

ZWIĄZEK PRACODAWCÓW
PRODUCENTÓW MATERIAŁÓW
DlaBudownictwa



Nowa dyrektywa EPBD – główne zmiany, implementacja
do prawa krajowego, współczynnik globalnego ocieplenia

Obliczanie skumulowanej emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia budynku

Michał Pierzchalski

Wydział Architektury, Politechnika Warszawska

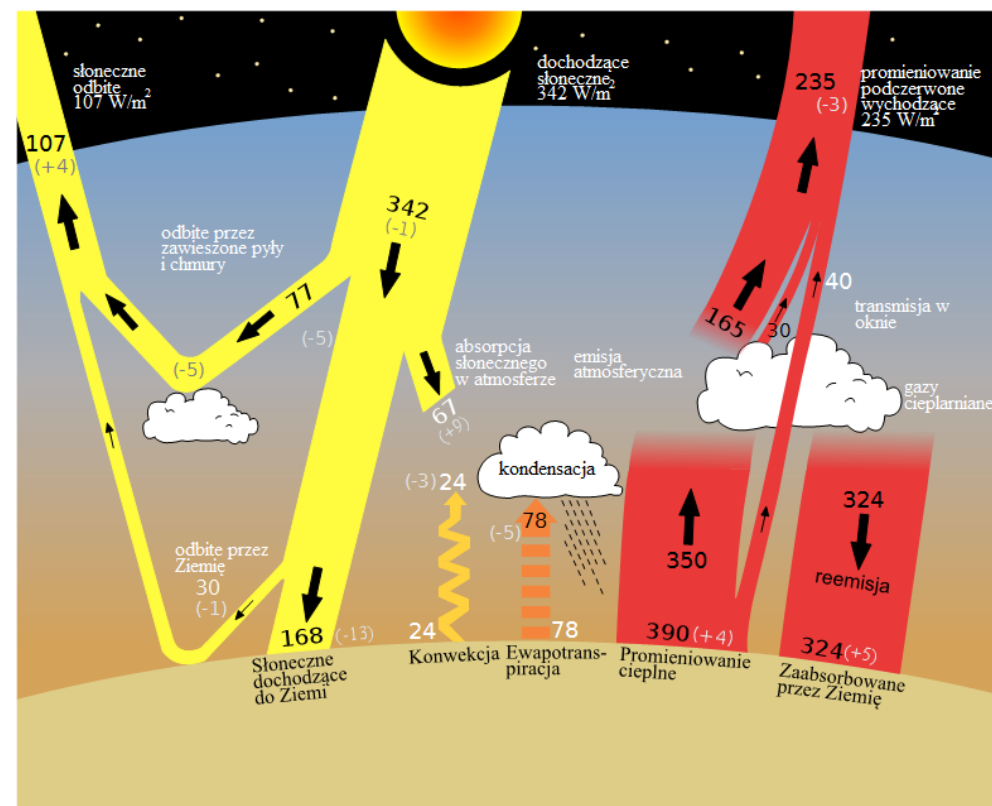
Zakład Projektowania Prośrodowiskowego

Podstawowe pojęcia

GWP – Global Warming Potential / Ślad węglowy / WLC

Recast EPBD (2024):

„(9) Współczynnik globalnego ocieplenia (GWP) w całym cyklu życia budynku wskazuje na ogólny wkład budynku w emisje prowadzące do zmiany klimatu. Wyraża on zarówno **emisje dwutlenku węgla wbudowane** w wyroby budowlane, jak i **bezpośrednie i pośrednie emisje dwutlenku węgla** na etapie użytkowania. (...)”



źródło: Pflatau, vector: Adam Rędzikowski, Praca własna, GFDL, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24719629>

Podstawowe pojęcia

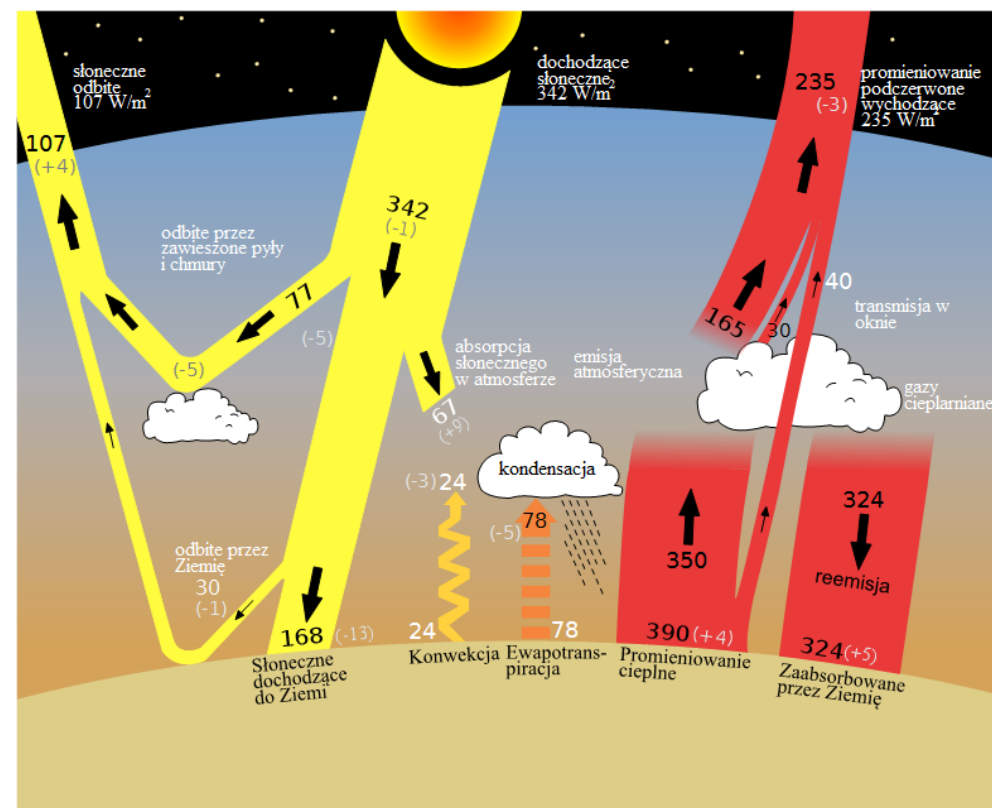
GWP – Global Warming Potential / Ślad węglowy

Recast EPBD (2024):

„Definicje (...)”

24) „emisje gazów cieplarnianych w całym cyklu życia” oznaczają emisje gazów cieplarnianych, **które powstają na wszystkich etapach cyklu życia budynku, w tym na etapie produkcji i transportu wyrobów budowlanych, działań na miejscu budowy, zużycia energii w budynku i wymiany wyrobów budowlanych, a także rozbiórki oraz transportu materiałów odpadowych i gospodarowania nimi oraz ich ponownego użycia, recyklingu i ostatecznego usunięcia;**

25) „współczynnik globalnego ocieplenia w cyklu życia” lub „GWP w cyklu życia” oznacza wskaźnik ilościowo określający współczynnik globalnego ocieplenia w całym cyklu życia budynku;”



źródło: Pflatau, vector: Adam Rędzikowski, Praca własna, GFDL, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24719629>

Podstawowe pojęcia

GWP – Global Warming Potential / Ślad węglowy

Dyrektywa EPBD:

