

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz

Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Prof. dr hab. inż. Dorota Burchart

Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej

Wybrane zagadnienia dotyczące deklaracji środowiskowej dla betonu

Selected issues regarding the environmental declaration for concrete

Streszczenie

Sektor budownictwa w Unii Europejskiej odpowiada za znaczną część emisji gazów cieplarnianych. Zarządzanie wskaźnikami zrównoważonego rozwoju i śladem węglowym w budownictwie odgrywa istotną rolę. Jednym z głównych dokumentów wspierających zrównoważony rozwój w branży budowlanej jest deklaracja środowiskowa EPD (ang. *Environmental Product Declaration*). Deklaracja EPD przedstawia informacje odnośnie oceny środowiskowej produktów uwzględniając ich cykl życia. Informacje zawarte w deklaracjach EPD mogą stanowić istotny krok w raportowaniu zrównoważonego rozwoju dla organizacji ESG (ang. *Environmental, Social, Governance*), jak również stać się ważnym elementem Cyfrowego Paszportu Produktu DPP (ang. *Digital Product Passport*). Opracowanie EPD wymaga specjalistycznej wiedzy oraz doświadczenia, jak również zastosowania odpowiednich metod oceny cyklu życia, oprogramowań i baz danych. Do opracowania EPD dla betonu stosowane są odpowiednie zasady, normy i standardy. W celu opracowania deklaracji środowiskowej należy zastosować metodę oceny cyklu życia LCA (ang. *Life Cycle Assessment*), która umożliwia uwzględnienie całego cyklu życia betonu, od wydobycia surowców przez produkcję, transport, użytkowanie, aż po zagospodarowanie odpadów. W pracy przedstawiono istotę i znaczenie deklaracji środowiskowych EPD, zgodnie z nowymi wytycznymi dla betonu w kontekście wymagań dotyczących zrównoważonego rozwoju w sektorze. Przedstawiono wytyczne do opracowania deklaracji środowiskowych dla obiektów budowlanych i betonu oraz moduły oceny cyklu życia obiektów budowlanych w deklaracjach środowiskowych. Wykonano analizę porównawczą wymagań cyfrowego paszportu produktu DPP oraz deklaracji środowiskowej EPD na przykładzie betonu w celu

ustalenia wytycznych dotyczących opracowania paszportu produktu uwzględniając
wskaźniki w oparciu
o deklaracje środowiskowe EPD. Dodatkowo zwrócono uwagę na istotę ujednolicenia
nomenklatury dotyczącej kwestii emisji gazów cieplarnianych na potrzeby EPD oraz
DPP.

Abstract

The construction sector in the European Union is responsible for a significant part of greenhouse gas emissions, which is a challenge for environmental protection. Managing sustainability indicators and carbon footprint in construction plays an important role. One of the main documents supporting sustainable development in the construction industry is the EPD (Environmental Product Declaration). The EPD presents information on the environmental assessment of products taking into account their life cycle. The information contained in EPDs can be an important step in reporting sustainable development for ESG (Environmental, Social, Governance) organizations, as well as becoming an important element of the Digital Product Passport (DPP). The development of an EPD requires specialist knowledge and experience, as well as the use of appropriate life cycle assessment methods, dedicated software and databases. Appropriate principles, norms and standards are used to develop an EPD for concrete. In order to develop an environmental declaration, the Life Cycle Assessment (LCA) method should be used, which allows for taking into account the entire life cycle of concrete, from raw material extraction through production, transport, use, and waste management. The article presents the essence and importance of EPDs, in accordance with the new guidelines for concrete in the context of the requirements for sustainable development in the sector. Guidelines for the development of environmental declarations for construction and concrete objects and modules for the assessment of the life cycle of construction objects in environmental declarations were presented. A comparative analysis of the guidelines for the digital product passport DPP and the environmental declaration EPD was carried out using concrete as an example in order to establish guidelines for the development of a product passport taking into account indicators from environmental declarations EPD. Additionally, attention was drawn to the importance of unifying the nomenclature concerning the issue of greenhouse gas emissions for the needs of EPD and DPP.

1. Wprowadzenie

Sektor budownictwa w Unii Europejskiej stanowi jedno z głównych źródeł emisji gazów cieplarnianych. Uwzględniając wytyczne Komisji Europejskiej odnośnie uzyskania w 2050 roku neutralności klimatycznej podejmowane są działania mające na celu ograniczenie wpływu tego sektora na środowisko. Jednym z pierwszych kroków jest skwantyfikowanie wpływu sektora na poszczególne kategorie szkód w środowisku. Zarządzanie wskaźnikami zrównoważonego rozwoju i śladem węglowym w budownictwie odgrywa istotną rolę [1]. Jednym z dokumentów wspierających zrównoważony rozwój w branży budowlanej jest deklaracja środowiskowa EPD (ang. *Environmental Product Declaration*), która zawiera informacje odnośnie oceny środowiskowej produktów uwzględniając ich cykl życia. EPD obejmuje informacje, które mogą stanowić istotny element w raportowaniu zrównoważonego rozwoju dla organizacji ESG (ang. *Environmental, Social, Governance*).

Aktualnie opracowywane są kolejne dyrektywy i rozporządzenia, które podkreślają podejście cyklu życia do wytwarzanych produktów oraz pojawił się wymóg Cyfrowego Paszportu Produktu DPP (ang. *Digital Product Passport*), również w branży budowlanej. Celem wprowadzenia w najbliższych latach DPP jest promowanie ekoprojektowania, zwiększanie zrównoważonego rozwoju i umożliwienie, aby każdy produkt był częścią modelu gospodarki o obiegu zamkniętym. Opracowanie EPD i DPP wymaga specjalistycznej wiedzy oraz doświadczenia, jak również zastosowania odpowiednich metod oceny cyklu życia. W celu opracowania deklaracji środowiskowej i paszportu produktu należy zastosować metodę oceny cyklu życia LCA (ang. *Life Cycle Assessment*), która umożliwia uwzględnienie całego cyklu życia. LCA wyrobów budowlanych, która stanie się obligatoryjna dla producentów zgodnie z nowymi regulacjami UE, to istotna metoda wspierająca transformację sektora budownictwa w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. LCA pozwala szczegółowo ocenić wpływ na środowisko produktu na każdym etapie cyklu życia, od wydobycia surowców przez produkcję, transport, użytkowanie, aż do zagospodarowania odpadów.

