

Ślad węglowy budynków w całym cyklu życia



Krajowa Agencja
Poszanowania Energii S.A.



ŚŁAD 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					Zużycie energii		Zużycie wody		Rozbiórka/wyburzenie				Transport		Przetwarzanie odpadów		Składowanie/usuwanie		Ponowne użycie, odzysk, recykling
											Konserwacja	Naprawa	Wymiana	Renowacja																



Wbudowany
ślad węglowy



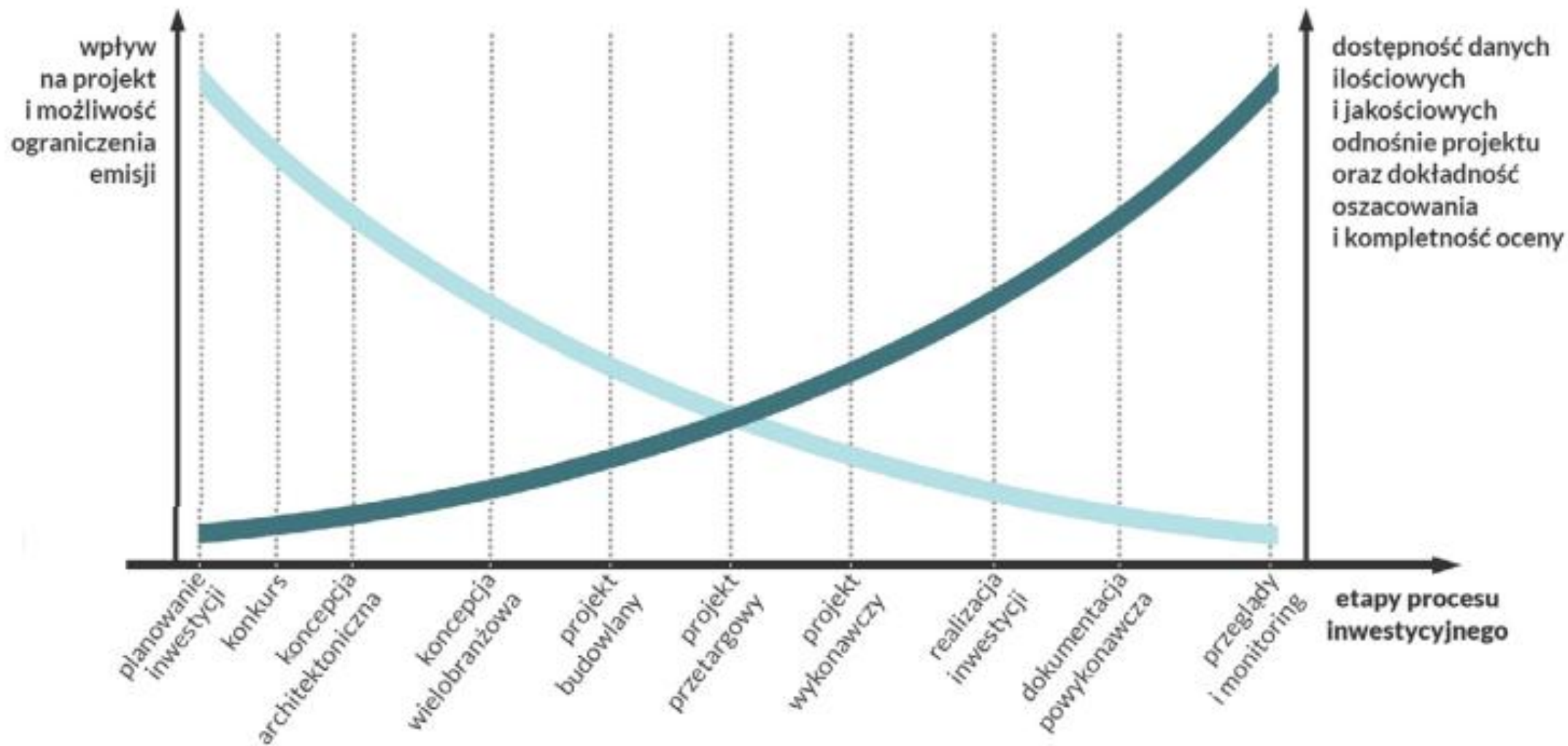
Operacyjny ślad
węglowy



Poza cyklem
życia



Na jakich etapach procesu inwestycyjnego przeprowadzać ocenę śladu węglowego?



Elementy budynku uwzględniane w ocenie śladu węglowego



Konstrukcja
podziemna
budynku

Konstrukcja części
nadziemnej

Przegrody
zewnętrzne
budynku

Przegrody
wewnętrzne

Elementy
wykończenia
wnętrz i
wyposażenia

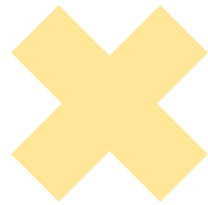
Instalacje
budynkowe i
urządzenia

Elementy
zagospodarowania
terenu i prace
zewnętrzne



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-norway

Global Program Operator



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**.