ZAŁĄCZNIK III

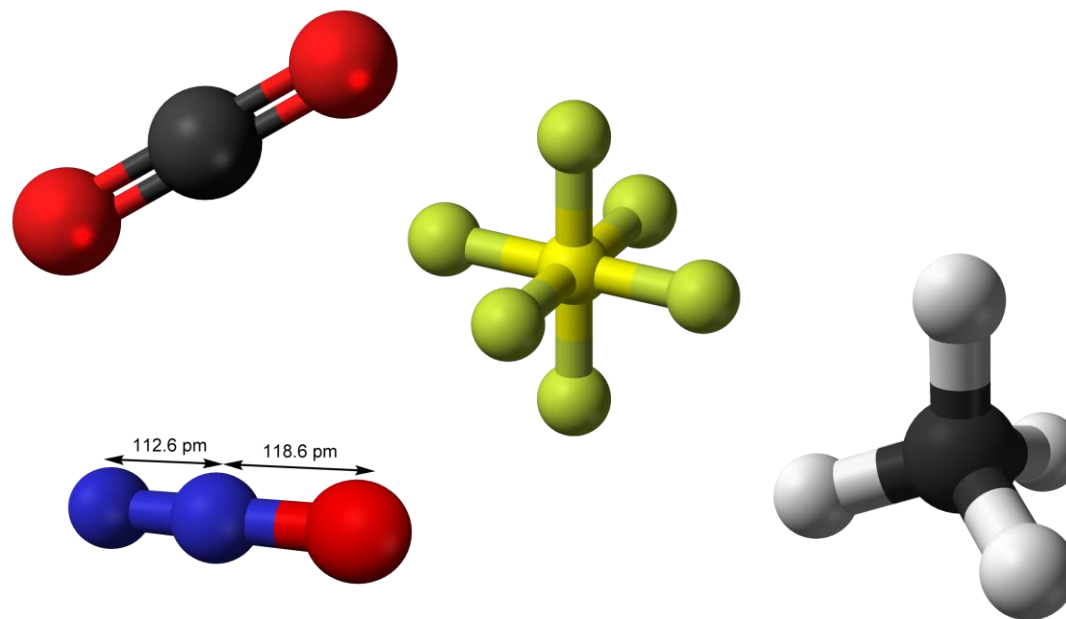
Obliczanie GWP w cyklu życia w przypadku nowych budynków zgodnie z art. 7 ust. 2

Do celów obliczania GWP w cyklu życia w przypadku nowych budynków zgodnie z art. 7 ust. 2 podaje się **całkowity** GWP w cyklu życia jako wskaźnik liczbowy dla każdego etapu cyklu życia, wyrażony w kg ekwiwalentu CO₂/(m²) (powierzchni użytkowej) obliczony w referencyjnym okresie badania wynoszącym 50 lat. Wybór danych, określenie scenariusza i obliczenia przeprowadza się zgodnie z normą EN 15978 (EN 15978:2011 Zrównoważone obiekty budowlane. Ocena środowiskowych właściwości użytkowych budynków. Metoda obliczania) z **uwzględnieniem wszelkich kolejnych norm dotyczących zrównoważonych obiektów budowlanych oraz metody obliczania do celów oceny środowiskowych właściwości użytkowych budynków.** Zakres elementów budynków i wyposażenia technicznego odpowiada zakresowi zdefiniowanemu we wspólnych unijnych ramach Level(s) dla wskaźnika 1.2. W przypadku gdy istnieje krajowe narzędzie obliczeniowe **lub krajowa metoda obliczeniowa** lub są one wymagane do ujawniania informacji lub do uzyskiwania pozwoleń na budowę, narzędzie to **lub metoda ta** mogą być stosowane do celów wymaganego ujawnienia informacji. Inne narzędzia **lub metody** obliczeniowe mogą być stosowane, jeżeli spełniają one minimalne kryteria ustanowione we wspólnych unijnych ramach Level(s). Jeżeli są dostępne, wykorzystuje się dane dotyczące konkretnych wyrobów budowlanych obliczone zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011.

Podstawowe pojęcia

GHG – gazy cieplarniane (greenhouse gases)

- dwutlenek węgla (CO_2),
- metan (CH_4),
- podtlenek azotu (N_2O),
- sześćfluorek siarki (SF_6)
- fluorowęglowodory (HFC),
- perfluorowęglowodory (PFC).

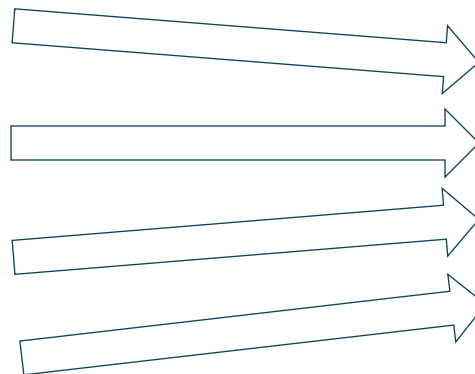


Źródło: Wikimedia Commons, public domain ([Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication)

Podstawowe pojęcia

Ekwiwalent dwutlenku węgla

- dwutlenek węgla (CO_2),
- metan (CH_4),
- podtlenek azotu (N_2O),
- sześćfluorek siarki (SF_6)
- fluorowęglowodory (HFC),
- perfluorowęglowodory (PFC).

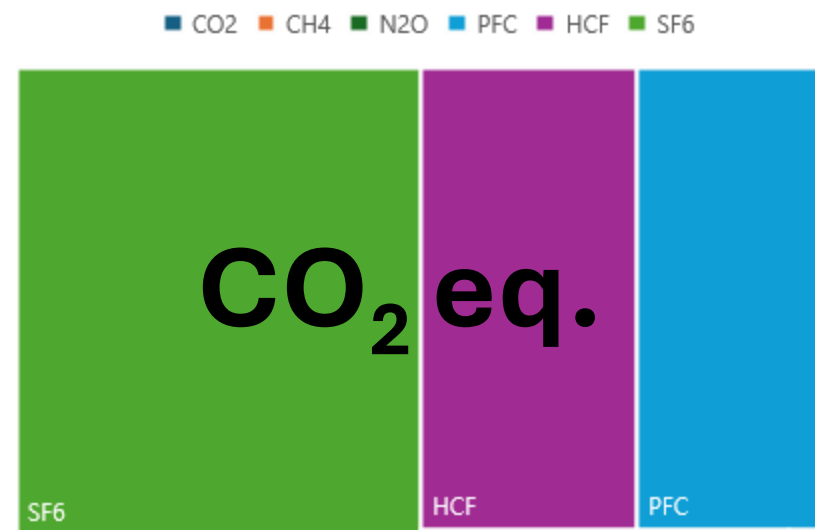
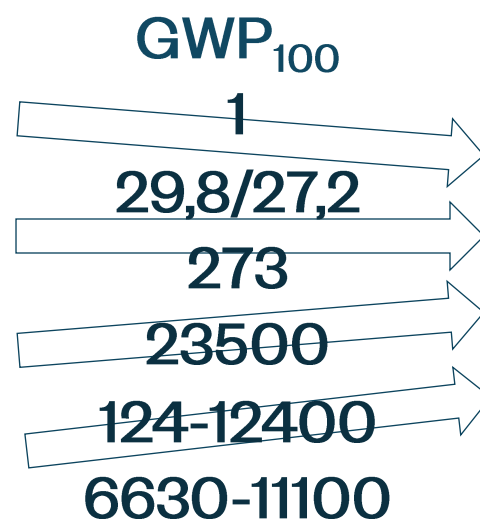


CO₂ eq.

Podstawowe pojęcia

Ekwiwalent dwutlenku węgla

- dwutlenek węgla (CO₂),
- metan (CH₄),
- podtlenek azotu (N₂O),
- sześćciofluorek siarki (SF₆)
- fluorowęglowodory (HFC),
- perfluorowęglowodory (PFC).



Podstawowe pojęcia

GHG – przykłady emisji

- dwutlenek węgla (CO_2),
- metan (CH_4),
- podtlenek azotu (N_2O),
- sześć fluorków siarki (SF_6)
- fluorowęglowodory (HFC),
- perfluorowęglowodory (PFC).