W ostatnich latach pojawiają się coraz wyższe wymagania odnośnie oceny cyklu życia wyrobów budowlanych, jak również śladu węglowego. Według nowego rozporządzenia ESPR [2] ustanowiony jest DPP, w którym należy przedstawiać ślad węglowy i ślad środowiskowy produktów w całym cyklu życia, dodatkowo według nowego rozporządzenia CPR2 [3] dotyczące wyrobów budowlanych na terenie Unii Europejskiej, obiekty budowlane oraz ich części muszą być zaprojektowane, zbudowane, użytkowane, konserwowane i demontowane w taki sposób, aby przez cały cykl życia wykorzystanie zasobów naturalnych było zrównoważone. Nowe wytyczne odnośnie DPP wskazują na istotę informacji dotyczących analizy cyklu życia materiałów budowlanych zawartych w EPD, które zawierając dane dotyczące wpływu produktu na środowisko w całym cyklu życia.

W niniejszej pracy przedstawiono istotę i znaczenie deklaracji środowiskowych EPD, zgodnie z nowymi wytycznymi dla betonu w kontekście wymagań dotyczących zrównoważonego rozwoju w sektorze. Przedstawiono wytyczne do opracowania deklaracji środowiskowych dla obiektów budowlanych i betonu. Celem pracy było również zintegrowanie deklaracji środowiskowych EPD i paszportów produktów DPP uwzględniając kwestie związane z aspektami środowiskowymi uwzględniając perspektywę cyklu życia.

2. Typy i etapy opracowania deklaracji środowiskowych

Deklaracje środowiskowe EPD wymagają zastosowania określonych standardów, zapewniających jednoznaczność przekazywanych informacji i danych. Zasady i procedury przyznawania etykiet i deklaracji środowiskowych są określone w międzynarodowych normach. Wyróżnia się trzy typy etykiet i deklaracji środowiskowych. Seria norm ISO 14000 zawiera wytyczne dotyczące systemów zarządzania środowiskowego, w tym deklaracje środowiskowe:

- PN-EN ISO 14020 „Etykiety i deklaracje środowiskowe. Zasady ogólne”
- PN-EN ISO 14024 „Etykiety i deklaracje środowiskowe. Etykietowanie środowiskowe I typu. Zasady i procedury”
- PN-EN ISO 14021 „Etykiety i deklaracje środowiskowe. Własne stwierdzenia środowiskowe (Etykietowanie środowiskowe II typu)”
- PN ISO 14025 „Etykiety i deklaracje środowiskowe. Deklaracje środowiskowe III typu”.

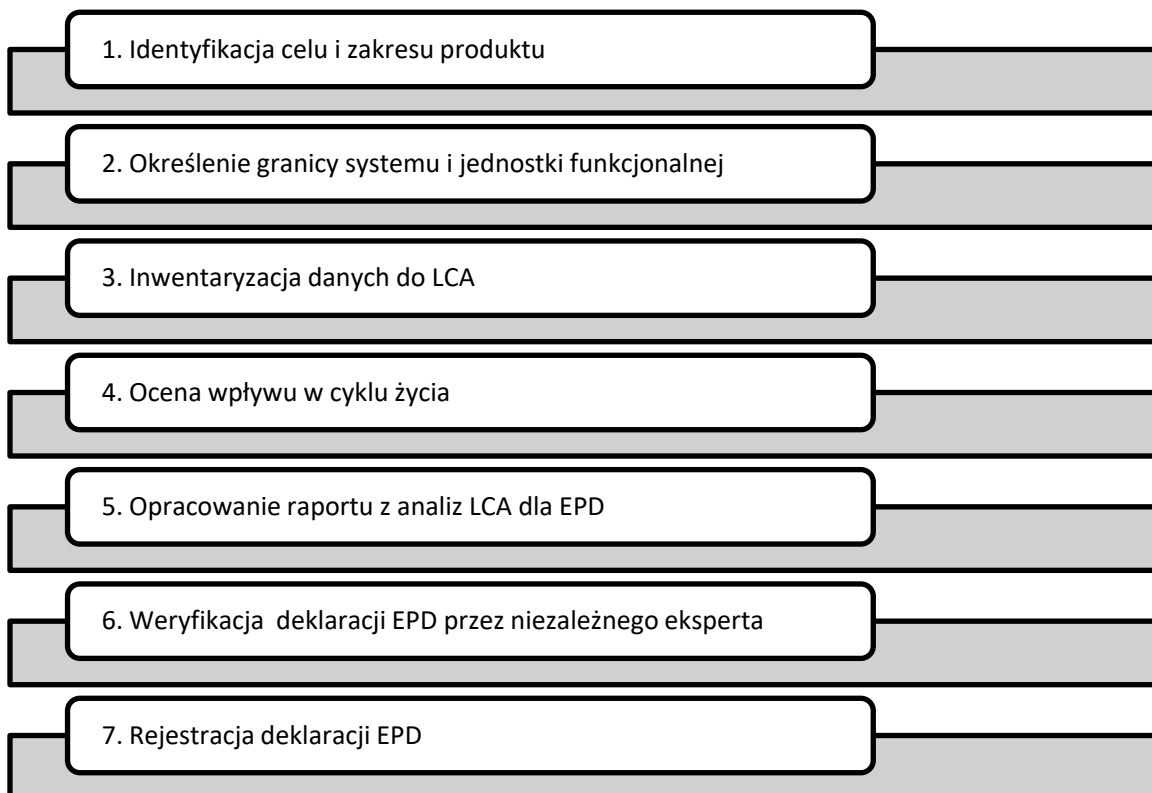
W tabeli 1 przedstawiono przykładowe deklaracje środowiskowe EPD dla producentów betonu. Na platformie międzynarodowej EPD (ang. *International EPD System*) [10] wszystkie deklaracje są w języku angielskim.