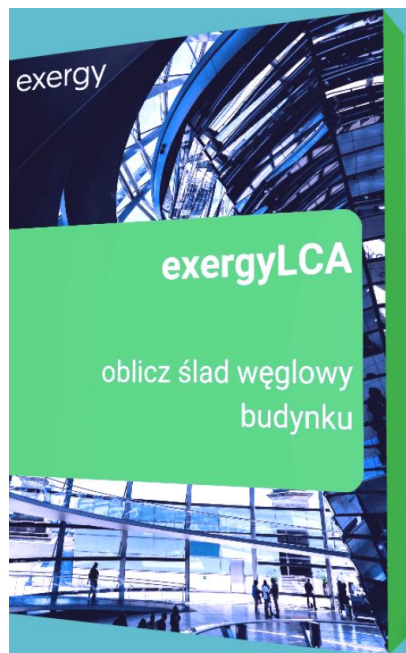
Deklaracja EPD nie jest typowym certyfikatem, ale świadectwem oceny oddziaływania produktu na środowisko na poszczególnych etapach jego wytwarzania i cyklu życia: od pozyskania materiałów, przez etap produkcji, transport, montaż, użytkowanie, aż do utylizacji i recyklingu.

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



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 2.3. Projektowanie uwzględniające możliwości adaptacji i renowację 2.4. Projektowanie uwzględniające rozbiórkę, ponowne użycie i recykling
3. Efektywne korzystanie z zasobów wodnych	3.1. Zużycie wody na etapie użytkowania
4. Zdrowe i wygodne pomieszczenia	4.1. Jakość powietrza w pomieszczeniach 4.2. Czas poza zakresem komfortu cieplnego 4.3. Komfort związany z oświetleniem i widocznością 4.4. Akustyka i ochrona przed hałasem
5. Przystosowywanie się do zmiany klimatu i odporność na tę zmianę	5.1. Ochrona zdrowia i komfortu cieplnego użytkowników 5.2. Zwiększone ryzyko ekstremalnych zdarzeń pogodowych 5.3. Zwiększone ryzyko powodzi
6. Zoptimalizowane koszty i wartość w całym cyklu życia	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

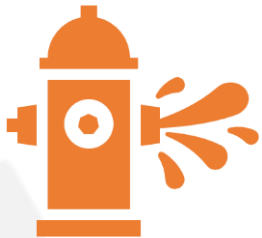
→ Wbudowany system oświetlenia

→ 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



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

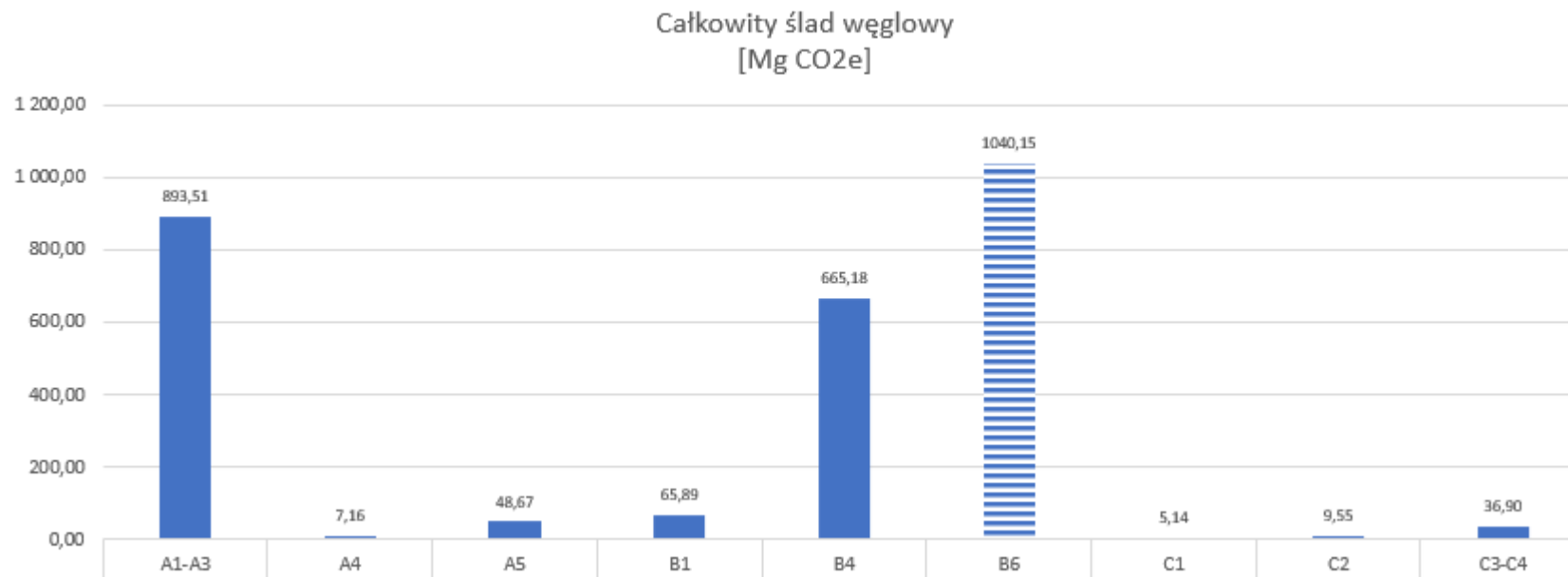
Wykorzystane wskaźniki emisji

- 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									Operacyjny ślad węglowy	
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]	SUMA [kg CO ₂ e]	B6 [kg CO ₂ e]	SUMA [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