Spalanie w źródłach stacjonarnych i mobilnych, emisje procesowe.

Spalanie paliw, emisje ze składowisk odpadów, wycieki z instalacji lub zbiorników, emisje z kopalń, hodowla zwierząt (29,9% - 89,5% fermentacja jelitowa / 10,3% gospodarka odchodami zwierzęcymi) i emisje naturalne.

Spalanie paliw, działalność przemysłowa i rolnicza (79,6%) , np. nawozy, oczyszczanie ścieków. (87,4% nawożenie azotowe / 12,6% odchody zw.)

Izolator w transformatorach i rozdzielniach wysokiego napięcia (dielektryk).

Czynniki chłodnicze, emisje niezorganizowane (sprężarki pomp ciepła i urządzeń chłodniczych).

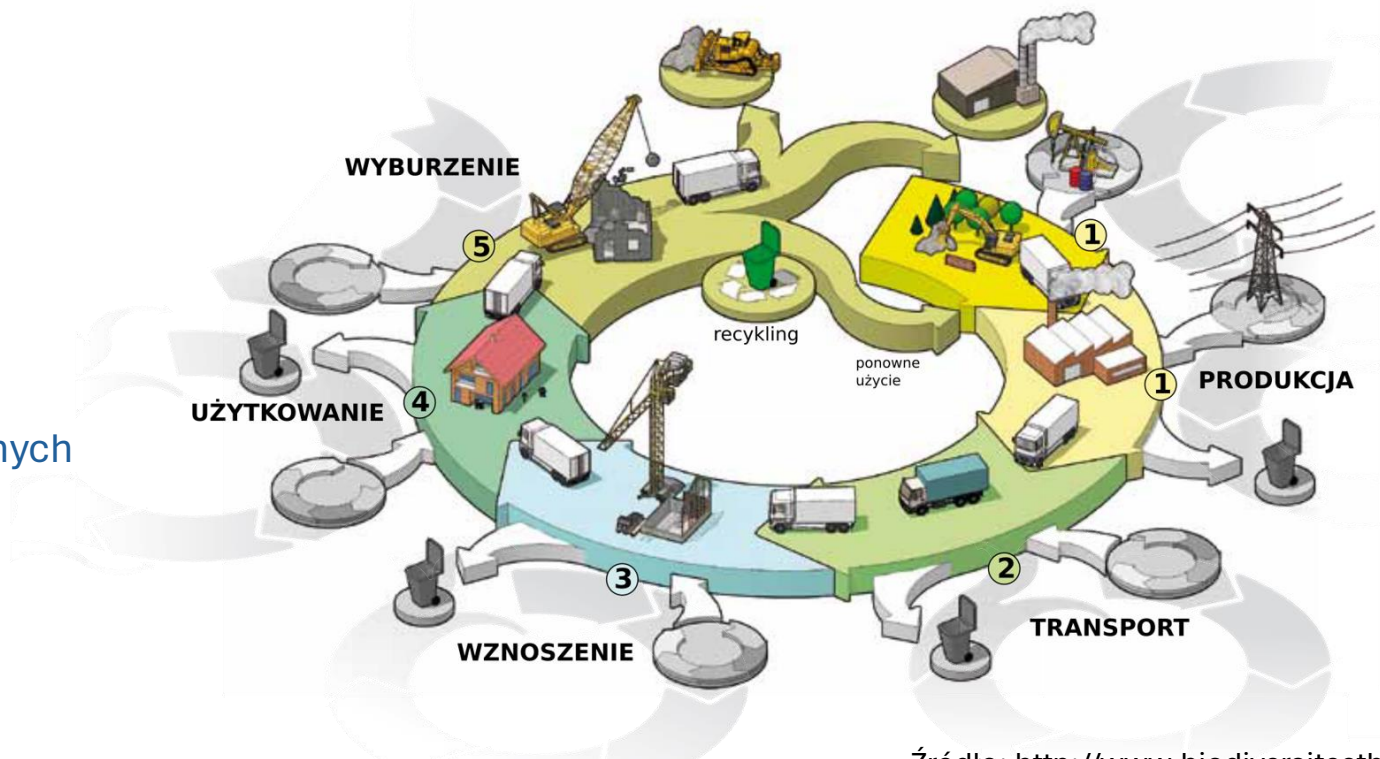
Czynniki chłodnicze, emisje niezorganizowane (sprężarki pomp ciepła i urządzeń chłodniczych).

Podstawowe pojęcia

- **Wbudowana emisja GHG, wbudowany ślad węglowy,**
- **Operacyjna emisja GHG, operacyjny ślad węglowy**
- **Skumulowana emisja GHG, skumulowany ślad węglowy**

Cykl istnienia (życia) budynku

1. Wyprodukowanie wyrobów budowlanych
2. Transport
3. Wznoszenie budynku
4. Użytkowanie budynku
5. Rozbiórka, wyburzenie



Źródło: <http://www.biodiversiteetbati.fr/>

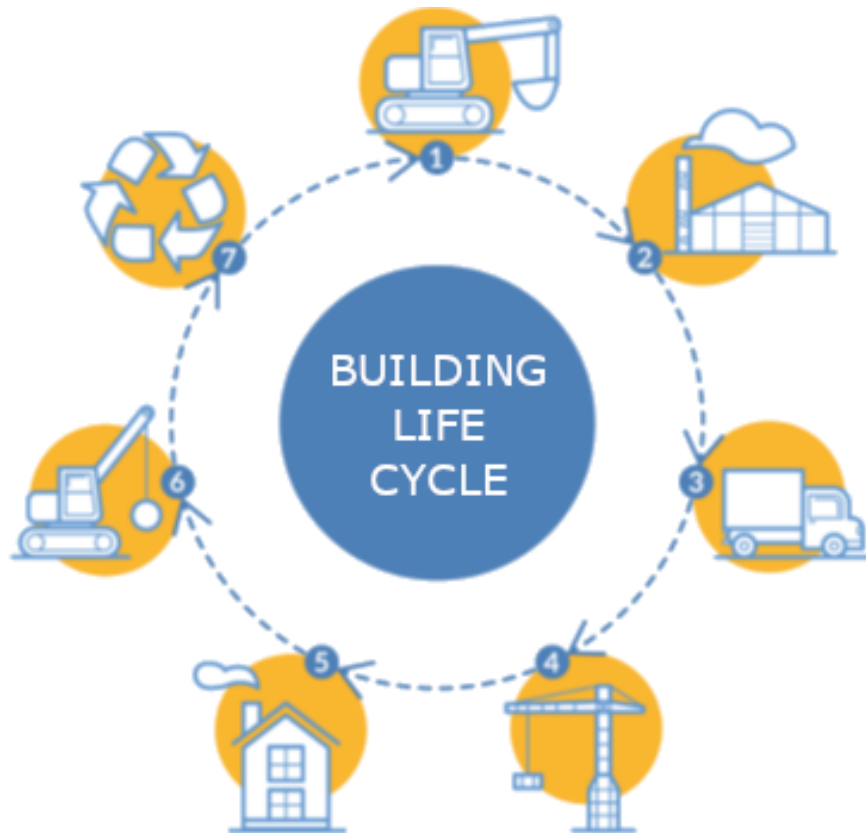
Podstawowe pojęcia

Cykl życia budynku

Etapy cyklu istnienia budynku																
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
Dostawa surowców	Transport	Wytwarzanie	Transport	Instalacja, wbudowanie	Użytkowanie ¹²	Konserwacja	Naprawa	Wymiana	Renowacja	Zużycie energii podczas użytkowania	Zużycie wody podczas użytkowania	Rozbiórka	Transport	Przetwarzanie odpadów	Usuwanie odpadów	Potencjał ponownego wykorzystania, odzysku i recyklingu

Etapy cyklu życia budynku. Opracowanie na podstawie normy EN 15978:2012.

