granice analizy

- A1-A5, B1-B6, C1-C4, D,
- dopuszczalne uproszczone warianty sprawozdawczości: A1-A3, B4-B6 oraz A1-A3, B6, C3-C4, D



Narzędzia

- szeroki wybór możliwych do zastosowania narzędzi, m.in. OneClick LCA, SimaPro, OpenLCA

Ślad węglowy jako element oceny zrównoważenia budynku – LEVEL(S)

Komponenty budynku

- Fundamenty
- Szkielet nośny
- Elementy nienośne
- Fasady
- Dach
- Parkingi
- Armatura i wyposażenie
- Wbudowany system oświetlenia
- System energetyczny
- System wentylacyjny
- Instalacje sanitarne
- Inne systemy
- Media
- Architektura krajobrazu

Pale, kondygnacje podziemne, ściany oporowe

Szkielet, stropy, ściany zewnętrzne, balkony

Ściany wew.,. Działowe, drzwi wew, schody i pochylnie

Systemy ścian zew. okładziny, zacienienia, okna i drzwi zew., farby, tynki

Konstrukcja, pokrycie

Budynkowe: naziemne i podziemne

Armatura sanitarna, szafy i powierzchnie robocze, wykończenia sufitów, ścian i podłóg

Oprawy oświetleniowe, systemy kontroli i czujki

Instalacja grzewcza, chłodnicza i elektryczna wraz z systemami dystrybucji

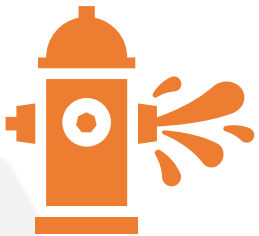
Centrale klimatyzacyjne, kanały i system dystrybucji

Systemy rozprowadzania wody zimnej i ciepłej, oczyszczania ścieków oraz odwadniania

Windy i schody ruchome, systemy gaśnicze, instalacje teletechniczne

Przyłącza i przebudowa sieci, podstacje i sprzęt

Chodniki, alejki, ogrodzenia, barierki, systemy odwadniania



Case study:

Ocena całkowitego śladu węglowego
na przykładzie budynku biurowego

Konstrukcja budynku



Źródło: KAPE S.A.

Rok budowy: 2018

Powierzchnia netto: 1 266,5 m²

Powierzchnia użytkowa: 1 189,6 m²

Konstrukcja:

- Żelbetowa płyta fundamentowa
- Szkielet żelbetowy
- Ściany murowane z bloczków wapienno-piaskowych
- Strop żelbetowy/strop na dźwigarach kratowych

Instalacje:

- Rewersyjna elektryczna pompa ciepła typu woda/woda
- PV



Standard energetyczny budynku w stanie istniejącym

Tabela. Zestawienie współczynników przenikania ciepła dla przegród budynku w stanie istniejącym

Przegroda	U [W/m ² ·K]	U _{max} [W/m ² ·K]
Ściany zewnętrzne	0,094	0,20
Dach/Stropodach	0,077/0,086	0,15
Podłoga na gruncie	0,090	0,30
Okna	0,8	0,9
Drzwi zewnętrzne	1,3	1,3

Tabela. Obliczeniowe wskaźniki zapotrzebowania na energię użytkową, końcową i pierwotną w budynku w stanie istniejącym