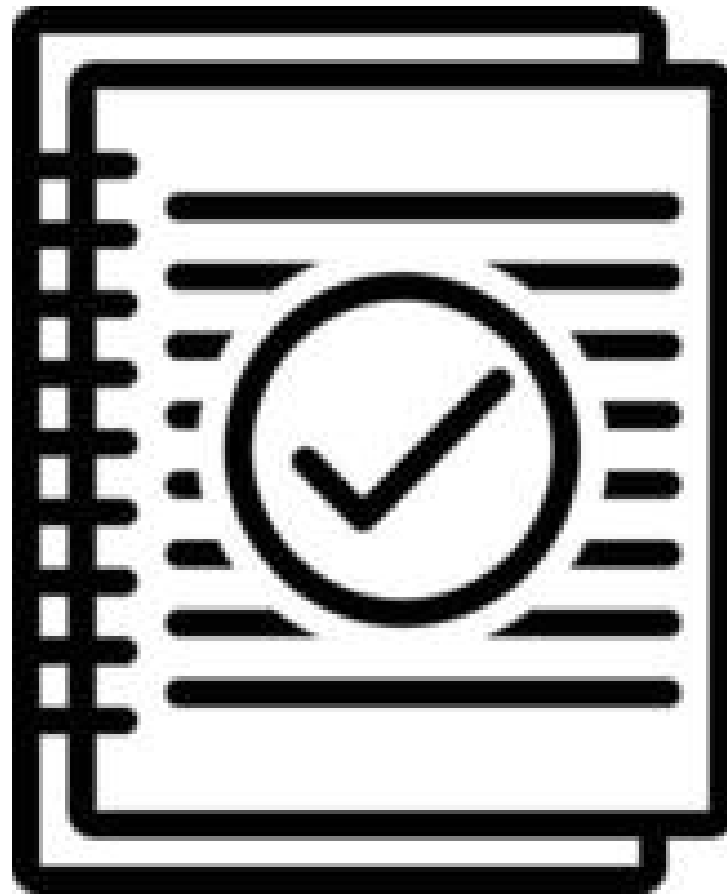
Wyniki obliczeń

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.



Dziękuję za uwagę



Krajowa Agencja
Poszanowania Energii S.A.



ŚLAD WĘGLOWY BUDYNKÓW

Przykład obliczeniowy

Treść: Przeanalizuj ślad węglowy fazy A5 związany z budową fundamentów budynku. Budowa fundamentów wiąże się z pracą wykonaną przez następujące maszyny: koparka, spycharka i betoniarka.

Oblicz:

1) Oblicz **śląd węglowy** fazy A5 związany z realizacją inwestycji na budowie.

Dane:

- czas pracy **koparki** – 100 maszynogodzin,
- czas pracy **spycharki** – 150 maszynogodzin,
- czas pracy **betoniarki** – 500 maszynogodzin,
- zużycie **oleju napędowego (ON)** przez **koparkę** – 20 litrów na maszynogodzinę,
- zużycie **ON** przez **spycharkę** – 25 litrów na maszynogodzinę,
- zużycie **energii elektrycznej** przez **betoniarkę** – 3 kWh na maszynogodzinę,
- emisja **dwutlenku węgla (CO₂)** wynikająca ze spalania **1 litra** oleju napędowego wynosi **2,48 kg CO₂**, (DEFRA 2024)
- emisja CO₂ wynikająca ze zużycia **1 kWh** energii elektrycznej z **Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE)** wynosi **0,685 kg CO₂**. (KOBiZE 2023)

Przykład obliczeniowy

Rozwiązanie:

Całkowite zużycie oleju napędowego:

$$20 \text{ l/m-g} * 100 \text{ m-g} + 25 \text{ l/m-g} * 150 \text{ m-g} = 5\,750 \text{ l}$$

Całkowite zużycie energii elektrycznej:

$$3 \text{ kWh/m-g} * 500 \text{ m-g} = 1\,500 \text{ kWh}$$

Emisja pochodząca ze spalania oleju napędowego:

$$5\,750 \text{ l} * 2,48 \text{ kgCO}_2/\text{l} = \mathbf{14\,260,00 \text{ kgCO}_2}$$

Emisja pochodząca ze zużycia energii elektrycznej:

$$1\,500 \text{ kWh} * 0,685 \text{ kgCO}_2/\text{kWh} = \mathbf{1\,027,50 \text{ kgCO}_2}$$

Sumaryczny ślad węglowy fazy A5:

$$14\,260,00 \text{ kgCO}_2 + 1\,027,50 \text{ kgCO}_2 = \mathbf{15\,287,50 \text{ kgCO}_2}$$