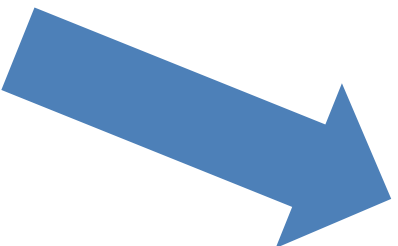
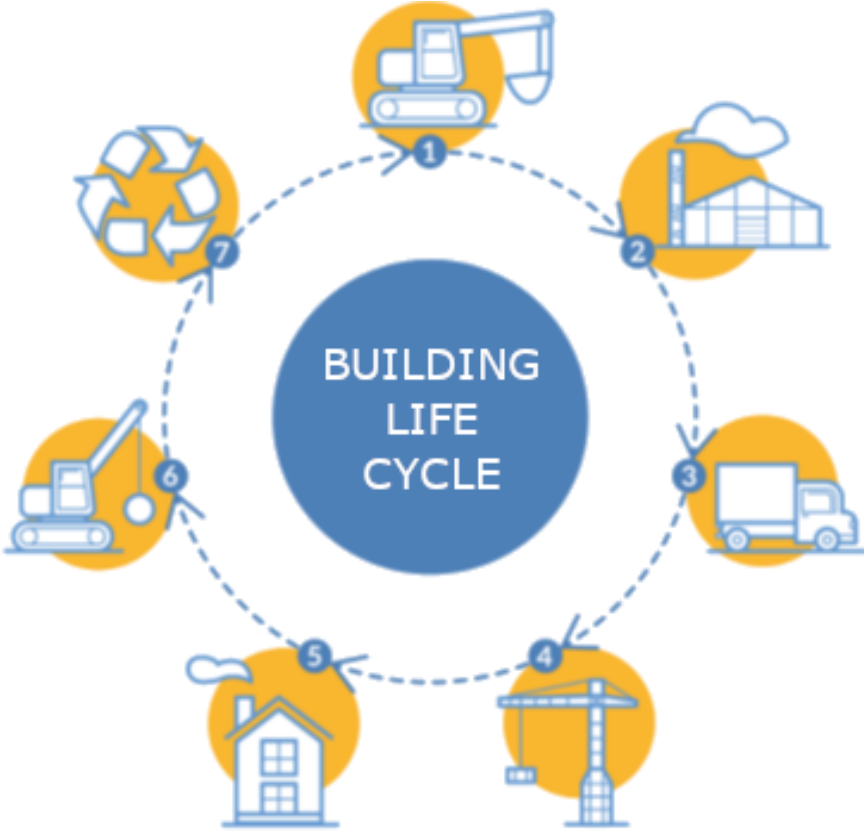
Podstawowe pojęcia



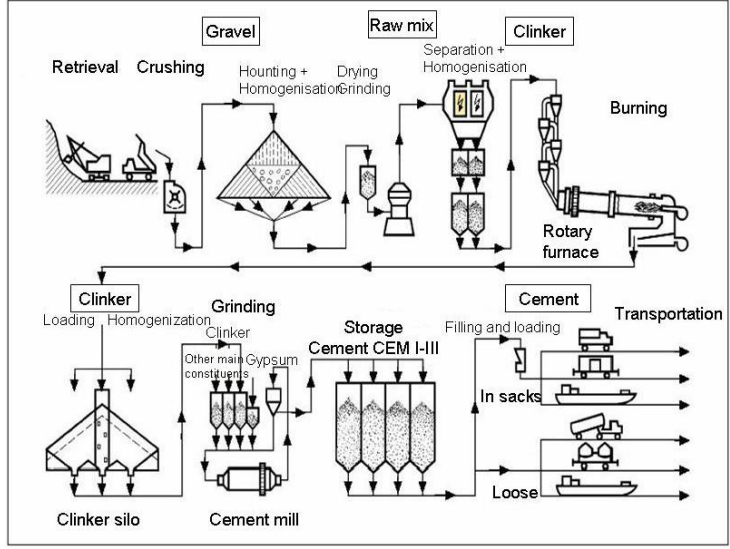
Cykl życia budynku

1. Wydobycie
2. Produkcja
3. Transport
4. Procesy budowlane
5. Faza użytkowania
6. Faza końca życia
7. Dodatkowe korzyści (reuse, recovery, recycling potential)

Podstawowe pojęcia



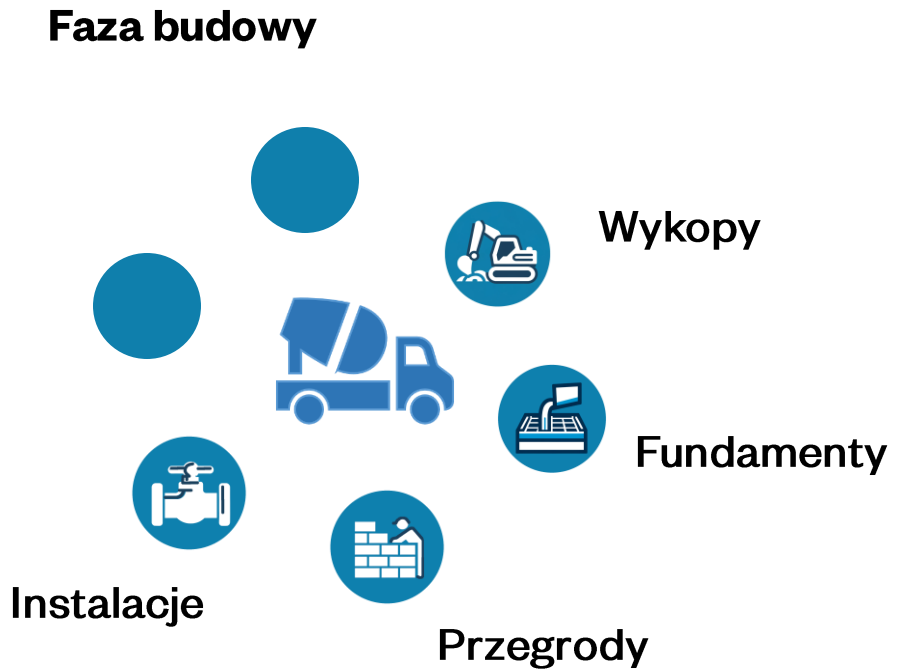
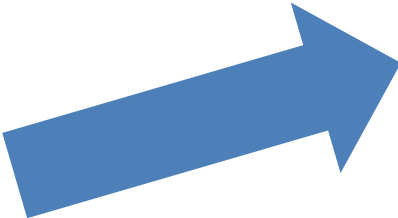
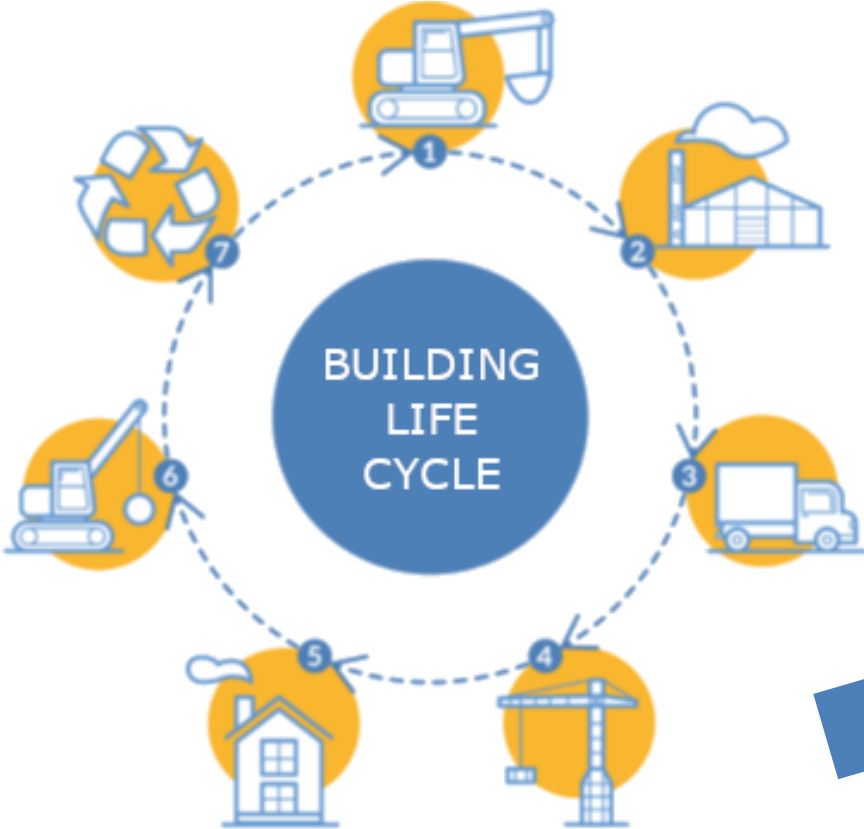
Faza wyrobu