Tabela 1. Przykładowe deklaracja środowiskowe EPD dla betonu

Produkt	Producent
Vertua® plus concrete groups	CEMEX POLSKA
Beton ECOPact	Lafarge Cement S.A.
Beton towarowy C30/37 i C20/25	CONCRETE - ZABŁOCCY S.J.
Ready-Mix Concrete	Holcim (Australia) Pty Ltd
H-35 concrete and H-30 concrete	PROMOTORA MEDITERRANEA- 2 S.A. Spain
Ready mixed concrete, C28/35	Roma Grus AB Sweden
Ready mixed concrete, C35/45 XF4	Roma Grus AB Sweden
Precast Concrete Elements	GLAVBOLGARSTROY PREFAB EAD Bulgaria
Precast Concrete Product - Hollow-core Slabs	HORMIPRESA Spain
Concrete casting panel	QINGDAO CIMC COMPOSITES CO.,LTD China, Europe
Precast concrete products - Solid walls	Perdanga, UAB Lithuania
Precast concrete products	Prefabricados de hormigón Etxeberria, S.A. Spain
GASBETON - Autoclaved Aerated Concrete Blocks	Ekoru s.r.l. Italy
Concrete roofing tiles and fittings	BMI Group Nordic Sweden
Reinforced concrete element for underground constructions	Edilbloc Snc di Lanza Walter & C Italy
Precast solid concrete walls ECO 30	Skandinaviska Byggelement AB Sweden
Concrete middle Pile Type 8	Centrum Pile AB Sweden
Solid precast concrete insulated wall	Gripen Betongelement AB Sweden
Precast concrete columns	INHUS Prefab, UAB Lithuania
Solid precast concrete insulated lightweight wall	Gripen Betongelement AB Sweden

W celu uzyskania deklaracji środowiskowych należy wykonać analizy środowiskowe sprawdzonymi, dokładnymi i wiarygodnymi metodami oceny, uzasadnionymi naukowo. Deklaracje środowiskowe powinny zawierać informacje o okresie ważności, w celu zapewnienie ciągłego doskonalenia produktów oraz uwzględnienie zmieniających się warunków rynkowych, innowacji oraz postępu technologicznego. Po upływie określonego terminu zarówno etykieta, deklaracja, jak i procedury oraz kryteria przyjęte do jej opracowania powinny zostać poddane weryfikacji.

Deklaracje środowiskowe III typu [4] przedstawiają dane ilościowe dotyczące oddziaływania na środowisko danego produktu uwzględniając cykl życia. Dane przedstawione w deklaracjach przygotowywane są w oparciu o wyniki analiz oceny cyklu życia LCA według norm ISO 14040 [5] oraz ISO 14044 [6]. Określenie cyklu życia zgodnie z normą ISO 14040, oznacza „kolejne i powiązane ze sobą etapy systemu wyrobu, od pozyskania lub wytworzenia surowca z zasobów naturalnych do ostatecznej likwidacji”. Oznacza to że, deklaracja środowiskowa III typu odnosi się do całego cyklu życia produktów, a nie tylko jednego aspektu jak energochłonność w fazie użytkowania. Deklaracje te zawierają znacznie więcej danych i informacji środowiskowych niż deklaracje środowiskowe I i II typu. Deklaracje środowiskowe III typu są deklaracjami dobrowolnymi producenta, które wymagają weryfikacji przez niezależną третią stronę, w celu zapewnienia wiarygodności oraz spójności z wymaganiami normy ISO. Opracowanie deklaracji EPD wymaga kilku etapów, przedstawionych na rysunku 1.



Rys. 1. Etapy wykonania deklaracji środowiskowej EPD

Deklaracje środowiskowe III typu są wykorzystywane głównie w relacji business to business, na różnych poziomach łańcucha dostaw. Zasady dotyczące kategorii produktu PCR (ang. *Product Category Rules*) opracowywane są w ramach międzynarodowego systemu EPD. PCR zawierają instrukcje programowe i standardy, zasady i wytyczne oraz wymagania dotyczące opracowywania deklaracji środowiskowych dla określonych kategorii wpływu. Zasady kategorii produktów PCR są opracowane w celu umożliwienia zadeklarowania wpływu cyklu życia produktów na środowisko jako deklaracje środowiskowe typu III zgodnie z międzynarodową normą ISO 14025 [4].

Deklaracje EPD powinny być zgodne z regulacjami prawnymi i standardami międzynarodowymi. Dodatkowo deklaracja EPD powinna spełniać branżowe standardy ISO oraz specyficzne reguły kategorii produktu PCR określone przez organizację producentów.