EU [kWh/(m ² ·rok)]	EK [kWh/(m ² ·rok)]	EP [kWh/(m ² ·rok)]
17,0	33,2	69,6

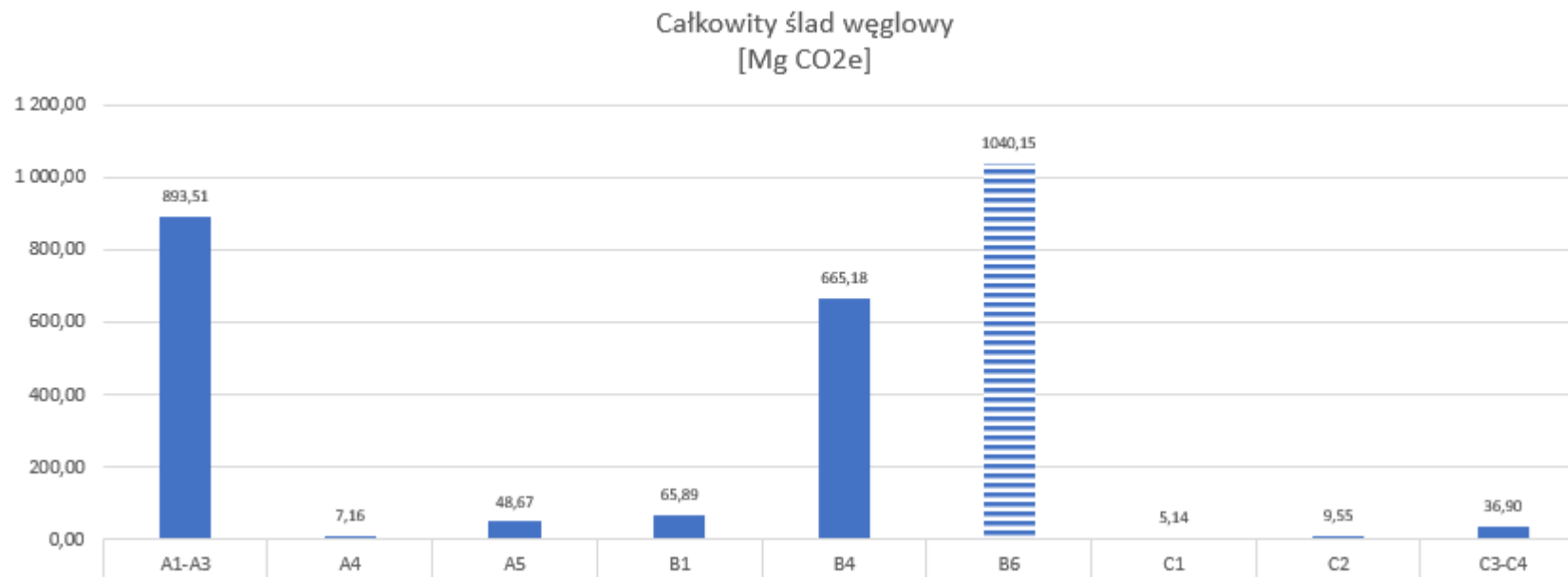
Założona metodyka obliczeń

- 1 Uwzględnione fazy LCA:
 - A1-A3, A4, A5, B1, B4, B6, C1, C2, C3-C4
- 2 Komponenty budynku
 - Wyroby budowlane wbudowane w trakcie prac budowlanych
 - Instalacje wbudowane w trakcie prac budowlanych
- 3 Okres cyklu życia
 - 50 lat
- 4 Narzędzie obliczeniowe
 - Samodzielnie opracowany arkusz Excel
- 5 Wykorzystane wskaźniki emisji
 - ITB-EPD, OEKOBAU.DAT, IBU-EPD
 - deklaracje EPD ze stron producentów

Wyniki obliczeń

Tabela. Zestawienie wyników całkowitego śladu węglowego dla analizowanego budynku

Wbudowany ślad węglowy								SUMA [kg CO ₂ e]	Operacyjny ślad węglowy	SUMA [kg CO ₂ e]
A1-A3 [kg CO ₂ e]	A4 [kg CO ₂ e]	A5 [kg CO ₂ e]	B1 [kg CO ₂ e]	B4 [kg CO ₂ e]	C1 [kg CO ₂ e]	C2 [kg CO ₂ e]	C3-C4 [kg CO ₂ e]		B6 [kg CO ₂ e]	
893 511,18	7 163,92	48 669,05	65 888,79	665 175,59	5 144,20	9 552,52	36 896,03	1 732 001,28	1 040 151,12	2 772 152,40



Rysunek. Zestawienie wyników całkowitego śladu węglowego dla analizowanego budynku