Źródło: Oekobau.dat

Źródło: Zagadnienia gospodarki niskoemisyjnej w planowaniu przestrzennym, MIB, KAPE SA, 2018

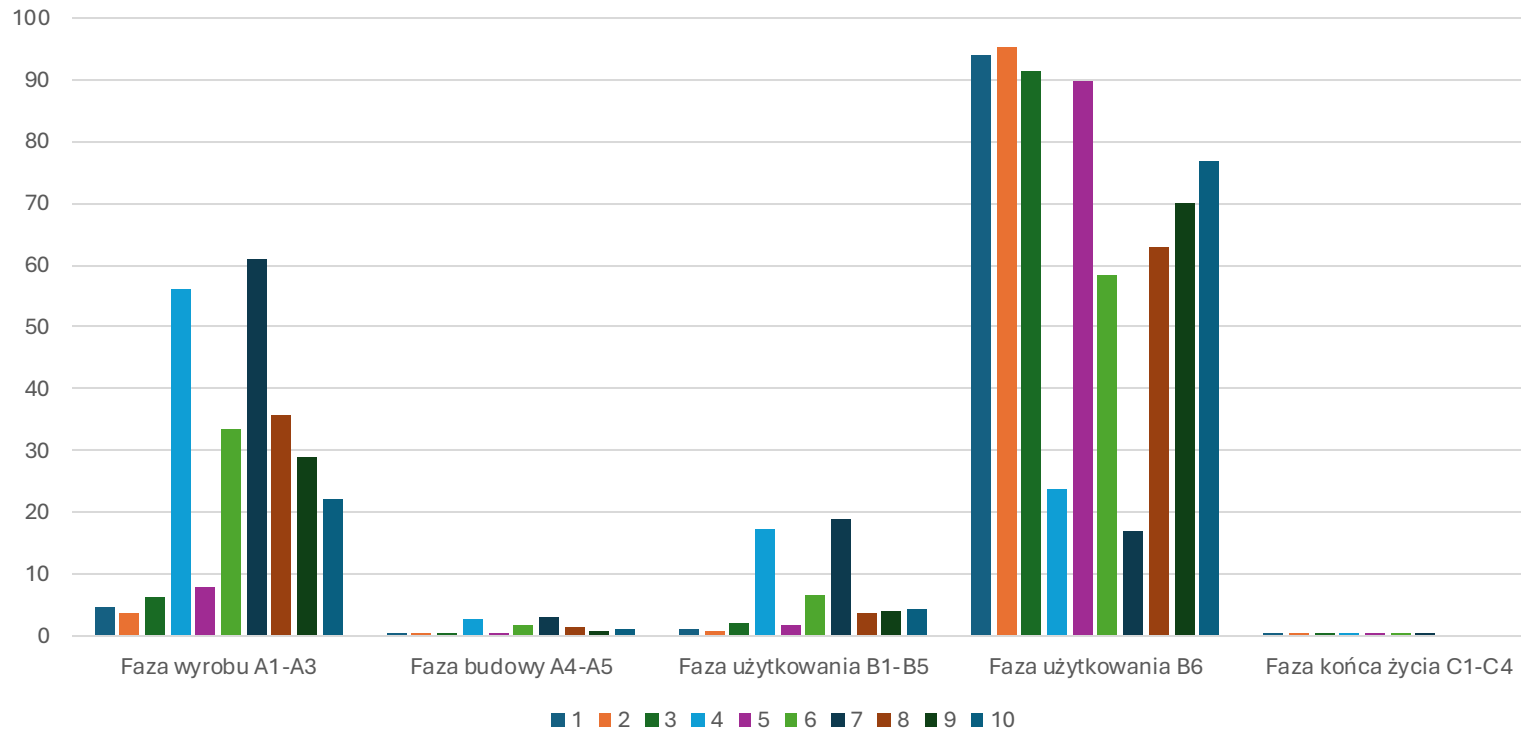
Podstawowe pojęcia



Źródło: Zagadnienia gospodarki niskoemisyjnej w planowaniu przestrzennym, MIB, KAPE SA, 2018

Podstawowe pojęcia

Ślad węglowy



Porównanie udziału energii wbudowanej dla poszczególnych faz cyklu istnienia budynku [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Ragheb, 2011; Srinivasan, Ingwersen, Trucco, et al., 2014 oraz KAPE, 2019).

Przykłady UE

Wiodące kraje EU w zakresie liczenia śladu węglowego w całym cyklu życia (WLC – Whole Life Carbon, GWP).



Dania: od Stycznia 2023r.



Finlandia: od 2025r.



Francja: od Stycznia 2022r.



Holandia: od 2018r.



Szwecja: od Stycznia 2022r.



Źródło: Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

Przykłady UE

Zakres analizy

- Wszystkie kraje skupiają swoje przepisy na **nowych budynkach mieszkalnych i biurowych**. Większość państw przewiduje pewne wyjątki od obowiązku raportowania WLC.
- Analiza LCA **nadziemnej i podziemnej części budynku** jest zawsze wymagana. Zawarcie innych elementów budynku lub otoczenia w obliczeniach różni się wśród państw.
- **Etapy LCA** uwzględniane w obliczeniach ustalane są przez indywidualnie przez państwa. Począwszy od uwzględnienia tylko wbudowanego śladu węglowego (Szwecja), aż do uwzględnienia praktycznie wszystkich faz wraz z korzyściami wykraczającymi poza cykl życia budynku (Francja).



Przykłady UE

		Faza wyrobu			Faza budowy		Faza użytkowania								Faza końca życia				Poza cyklem życia	
Referencyjny okres użytkowania budynku		Wydobycie surowców	Transport	Produkcja materiałów	Transport	Budowa	Eksploatacja	Konservacja	Naprawy	Wymiana	Renowacja	Zużycie energii	Zużycie wody	Dostępność środków transportu	Rozbiórka	Transport odpadów	Przetwarzanie odpadów	Utylizacja odpadów	Ponowne wykorzystanie, odzysk	Recykling
[lata]		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D1	D2
Dania	50	█								●		●					█		●	
Finlandia	50	█								●		●			█	█	█		●	●
Francja	50	█					█	█	█	█	█	█	█		█	█	█		●	
Holandia	50/75	█					█	█	█	█		█	█		█	█	█		●	
Szwecja	-	█										●								

Porównanie zakresu analizy – faz cyklu życia budynku, które są uwzględniane podczas obliczeń WLC.