3. Wytyczne do opracowania deklaracji środowiskowych dla obiektów budowlanych i betonu

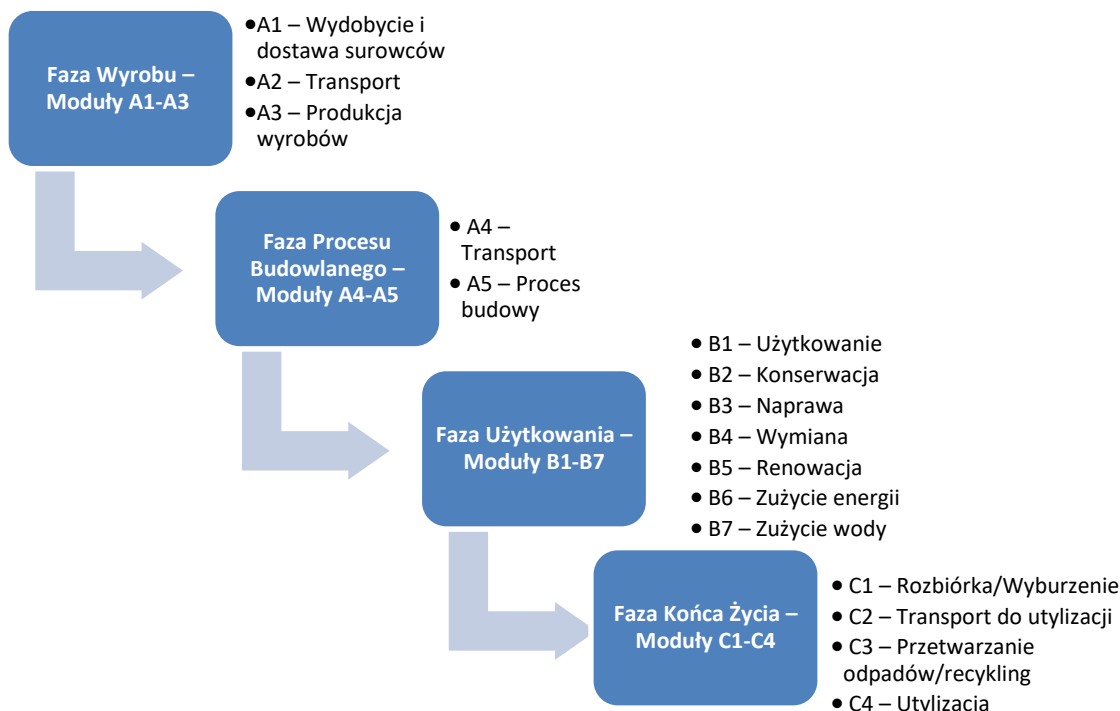
Do opracowania deklaracji środowiskowej służy wiele regulacji i norm, które obejmują zarówno zasady wykonania deklaracji, jak również wymagań odnośnie analizy cyklu życia dla deklaracji środowiskowej EPD. W tabeli 2 przedstawiono normy dotyczące analiz cyklu życia oraz środowiskowych deklaracji wyrobu dla obiektów budowlanych i betonu.

Jak wykazano w tabeli 2 opracowanie deklaracji środowiskowej obiektów budowlanych i betonu wymaga znajomości wytycznych zgodnie z wieloma normami. W przypadku obiektów budowlanych analizy LCA w deklaracjach środowiskowych mogą obejmować następujące moduły przedstawione na rysunku 2. Zasady kategorii produktu dla betonu i elementów betonowych, zawierają wytyczne do opracowania deklaracji środowiskowych betonu i elementów betonowych, które obejmują elementy, jak [7, 8]:

- granica systemu, która obejmuje procesy i etapy cyklu życia produktu, które należy wziąć pod uwagę, w tym wyróżnia się oceny od kołyski do bramy z opcjami, albo od kołyski do grobu,
- modelowanie i ocena właściwości specyficznych dla stosowanych materiałów,
- procedury alokacji dla procesów wieloproduktowych w całym łańcuchu produkcyjnym,
- procedury alokacji w zakresie ponownego użycia i recyklingu,
- zasady inwentaryzacji danych do obliczenia wskaźników środowiskowych,
- zasady wykonania analiz oceny wpływu w cyklu życia odpowiednie dla EPD betonu,
- wytyczne i zasady określania referencyjnego okresu użytkowania.

Tabela 2. Normy dotyczące analiz cyklu życia oraz środowiskowych deklaracji produktu EPD dla obiektów budowlanych oraz betonu

Norma	Zakres
EN 15941:2024 - Sustainability of construction works - Data quality for environmental assessment of products and construction work - Selection and use of data	Definiuje wymagania dotyczące jakości danych w odniesieniu do reprezentatywności czasowej, technologicznej i geograficznej dla danych używanych do analizy wskaźników opartych na LCA, EPD oraz dla prac budowlanych przy stosowaniu EPD, danych inwentaryzacji cyklu życia lub innych informacji opartych na LCA.
PN-EN 15804+A2:2020-03 Zrównoważenie obiektów budowlanych -- Deklaracje środowiskowe wyrobu -- Podstawowe zasady kategoryzacji wyrobów budowlanych	Obejmuje podstawowe zasady kategoryzacji wyrobu (PCR) do deklaracji środowiskowych III typu wyrobu i usługi budowlanej. Definiuje wskaźniki oraz sposób ich zestawiania i raportowania, fazy cyklu życia wyrobu uwzględniane w EPD, zasady opracowywania scenariuszy, zasady obliczania analizy zbioru danych wejściowych i wyjściowych w cyklu życia i oceny oddziaływania w cyklu życia.
PN-EN 15978:2012 Zrównoważone obiekty budowlane -- Ocena środowiskowych właściwości użytkowych budynków -- Metoda obliczania	Podano metodę oceny cyklu życia (LCA) w celu oceny środowiskowych właściwości użytkowych budynku. Podejście do oceny obejmuje wszystkie etapy cyklu życia budynku i jest ono oparte na danych otrzymanych ze środowiskowych deklaracji wyrobu (EPD).
PN-EN ISO 14025:2010 Etykiety i deklaracje środowiskowe -- Deklaracje środowiskowe III typu -- Zasady i procedury	Ustalono zasady i określono procedury opracowania deklaracji środowiskowych III typu. W szczególności określono wykorzystanie norm serii ISO 14040 przy opracowaniu programów i deklaracji środowiskowych III typu.
PN-EN ISO 14040:2009 Zarządzanie środowiskowe -- Ocena cyklu życia -- Zasady i struktura	Opisano zasady i strukturę oceny cyklu życia (LCA), w tym podstawowe etapy cyklu życia produktu
PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe -- Ocena cyklu życia -- Wymagania i wytyczne	Podano wymagania i procedury niezbędne do oceny cyklu życia (LCA)
PN-EN ISO 14067:2018-10 Gazy cieplarniane -- Ślad węglowy wyrobów -- Wymagania i wytyczne dotyczące kwantyfikacji	Określono zasady, wymagania i wytyczne dotyczące kwantyfikacji i raportowania śladu węglowego wyrobu (CFP) zgodnie z oceną cyklu życia (LCA) (ISO 14040 i ISO 14044). Niniejszy dokument dotyczy tylko jednej kategorii wpływu: zmiany klimatu.
PCR 2019:14-c-PCR-003 Beton i elementy betonowe (EN 16757)	W przypadku wszystkich zasad i instrukcji metodologicznych c-PCR odnosi się do normy EN 16757:2022 Zrównoważony rozwój obiektów budowlanych - Deklaracje środowiskowe produktu - Zasady kategorii produktu dla betonu i elementów betonowych.
PN-EN 16757:2023-04 Zrównoważone podejście do obiektów budowlanych -- Deklaracje środowiskowe wyrobu -- Zasady dotyczące kategorii wyrobów w odniesieniu do betonu i elementów betonowych	Opisano parametry, zasady oraz etapy przeprowadzania analizy cyklu życia (LCA) przy opracowywaniu EPD dla betonu i elementów betonowych dla budownictwa, z wyłączeniem autoklawizowanego betonu komórkowego i betonu związanego żywicą. Jest przeznaczony do stosowania jako c-PCR w połączeniu z normą EN 15804:2012+A2:2019.