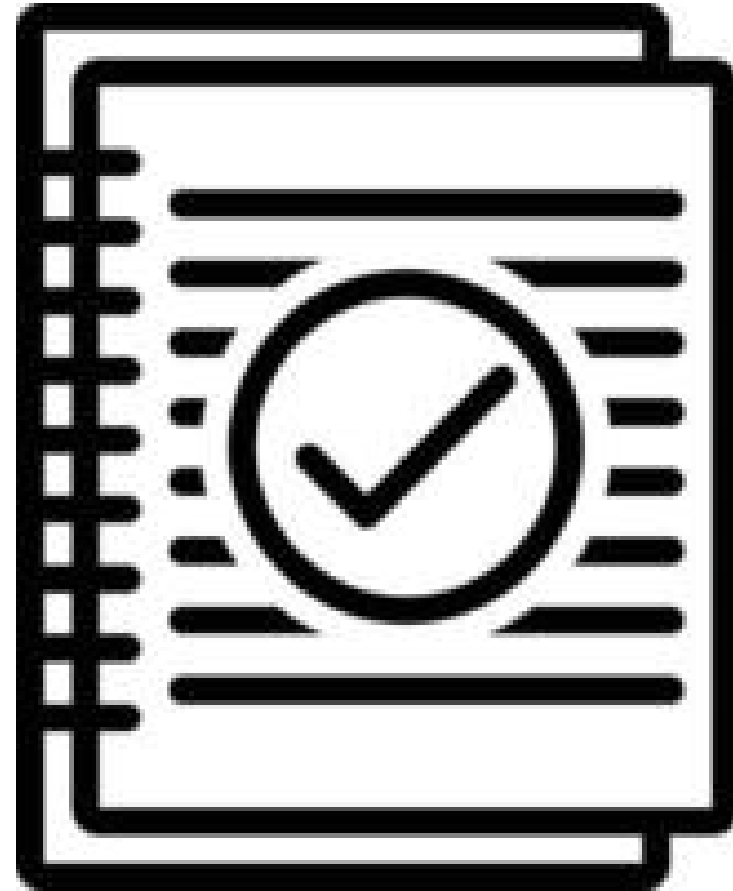
Wyniki obliczeń

Tabela. Porównanie uzyskanych wyników z wartościami granicznymi wiodących krajów europejskich

Wbudowany ślad węglowy [kg CO ₂ e/m ²] [kg CO ₂ e/(m ² ·rok)]		Wartość graniczna wbudowanego śladu węglowego	Całkowity ślad węglowy [kg CO ₂ e/(m ² ·rok)]	Wartość graniczna całkowitego śladu węglowego
1 367,55	27,35	Francja: 640 kgCO ₂ e/m ² Holandia: 16 kgCO ₂ e/(m ² ·rok)	43,78	Dania: 12 kgCO ₂ e/(m ² ·rok)

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wykazała, że pomimo zastosowania rozwiązań energooszczędnych, ślad węglowy fazy B6 dominuje nad innymi fazami, co wynika przede wszystkim z wysokiego wskaźnika emisyjności dla energii elektrycznej w Polsce. Za drugi największy wynik emisji odpowiadają fazy A1-A3, związane z wydobyciem i wytworzeniem zastosowanych wyrobów budowlanych. Bardzo istotne w całkowitym śladzie węglowym budynku pozostają również emisje fazy B4, związane z wydobyciem i wytworzeniem tych wyrobów budowlanych, które uległy wymianie w trakcie cyklu życia.



Propozycja polskiej metodyki obliczania śladu węglowego budynków w całym cyklu życia na potrzeby świadectw charakterystyki energetycznej

Wytyczne ogólne

1. Podstawę metodyki stanowi norma ***PN-EN 15978:2012 Zrównoważone obiekty budowlane – Ocena środowiskowych właściwości użytkowych budynków – Metoda obliczania*** oraz ***Level(s) – wskaźnik 1.2: współczynnik globalnego ocieplenia w cyklu życia***.
2. Obliczanie GWP budynku odbywa się w momencie sporządzania charakterystyki energetycznej, z aktualizacją w trakcie obliczania świadectwa charakterystyki energetycznej.

Komentarz: Członkowie grupy roboczej wielokrotnie wskazywali również na istotność etapu projektowego – obliczenia przeprowadzone na tym etapie pozwalałyby na wariację rozwiązań.

Propozycja polskiej metodyki obliczania śladu węglowego budynków w całym cyklu życia na potrzeby świadectw charakterystyki energetycznej

Wytyczne ogólne

3. Obliczenia GWP budynku **obejmują** następujące fazy metodyki LCA: A1, A2, A3, A4, A5, B4, B6, C1, C2, C3, C4, D
4. Z obliczeń GWP budynku **wyklucza się** następujące fazy metodyki LCA: B1, B2, B3, B5, B7

Komentarz: Zakres faz, który ma być uwzględniany w metodyce, jest jednym z najbardziej dyskutowanych elementów metodyki. Członkowie grup roboczych wielokrotnie wskazywali na istotności modułu B1 i B7.

Propozycja polskiej metodyki obliczania śladu węglowego budynków w całym cyklu życia na potrzeby świadectw charakterystyki energetycznej

Wytyczne ogólne

5. Obliczenia GWP budynku **obejmują** wyroby i instalacje, których masa stanowi powyżej 1% masy obiektu, pod warunkiem, że całkowity udział wykluczeń nie przekracza 5% masy obiektu.