Źródło: Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA za Ramboll: Whole life carbon models for the EU27 to bring down embodied carbon emissions from new buildings. Review of existing national legislative measures, 10.2022. Norma PN-EN 15978.

Przykłady UE

Zakres analizy - różnice

- Różne **rodzaje powierzchni budynku** użytej do obliczeń (np. użytkowa, całkowita, ogrzewana) czy dane środowiskowe subiektywne każdego państwa.
- Różnice w koncepcji **metodologii obliczeń** WLC polegają między innymi na raportowaniu większej ilości czynników wpływu na środowisko (Holandia), czy też użycie dynamicznej metody obliczania LCA (Francja).
- Prawie wszystkie analizowane kraje stosują jednostkę raportowania WLC jako $\text{kgCO}_e./\text{m}^2$ lub $\text{kgCO}_2e./\text{m}^2/\text{rok}$, a jedynie Holandia stosuje metrykę finansową – $\text{EUR}/\text{m}^2/\text{rok}$.



Przykłady UE

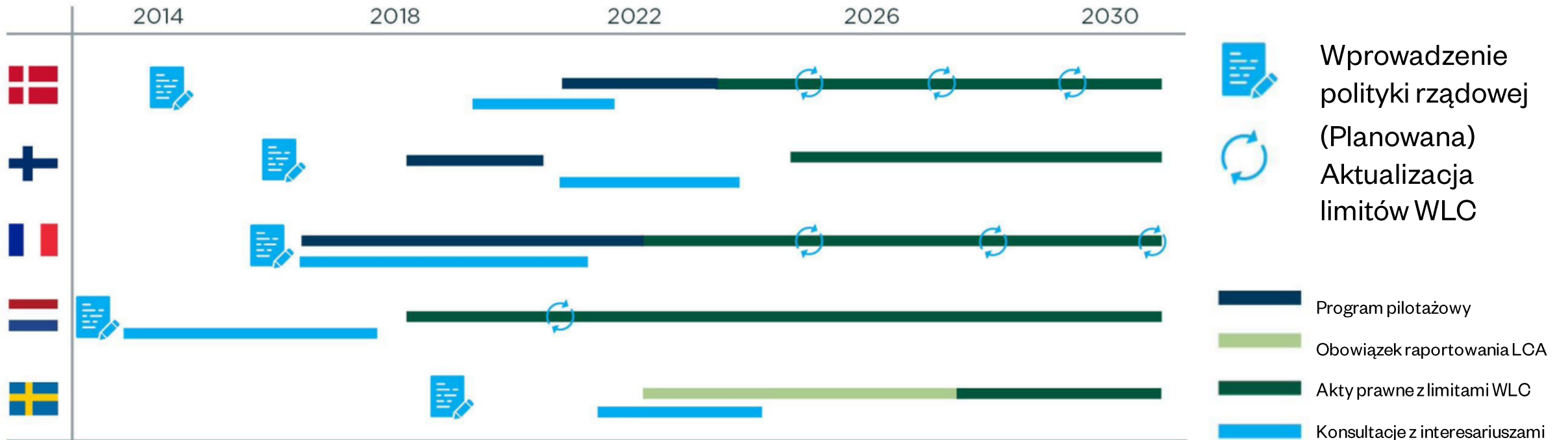
Zakres analizy - redukcja śladu węglowego / progi graniczne

- Obowiązujące lub planowane **limity** stosowane są we wszystkich państwach. Początkowo stosuje się ulgowe podejście, które z czasem będzie aktualizowane w kierunku surowszych progów.
- Analiza śladu węglowego obiektu powinna być wykonana **na etapie projektu lub w trakcie budowy**. Lokalne władze zwykle wymagają analizy WLC wraz z pozwoleniem na budowę.
- Dane LCA nie są przechowywane w zcentralizowanej bazie danych, poza Szwecją oraz w żadnym państwie nie są dostępne publicznie jako zanonimizowane.



Przykłady UE

Proces wdrażania



Przykłady UE

Podsumowanie

	Dania	Holandia	Francja	Finlandia	Szwecja
Status aktów prawnych	Obowiązujący od 2023 r.	Obowiązujący od 2018 r.	Obowiązujący od 2022 r.	W planach od 2025 r.	Obowiązujący od 2022 r.
Metodyka	EN15978	EN15804 i EN15978	EN15978	EN15978	EN15978
Baza danych EPD	EPD Danmark Database (Dania), Ökobaudat (Niemcy)	NMD Database (Holandia)	INIES Database (Francja)	Brak/w planach	Baza danych Szwedzkiej Krajowej Rady Mieszkalnictwa, Budownictwa i Urbanistyki
Narzędzie	LCAByg, OneClick LCA	Różne narzędzia, akredytowane przez NMD	Różne narzędzia, wskazane przez etykietę E+C-	Różne narzędzia, OneClick LCA	Narzędzie opracowane przez Szwedzką Agencję Środowiska

Przykłady UE

Podsumowanie

	Dania	Holandia	Francja	Finlandia	Szwecja
Zastosowanie	Wszystkie nowe budynki. Limity CO ₂ obowiązują tylko budynki powyżej 1000 m ²	Wszystkie nowe budynki mieszkalne i biurowe ponad 100 m ²	Nowe budynki mieszkalne, biurowe i oświaty	Wszystkie nowe budynki poza domami jednorodzinnymi	Wszystkie nowe budynki z pojedynczymi wyjątkami
Obliczane moduły LCA	A1-A3, B4, B6, C3-C4, D	A1-A5, B1-B4, C1-C4, D	A1-A5, B1-B7, C1-C4, D	A1-A5, B4, C1-C4, D	A1-A5
Jednostka raportowania WLC	kgCO ₂ /m ² /rok	EUR/m ² /rok; 1kg CO ₂ eq = 0,05EUR	kgCO ₂ /m ²	W planach (kgCO ₂ /m ² /rok)	kgCO ₂ /m ²
Limity CO₂	12 kgCO ₂ /m ² /rok	0,8-1,0 EUR/m ² /rok	640-740 kgCO ₂ /m ²	W planach	W planach

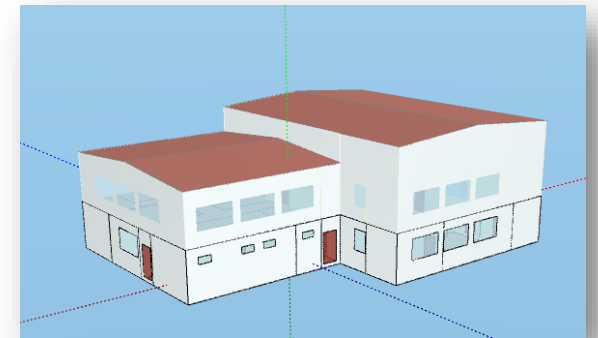
Przykłady Polska

Analiza śladu węglowego budynku biurowego PWiK Ząbki (KAPE S.A.)

- Powierzchnia budynku – 1266,5 m²
- Lokalizacja – Ząbki (III strefa klimatyczna)
- Trzykondygnacyjny, niepodpiwniczony, wykonany w technologii szkieletowej żelbetowej,
- Głównym źródłem ciepła oraz chłodu jest rewersyjna elektryczna pompa ciepła typu woda/woda; budynek wyposażony w panele PV,
- Obiekt oddany do użytku w 2019 roku. Budynek uzyskał klasę A w ramach programu priorytetowego NFOŚiGW „Lemur”, $EU_{co} = 17(\text{kWh/m}^2 \cdot \text{rok})$,
- Z obliczeń wyłączono fazy: B2, B3, B5, B7 oraz D,
- Analizę całkowitego śladu węglowego przeprowadzono w 50 letnim cyklu życia budynku dla dwóch wariantów obliczeniowych:
 - W1 – wariant obliczeń uwzględniający zalecane okresy eksploatacji wyrobów (wymian),
 - W2 – wariant obliczeń uwzględniający okres eksploatacji (wymian) zgodne z praktyką budowlaną.