Rys. 2. Moduły oceny cyklu życia obiektów budowlanych w deklaracjach środowiskowych [9]

W sektorze budownictwa wysoki wbudowany ślad węglowy związany jest z kluczowymi materiałami konstrukcyjnymi, jak stal i beton, które odpowiadają nawet za około 70% emisji gazów cieplarnianych w module pierwszym A1-A3. Analiza LCA betonu w przypadku deklaracji środowiskowej obejmuje moduły związane z jego procesem produkcyjnym i jest najczęściej wyrażony jako ekwiwalent CO₂ na m³ mieszanki betonowej [10].

4. Zintegrowanie deklaracji środowiskowej i paszportu produktu

Komisja Europejska dotychczas opracowała wiele regulacji, które obejmują zupełnie nowe podejście do oceny środowiskowej wyrobów, w tym wyrobów budowlanych. I tak:

- Pierwszym dokumentem odnośnie Cyfrowego Paszportu Produktu DPP był unijny plan działania na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym CEAP (ang. *Circular Economy Action Plan*) [11].
- W rozporządzeniu UE dotyczącym ekoprojektowania ESPR (ang. *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*) [2] zostały przedstawione wytyczne dotyczące cyfrowego paszportu produktu DPP oraz parametry produktów, które powinny być uwzględnione w DPP (załącznik 1 ESPR), w tym między innymi ślad środowiskowy produktu, ślad węglowy produktu oraz ślad materiałowy produktu.
- Według nowego rozporządzenia (UE) 2024/3110 CPR2 [3] jednym z istotnych nowości jest podejście do wyrobów budowlanych, które obejmuje cykl życia, co

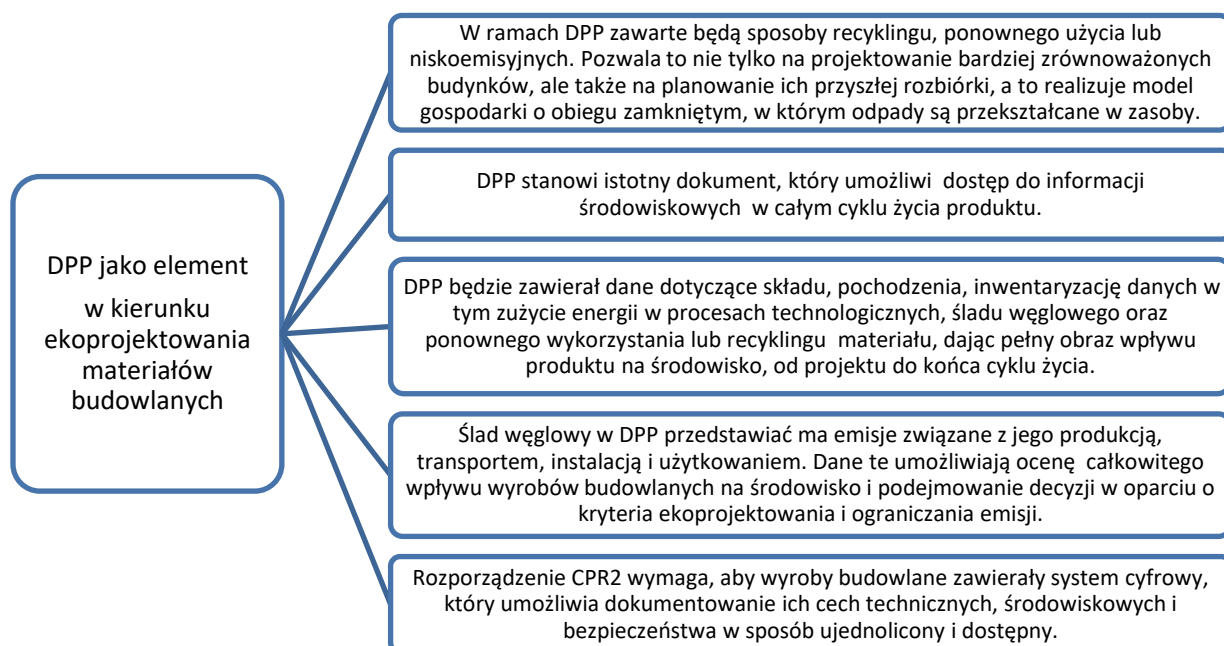
oznacza kolejne powiązane ze sobą etapy cyklu życia wyrobu, od nabycia surowca lub jego pozyskania z zasobów naturalnych, a w przypadku wyrobów, które wcześniej wbudowano w obiekty budowlane – od ostatniego demontażu z obiektu budowlanego, do ostatecznego usunięcia wyrobu. Obiekty budowlane oraz wszelkie ich części muszą być zaprojektowane, zbudowane, użytkowane, konserwowane i demontowane lub rozbierane w taki sposób, aby przez cały cykl życia wykorzystanie zasobów naturalnych było zrównoważone. To nowe podejście jest zgodne z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym.