Zasady wyłączające i luki w danych

Na podstawie zasad wyłączających wyklucza się dane wejściowe i wyjściowe w modułach cyklu życia według określonych kryteriów. Za ich pomocą ustanawia się niższe progi udziału materiału lub procesu we wpływie lub w masie materiałów. Należy przestrzegać następujących zasad ustanowionych w normie EN 15804 dla wyrobów budowlanych:

Dowiedz się więcej:

Obliczeniowe zasady wyłączające na potrzeby określenia modelu budynku

- ✓ W obliczeniach uwzględnia się wszystkie dane wejściowe i wyjściowe w ramach procesu (jednostkowego), dla którego dostępne są dane. Luki w danych można uzupełnić, przyjmując ostrożne założenia na podstawie uśrednionych lub uogólnionych danych. Wszelkie założenia dotyczące takich wyborów należy udokumentować.
- ✓ W przypadku niewystarczających danych wejściowych lub luk w danych odnoszących się do procesu jednostkowego, kryteria wyłączenia wynoszą 1% zużycia odnawialnej i nieodnawialnej energii pierwotnej i 1% całkowitego wkładu masowego w danym procesie jednostkowym.
- ✓ Łączna ilość pominiętych przepływów wejściowych na moduł może wynosić maksymalnie 5% zużycia energii i masy. Aby wykazać zgodność z tymi kryteriami, można wykorzystać ostrożne założenia wraz z rozważaniami dotyczącymi prawdopodobieństwa i opinią ekspertów.
- ✓ Szczególną uwagę należy zwrócić na uwzględnienie przepływów materiałów i energii, o których wiadomo, że mogą potencjalnie powodować znaczące emisje do powietrza, wody lub gleby, związane z indeksami środowiskowymi określonymi w normie EN 15978. Aby wykazać zgodność z tymi kryteriami, można wykorzystać ostrożne założenia wraz z rozważaniami dotyczącymi prawdopodobieństwa i opinią ekspertów.

Propozycja polskiej metodyki obliczania śladu węglowego budynków w całym cyklu życia na potrzeby świadectw charakterystyki energetycznej

Wytyczne ogólne

6. W obliczeniach GWP budynku **nie uwzględnia się** elementów zagospodarowania terenu, takich jak przyłącza i przebudowy sieci, podstacje i sprzęt, chodniki i inne powierzchnie utwardzone, ogrodzenia, barierki i mury, czy systemy odwadniania. Ponadto wyklucza się podbudowę budynku. Granicę stanowi bryła budynku.
7. W obliczeniach GWP budynku przyjmuje się okres życia budynku równy **50 lat**.
8. Obliczenia GWP budynku wykonuje się **metodą statyczną** (nie uwzględniającą zmian technologii na przestrzeni cyklu życia).
9. Obliczenia GWP budynku wykonywane są jako **GWP Total**, bez podziału na GWP Fossil, GWP Luluc, GWP Biogenic.

Komentarz: Członkowie grupy roboczej wskazywali, że podejście to jest niezgodne z normą PN-EN 15804 +A2 dotyczącą deklaracji środowiskowych wyrobów budowlanych. Należy jednak pamiętać, że wyroby budowlane i ich ślad węglowy stanowią tylko jeden z kilku elementów śladu węglowego budynku.

Propozycja polskiej metodyki obliczania śladu węglowego budynków w całym cyklu życia na potrzeby świadectw charakterystyki energetycznej

Wytyczne ogólne

10. Wyniki obliczeń GWP budynku raportowane są **oddzielnie** dla emisji wbudowanych i emisji operacyjnych.
11. Wyniki obliczeń emisji wbudowanych raportowane są w jednostce **kgCO₂e/m²**, gdzie powierzchnia oznacza powierzchnię użytkową. Powierzchnię wyznacza się według normy PN-ISO 9836:2022-07.
12. Wyniki obliczeń emisji operacyjnych raportowane są w jednostce **kgCO₂e/m²/rok**, gdzie powierzchnia oznacza powierzchnię użytkową. Powierzchnię wyznacza się według normy PN-ISO 9836:2022-07.

Komentarz: Szeroka dyskusja dotyczyła definicji powierzchni, do której odnoszone będą wyniki obliczeń. Powierzchnia użytkowa jest wskazywana zarówno przez metodykę Level(s), jak i Taksonomię. Wątpliwości może budzić jednak definicja powierzchni użytkowej wskazana w normie.

Propozycja polskiej metodyki obliczania śladu węglowego budynków w całym cyklu życia na potrzeby świadectw charakterystyki energetycznej

Wytyczne ogólne

13. W obliczeniach stosuje się dane pochodzące z krajowych baz danych. Ponadto rekomenduje się utworzenie krajowej bazy danych WLC.

Komentarz: Do uszczegółowienia na kolejnym etapie, baza powinna być stworzona przez ministerstwo. Na tym etapie bazę stanowiąć będzie krajowa baza danych generycznych – załączek może stanowić projekt FOCA. W następnym etapie dodawane będą dane specyficzne – producenci będą zobligowani w związku z rewizją CPR.

Dziękuję za uwagę



Krajowa Agencja
Poszanowania Energii S.A.



ŚLAD WĘGLOWY BUDYŃKÓW