Fot. Jaromir Jabłoński (Google.pl)



Źródło: Analiza całkowitego śladu węglowego budynków w Polsce, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 2023

Przykłady Polska

Analiza śladu węglowego budynku biurowego PWiK Ząbki (KAPE S.A.)

ETAPY CYKLU ŻYCIA BUDYNKU																
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	Rozbiórka/wyburzenie	Transport	Przetwarzanie odpadów	Składowanie/usuwanie	Ponowne użycie, odzysk, recykling

Źródło: Analiza całkowitego śladu węglowego budynków w Polsce, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 2023

Przykłady Polska

Bazy danych

W pierwszej kolejności korzystano z polskich Deklaracji środowiskowych III Typu, a w przypadku braku deklaracji krajowych posłużono się deklaracjami europejskimi.

Współczynniki GWP przyjęto na podstawie Deklaracji Środowiskowych Typu III (EPD) oraz dostępnych publicznie baz danych. Aby pozyskać jak najdokładniejsze dane skorzystano z następujących baz online:

- <https://www.itb.pl/epd#>
- <https://oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/>
- <https://ibu-epd.com/en/published-epds/>
- <https://www.epditaly.it/en/epd-search/>
- <https://www.epddanmark.dk/uk/epd-database/>
- <https://www.epd-norge.no/epder/>
- [ICE Database v.3 10 Nov 2019](#)

oraz ze stron producentów:

- <https://www.swegon.com/>, <https://www.wildeboer.de/en/products/environmental-product-declaration/>,
<https://copper.org/environment/sustainability/>, <https://baza.atlas.com.pl/>

Ponadto dla wyrobów o wysokiej emisyjności CO₂ (tj. beton i stal) obliczeń dokonano dla średniej wartości współczynnika, wyliczonego na podstawie kilku deklaracji środowiskowych EPD typu III.

Przykłady Polska

Z-5.3 Zestawienie ilości wyrobów i instalacji w budynku biurowym

Tabela 5.3 Zestawienie ilości wyrobów w konstrukcji podziemnej budynku biurowego wraz z wynikami analizy faz A1-A3

Opis	Jednostka referencyjna	Ilość	Ślad węglowy [kg CO ₂ e]
Konstrukcja podziemna budynku			
Podbudowa			
Cement portlandzki zwykły bez dodatków	kg	6786,00	6032,75
Piasek	kg	45666,88	1518,88
Podłoga na gruncie			
Beton C8/10 gr. 8cm	kg	145603,20	11473,53
Masa asfaltowa	kg	40,60	3,30
Papa termozgrzewalna podkładowa	m ²	667,00	2281,14
Papa termozgrzewalna nawierzchniowa	m ²	667,00	2281,14
Roztwór asfaltowy do gruntowania	kg	174,00	14,13
Polistyren ekstrudowany XPS gr.10 cm	m ³	12,18	1158,20
Folia PE	m ²	696,00	5992,56
Szlichta zabezpieczająca gr. 3cm	kg	41760,00	7612,85
Płyta fundamentowa - Beton C30/37 gr. 40cm	m ³	236,64	76837,01
Płyty z wełny twardej gr. 12cm	m ²	9439,50	15103,20
Folia PE	m ²	696,00	5992,56
Szlichta betonowa zbrojona włóknami dylatowana po obwodzie gr. 50mm	kg	72523,20	13220,98
Masa asfaltowa	kg	40,60	3,30

Tabela 5.4 Zestawienie ilości wyrobów w konstrukcji nadziemnej budynku biurowego wraz z wynikami analizy faz A1-A3

Tabela 5.15 Zestawienie maszyn dla budynku biurowego wraz z wynikami analizy fazy A5

Maszyna	Paliwo lub energia elektryczna	Zużycie skumulowanej energii [kWh lub l]	Całkowita emisja CO ₂ [kg CO ₂]
Konstrukcja			
Żuraw samochodowy 4 t (płyty betonowe)	ON	586,19	1573,63
Spycharka gąsienicowa 74 kW (100KM)	ON	11,60	31,14
Koparko-spycharka 0,15 m3	ON	515,91	1384,96
Samochód samowładowczy (roboty ziemne) 20t	ON	521,13	1398,97
Walec statyczny samojezdny 4-	ON	291	1059

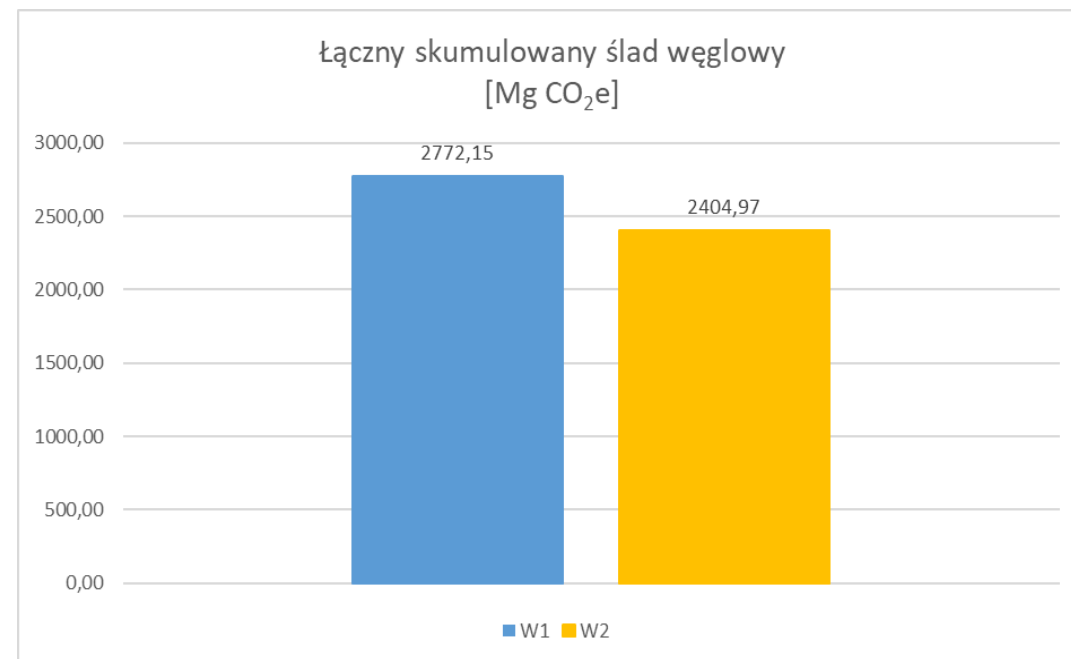
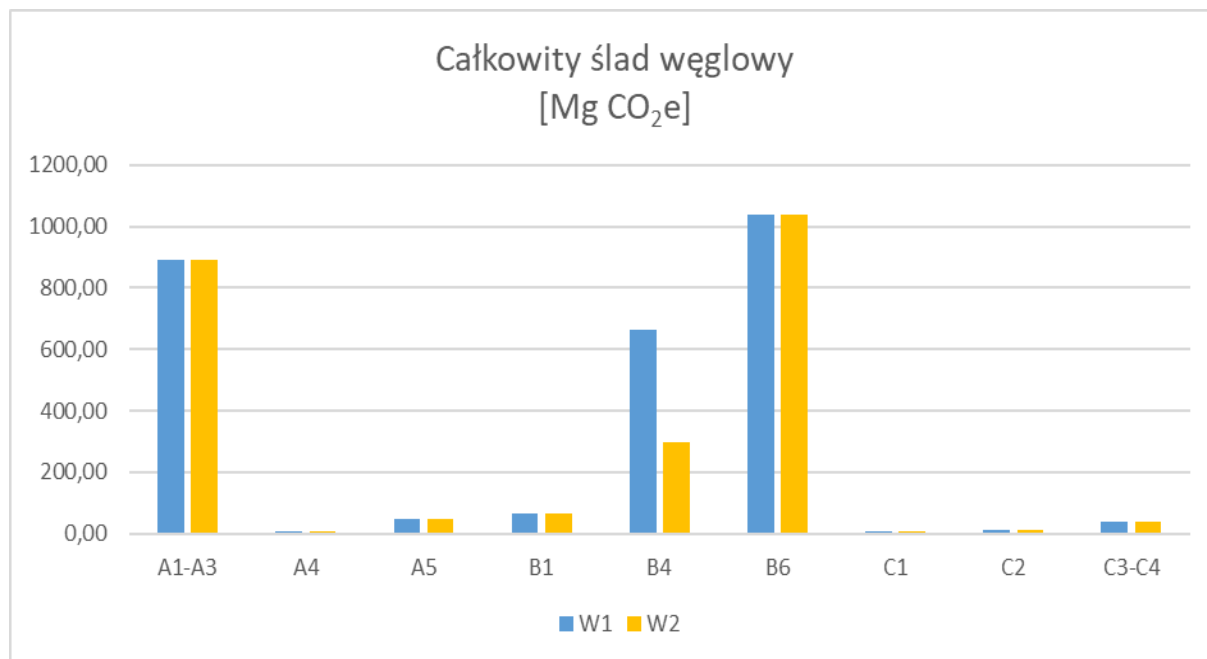
Tabela 5.14 Zestawienie transportu dla budynku biurowego wraz z wynikami analizy fazy A4