- Nowe rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/3110, (CPR2) [3] wprowadza cyfrowy paszport produktów dla wyrobów budowlanych. Głównym celem nowego rozporządzenia 2024/3110 [3] jest zharmonizowanie aspektów technicznych, środowiskowych i bezpieczeństwa dla wyrobów budowlanych. W tym ma pomóc wprowadzony w rozporządzeniu Cyfrowy paszport produktu (DPP), który będzie obowiązkowy dla wielu produktów od 2026 r.

Zgodnie z rozporządzeniem ESPR [2] wyroby prefabrykowane z betonu zwykłego, lekkiego, autoklawizowanego napowietrzonego należą do rodziny wyrobów, dla których będzie obowiązkowe opracowanie paszportów DPP. Na rysunku 3 przedstawiono zakres DPP w kierunku ekoprojektowania materiałów budowlanych, natomiast w tabeli 3 przedstawiono analizę porównawczą wytycznych DPP oraz EPD na przykładzie betonu.

Wpływ betonu związany jest z wieloma procesami, w tym wydobycie kamienia wapiennego, produkcja cementu, produkcja mieszanki betonowej, transport, zastosowanie mieszanki oraz ostatni etap życia który może również uwzględniać wiele procesów. Dzięki analizie LCA, która uwzględnia cały cykl życia betonu można określić które procesy i materiały powodują najwyższe emisje. To pomaga w kolejnym kroku, którym jest optymalizacja receptur i składu oraz optymalizacja elementów konstrukcyjnych. Stwierdzono, że zastosowanie betonu o niskim śladzie węglowym może znacznie obniżyć wbudowany ślad węglowy [10].

W przypadku paszportu produktu DPP można na początek zastosować dane i wskaźniki w oparciu o deklaracje środowiskowe EPD, które zawierają zweryfikowane dane niezbędne do analizy porównawczej środowiskowej oceny cyklu życia, jednak pamiętając, że deklaracje są aktualizowane po około 5 latach, a w przypadku DPP można wprowadzać aktualizację wraz ze zmianą technologii czy po wprowadzeniu innowacji. Docelowo również dodatkowe korzyści dla materiałów budowlanych można uzyskać poprzez integrację systemu modelowania informacji o budynkach BIM (ang. *Building Information Modeling*) z EPD i DPP.



Rys. 3. Zakres DPP w kierunku ekoprojektowania materiałów budowlanych [2, 3].

Tabela 3. Analiza porównawcza wytycznych EPD i DPP na przykładzie betonu [2, 8]

Lp.	Aspekt	EPD	DPP
1	Cel analizy	Przedstawia informacje o oddziaływaniu deklarowanych betonów na środowisko uwzględniając najczęściej granicę systemu od wydobycia surowców do bramy firmy. Aspekty środowiskowe są zweryfikowane przez niezależny przedsiębiorstwo.	Cyfrowy Paszport Produktu betonu pozwala na identyfikację produktu, zawiera informacje o wyrobie w całym cyklu życia. Informacje dotyczą całego cyklu – od produkcji, przez dystrybucję, aż po recykling
2	Granica systemu	Cykl życia betonu może obejmować różne granice w zależności od celu analiz: Od kołyski do bramy z modułami C1–C4 i modułem D Od kołyski do bramy z opcjami, modułami C1–C4, modułem D i z opcjonalnymi modułami Od kołyski do grobu i modułu D Od kołyski do bramy (A1–A3). Od kołyski do bramy z opcjami	Cykl życia obejmuje kolejne powiązane ze sobą etapy cyklu życia wyrobu, od nabycia surowca, a w przypadku wyrobów, które wcześniej wbudowano w obiekty budowlane – od ostatniego demontażu z obiektu budowlanego, do ostatecznego usunięcia wyrobu;
3	Inwentaryzacja danych	Skład i produkcja mieszanek betonowych	Skład i pochodzenie surowców i materiałów, w tym zużycie energii
4	Kategoria oddziaływania	Wskaźniki środowiskowe zgodnie z metodą ILCD, w tym między innymi zmiana klimatu, działanie toksyczne dla ludzi, wpływ na zdrowie człowieka, zakwaszenie, eutrofizacja oraz zużycie zasobów naturalnych	Wskaźniki oceny cyklu życia, takie jak ślad środowiskowy, ślad węglowy, ślad materiałowy
5	Dokument	Certyfikat deklaracji środowiskowej III typu	Cyfrowy paszport produktu

5. Kluczowy wskaźnik środowiskowy dla EPD betonu

Najistotniejszym wskaźnikiem dla deklaracji środowiskowych w przypadku betonu jest emisja gazów cieplarnianych. Na podstawie analizy wybranych deklaracji środowiskowej III typu dla betonu [10], stwierdzono, że kwestie związane z analizą emisji gazów cieplarnianych są różnie definiowane, dlatego istotne jest ujednolicenie nomenklatury na potrzeby EPD. W tabeli 4 przedstawiono podsumowanie przeglądu wskaźnika środowiskowego związanego ze śladem węglowym zgodnie z nowymi regulacjami prawnym w odniesieniu do oceny efektywności środowiskowej produktów, w tym obiektów budowlanych i betonu.

Tabela 4. Wskaźniki związane ze śladem węglowym obiektów budowlanych i betonu

Regulacje prawne	Wskaźnik środowiskowy	Definicja
PCR 2019:14 Beton i elementy betonowe [7]	Wskaźnik GWP-total	wskaźnik GWP total jest identyczny z GWP-GHG
Recast EPBD [12]	Współczynnik globalnego ocieplenia (GWP) w całym cyklu życia budynku	wskazuje na ogólny wkład budynku w emisje prowadzące do zmiany klimatu
	Emisje gazów cieplarnianych w całym cyklu życia	oznacza 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;
PN-EN 15804 [9]	Całkowity współczynnik globalnego ocieplenia (całkowity GWP)	jest sumą kopalnego GWP, biogenne GWP oraz GWP-luluc
	Zmiany klimatu	określana jest jako współczynnik globalnego ocieplenia, całkowity potencjał globalnego ocieplenia jako całkowity GWP
Rozporządzenie ESPR [2] (wprowadza DPP)	Ślad środowiskowy	oznacza ilościowe określenie wpływów cyklu życia produktu na środowisko, w oparciu o metodę oznaczania śladu środowiskowego produktu ustanowioną zaleceniem (UE) 2021/2279
	Ślad węglowy	oznacza sumę emisji gazów cieplarnianych oraz pochłaniania gazów cieplarnianych w systemie produktowym, wyrażoną jako ekwiwalent dwutlenku węgla i opierającą się na ocenie cyklu życia wykorzystującej jedną kategorię wpływu – zmiana klimatu
	Ślad materiałowy	oznacza całkowitą ilość surowców wydobytych w celu zaspokojenia potrzeb konsumpcji końcowej
Raport Levels [13]	Ślad węglowy	suma emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w systemie produktu, wyrażona jako ekwiwalenty CO ₂ i oparta na ocenie cyklu życia przy użyciu pojedynczej kategorii wpływu zmiany klimatu
	Potencjał globalnego ocieplenia (GWP)	współczynnik charakterystyki opisujący radiacyjny wpływ wymuszania jednej jednostki masy danego gazu cieplarnianego w stosunku do dwutlenku węgla w danym okresie czasu
ISO 14067 [14]	Ślad węglowy	suma emitowanych i pochłanianych przez produkt gazów cieplarnianych, wyrażana ekwiwalentem CO ₂ i bazująca na ocenie cyklu życia

Na podstawie przeglądu wskaźników oceny związanych ze śladem węglowym przedstawionych w tabeli 3, wykazano, że w przypadku regulacji odnoszących się do materiałów budowlanych są używane inne pojęcia, niezgodne z nomenklaturą stosowaną w raportach dotyczących zmian klimatu opracowanych przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu IPCC (ang. *Intergovernmental Panel on Climate Change*).

Zgodnie z wykonanym przeglądem raportów IPCC dotyczących gazów cieplarnianych stwierdzono, że w celu wykonania oceny emisji gazów cieplarnianych należy uwzględnić wartości potencjału globalnego ocieplenia GWP (ang. *Global Warming Potential*) w odniesieniu do CO₂ zgodnie z metodyką IPCC. W tabeli 5 przedstawiono wartości potencjału globalnego ocieplenia (GWP) dla najważniejszych gazów cieplarnianych dla horyzontu czasowego 100 lat według Szóstego Raportu IPCC [15]. Jak widać w tabeli 4 GWP dla dwutlenku węgla wynosi 1. Przykładowo dla podtlenku azotu (N₂O) wartość potencjału globalnego ocieplenia wynosi 273, więc emisja gazu cieplarnianego 1 Mg N₂O odpowiada 273 Mg eqCO₂.

Tabela 5. Wartości potencjału globalnego ocieplenia (GWP) dla wybranych gazów cieplarnianych [15]

Gazy cieplarniane	Wzór chemiczny	Wartości wskaźnika GWP
Dwutlenek węgla	CO ₂	1,0
Metan – niekopalny	CH ₄	27,0
Metan – kopalny	CH ₄	29,8
Podtlenek azotu	N ₂ O	273,0
Trójfluorek azotu	NF ₃	17400,0
Sześćfluorek siarki	SF ₆	24300,0

W przypadku deklaracji środowiskowych istotne jest rozróżnienie śladu węglowego, emisji gazów cieplarnianych oraz potencjału globalnego ocieplenia. Dla obiektów budowlanych dodatkowo rozróżnia się ślad węglowy wbudowany (dotyczy między innymi śladu węglowego betonu) i operacyjny.

Dyrektywa EPBD [12] jest kluczowym elementem unijnej polityki energetycznej, mającym na celu poprawę efektywności energetycznej budynków oraz redukcję emisji gazów cieplarnianych. Zgodnie z Dyrektywą EPBD współczynnik globalnego ocieplenia (GWP) wyraża zarówno emisje dwutlenku węgla wbudowane w wyroby budowlane, jak i bezpośrednie i pośrednie emisje dwutlenku węgla na etapie użytkowania. Wymóg obliczania GWP w cyklu życia nowych budynków stanowi zatem pierwszy krok w kierunku lepszego uwzględnienia charakterystyki całego cyklu życia budynków i gospodarki o obiegu zamkniętym.

Jak wykazano w tabeli 4 współczynnik GWP jest stałą wartością dla gazów cieplarnianych określaną przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu, dlatego nie może być zmienny w cyklu życia budynku.

Na podstawie analizy definicji zawartych w Dyrektywie EPBD można stwierdzić, że pojęcie emisji gazów cieplarnianych oraz potencjału globalnego ocieplenia zostało potraktowane tak samo. Podobnie jest w przypadku zdefiniowania potencjału globalnego ocieplenia GWP zgodnie z normą PN-EN 15804+A2:2020-03 [9], gdzie kategoria oddziaływania na zmiany klimatu określana jest jako współczynnik globalnego ocieplenia.