Rodzaj transportu		Objętość do przewiezienia [m ³]	Całkowita ilość spalonego paliwa [l]	Całkowita emisja CO ₂ [kg CO ₂]
Wyroby budowlane lekkie	Ciężarówka solo 6t	706,18	158,00	424,15
Rodzaj transportu		Masa do przewiezienia [kg]	Całkowita ilość spalonego paliwa [l]	Całkowita emisja CO ₂ [kg CO ₂]
Wyroby budowlane ciężkie - beton lany	Gruszka	1557949,20	1660,00	4456,27
Wyroby budowlane ciężkie - kruszywo	Wywrotka 20t	52452,88	48,00	128,86
Wyroby budowlane	Tir 28t	1144284.33	672.00	1803.98

Źródło: Analiza całkowitego śladu węglowego budynków w Polsce, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 2023

Przykłady Polska

Wyniki analizy



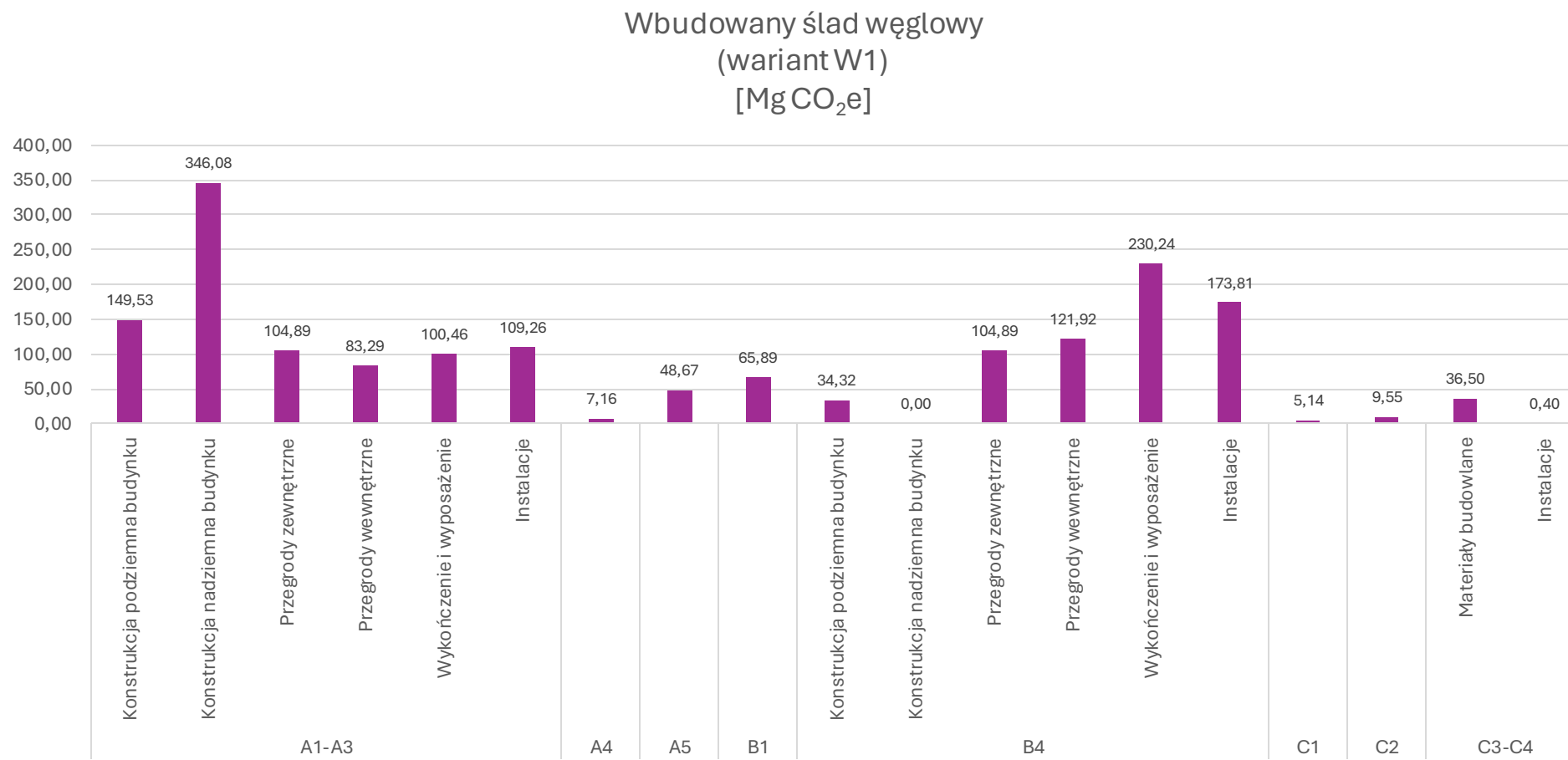
W1 – wariant obliczeń uwzględniający zalecane okresy eksploatacji wyrobów (wymian),

W2 – wariant obliczeń uwzględniający okres eksploatacji (wymian) zgodne z praktyką budowlaną.

Źródło: Analiza całkowitego śladu węglowego budynków w Polsce, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 2023

Przykłady Polska

Wyniki analizy



Źródło: Analiza całkowitego śladu węglowego budynków w Polsce, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A., 2023

Problemy i zadania

- Bariery informacyjne i świadomościowe,
- Brak regulacji prawnych,
- Brak krajowej metodyki, różnice w metodykach na świecie
- Brak jednolitych i kompletnych baz danych,
- Zbyt mała ilość deklaracji środowiskowych typu III,
- Brak dedykowanych narzędzi,
- Brak doświadczeń i kompetencji,
- Koszty
- Wyzwania społeczne

Bardzo dziękuję za uwagę!

dr inż. arch. Michał Pierzchalski
michal.pierzchalski@pw.edu.pl