Wskaźniki śladu środowiskowego oraz śladu węglowego czyli wskaźniki efektywności środowiskowej uwzględniające cykl życia wyrobów budowlanych oraz betonu, powinny być obliczane z uwzględnieniem metod opracowanych na poziomie międzynarodowym. Podstawową organizacją, która opracowuje wskaźniki dotyczące zmian klimatu jest Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC).

6. Wnioski

- Komisja Europejska wskazała sektor budowlany jako jeden z tych, który stoi przed największymi wyzwaniami związanymi z realizacją celów w zakresie klimatu i zrównoważonego rozwoju. To wiąże się z opracowaniem przepisów związanych z deklarowaniem właściwości użytkowych w zakresie zrównoważenia środowiskowego i zrównoważonego charakteru wyrobów budowlanych, w tym ustanowieniem wartości progowych i klas. W tym celu, odnośnie kwestii związanych z aspektami środowiskowymi wyrobów budowlanych, pomocą mogą istniejące deklaracje środowiskowe EPD dla wyrobów budowlanych.
- Wprowadzenie wielu regulacji Komisji Europejskiej również ma wpływ na sektor budowlany. Wymagania odnośnie zrównoważonego rozwoju, nowego podejścia do ekoprojektowania obiektów budowlanych, czy wymóg zastosowania cyfrowego paszportu produktu DPP zmieniają podejście do produktu, gdyż wymagają nowej perspektywy cyklu życia. Dlatego istotnym jest zintegrowanie działań w kierunku ujednolicenia metodyki oceny cyklu życia, śladu węglowego, jak i wytycznych oraz ujednolicenia i uporządkowania nomenklatury zarówno dla EPD jak i DPP.
- 7 stycznia 2025 r. weszło w życie w Polsce rozporządzenie CPR2, które zawiera nowe podejście do oceny środowiskowej materiałów budowlanych i wprowadza obligatoryjny cyfrowy paszport produktu. DPP ma przedstawiać całkowicie nową perspektywę do oceny produktów i materiałów budowlanych uwzględniając analizę cyklu życia. Co istotne interesariusze zewnętrzni będą mieli dostęp do informacji odnośnie zużytych materiałów, surowców, wskaźników środowiskowych, śladu węglowego i metod recyklingu czy utylizacji. Aktualnie jest etap opracowywania wytycznych do DPP, dlatego tak istotne jest już teraz wykazanie, iż w przypadku oceny środowiskowej materiałów budowlanych istnieją wytyczne, które warto wykorzystać do opracowania DPP.
- Wykazano, że materiały budowlane, w tym wyroby prefabrykowane z betonu zwykłego, lekkiego, autoklawizowanego napowietrzonego należą do rodziny wyrobów, dla których trzeba będzie opracować DPP, dlatego ważna jest ocena zgodności i zintegrowanie informacji wymaganych w paszportach produktów DPP z dotychczas opracowanymi deklaracjami EPD. Zasadne wydaje się ustalenie wytycznych dotyczących opracowania paszportu produktu uwzględniając wskaźniki z deklaracji środowiskowych EPD.
- Na podstawie analizy nomenklatury stosowanej zarówno w normach, rozporządzeniach odnośnie analiz cyklu życia obiektów budowlanych i betonu oraz stosowanej w deklaracjach środowiskowych EPD wykazano, że należy ujednolicić pojęcia stosowane szczególnie w normach uwzględniając raporty dotyczące kwestii związanych z emisjami gazów cieplarnianych.

7. Literatura

- [1] Burchart D., Schabowicz K., Zarządzanie śladem węglowym w sektorze budownictwa, „Inżynier Budownictwa” 5/2024.
- [2] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego I Rady (UE) 2024/1781 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia ram ustalania wymogów ekoprojektu w odniesieniu do zrównoważonych produktów (Rozporządzenie ESPR).
- [3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego I Rady (UE) 2024/3110 z dnia 27 listopada 2024 r. w sprawie ustanowienia zharmonizowanych zasad wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylenia rozporządzenia (UE) nr 305/2011 (Rozporządzenie CPR2).
- [4] PN-EN ISO 14025:2010 Etykiety i deklaracje środowiskowe -- Deklaracje środowiskowe III typu -- Zasady i procedury.
- [5] PN-EN ISO 14040:2009 Zarządzanie środowiskowe -- Ocena cyklu życia -- Zasady i struktura.
- [6] PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe -- Ocena cyklu życia -- Wymagania i wytyczne.
- [7] PCR 2019:14-c-PCR-003 Beton i elementy betonowe (EN 16757).
- [8] PN-EN 16757:2023-04 Zrównoważone podejście do obiektów budowlanych -- Deklaracje środowiskowe wyrobu -- Zasady dotyczące kategorii wyrobów w odniesieniu do betonu i elementów betonowych.
- [9] PN-EN 15804+A2:2020-03 Zrównoważenie obiektów budowlanych -- Deklaracje środowiskowe wyrobu -- Podstawowe zasady kategoryzacji wyrobów budowlanych.
- [10] EPD International System <https://www.environdec.com/library> (Dostęp 29.05.2025 r).
- [11] Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe COM/2020/98 final.
- [12] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego I Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dyrektywa EPBD).
- [13] Dodd N., Donatello S. & Cordella M., 2021. Level(s) indicator 1.2: Life cycle Global Warming Potential (GWP) user manual: introductory briefing, instructions and guidance (Publication version 1.1).
- [14] PN-EN ISO 14067:2018-10 Gazy cieplarniane -- Ślad węglowy wyrobów -- Wymagania i wytyczne dotyczące kwantyfikacji.
- [15] Sixth Assessment Report <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/> (Dostęp 29.05.2025 r).