



Michał Piasecki*

OKREŚLANIE CHARAKTERYSTYKI ŚRODOWISKOWEJ WYROBÓW BUDOWLANYCH

Celem artykułu było przekazanie informacji o metodzie określania charakterystyki środowiskowej wyrobów budowlanych w cyklu życia oraz przedstawienie systemu ustalania deklaracji środowiskowych III typu, funkcjonującego w Instytucie Techniki Budowlanej. Podstawową cechą deklaracji środowiskowych jest przygotowanie ich zawartości zgodnie z metodologią pełnego cyklu istnienia, zgodnie z zasadami określonymi przez normy serii ISO 14040 oraz prEN 15804. W artykule dokonano przeglądu aktualnych norm CEN i ISO w zakresie metod oceny cyklu życia oraz procedury określania i przyznawania deklaracji środowiskowej.

1. Wstęp

Ważnym czynnikiem zapewniającym nabywcom możliwość dokonania świadomego wyboru wyrobów budowlanych jest stopień zrozumienia informacji o ich właściwościach technicznych oraz – coraz częściej – istotnych aspektach ekologicznych i środowiskowych [1]. Deklaracje środowiskowe zgodnie z aktualną polityką Komisji Europejskiej są podstawowym narzędziem wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju [2], ponieważ umożliwiają prezentację i komunikację cech środowiskowych i ekologicznych wyrobów. Deklaracja środowiskowa jest terminem, który określa istotne aspekty środowiskowe wyrobu w zdefiniowany sposób [3]. Opracowanie deklaracji środowiskowej wyrobu polega na dokonaniu oceny tego wyrobu przez określenie jego charakterystyki wyrażonej zbiorem odpowiednio dobranych kryteriów, którymi są kategorie oddziaływania na środowisko lub cechy ekologiczne.

Zasady prowadzenia analizy cyklu życia od ponad dziesięciu lat są elementem prac badawczych ITB [1], [4]. Podjęte w ostatnich czterech latach działania w zakresie metodologii ITB prowadzone są równoległe do prac komitetu CEN TC 350 ds. zrównoważonego budownictwa – nad normą oceny środowiskowej wyrobów budowlanych [5].

* dr inż. – Zakład Fizyki Ciepłej, Instalacji Sanitarnych i Środowiska ITB

Prace te umożliwiły uczestnictwo w procesie harmonizacji metod oceny cyklu życia wyrobu, tzw. LCA (Life Cycle Assessment). Wyniki prac opisane w artykule pozwalają wdrożyć do praktyki ITB normę FprEN 15804 *Sustainability of Construction Works – Environmental Product Declarations – Product Category Rules* [6] w momencie jej uznania w systemie normalizacyjnym (połowa roku 2011).

Charakterystyki środowiskowe wyrobów mogą być użyteczne zwłaszcza przy wyborze materiałów i rozwiązań zapewniających minimalne oddziaływanie na środowisko. Dla wytwórców mogą stanowić podstawę do poprawy wskaźników ekologicznych zarówno wyrobu, jak i procesu produkcyjnego. Deklaracje środowiskowe wyrobów mogą być wykorzystywane do porównania wyrobów z punktu widzenia ich aspektów ekologicznych i zrównoważonego rozwoju. Mogą służyć także do oceny elementów budynku, w którym wyrób został zastosowany, oraz do oceny całego budynku [7].

Prowadzenie analizy LCA w celu określenia charakterystyki środowiskowej wyrobu jest skomplikowane ze względu na wiele czynników analitycznych, takich jak stosowanie różnych kryteriów oceny, przyjmowanie różnych założeń brzegowych systemu wyrobu budowlanego, stosowanie uproszczeń, wprowadzanie rozbudowanych zasad alokacji oddziaływań, niedostępność danych i charakterystyk półproduktów/procesów, skomplikowany proces zbierania i weryfikacji danych. Podjęte przez ITB prace pozwoliły przyjąć odpowiednią procedurę, umożliwiającą rozwiązanie tych zagadnień i zastosowanie w praktyce.

2. Wymagania normatywne

Dotychczasowy rozwój metod LCA dotyczących wyrobu spowodował, że znane są metody wykonywania ocen z ich zastosowaniem w kilku krajach europejskich. We Francji (2004), Wielkiej Brytanii [8], Holandii (2005) [9] oraz Norwegii (2005) istnieją uregulowania normatywne na poziomie krajowym. Mimo że nadal trwają prace nad rozwojem analizy pełnego cyklu istnienia, została ona w znacznym stopniu znormalizowana w serii norm ISO [10–15]. Norma ISO 14040 [12] ustala ogólne zasady wykonywania analizy LCA dla wyrobów. Norma ta została znowelizowana w roku 2006 wraz z normą 14044, a w roku 2009 przyjęta jako PN-EN. Norma ISO 14044:2006 (PN-EN ISO 14044:2009) [13] podaje sposób formułowania celu i zakresu analizy oraz zasady gromadzenia danych niezbędnych do wykonania analizy, a także zasady prowadzenia analizy zebranych informacji, formułuje zasady określania obciążeń środowiska w cyklu istnienia wyrobu oraz zasady przygotowania końcowego raportu sumującego wyniki analizy LCA, w wyniku której uzyskuje się udokumentowaną charakterystykę energetyczno-ekologiczną wyrobu. Normy te jednak nie odnoszą się do wyrobów budowlanych bezpośrednio, tylko do wyrobów jako takich. Normy serii ISO 14040-44 nazwane zostały pierwszą generacją LCA.

W celu określenia zasad deklaracji wyrobów budowlanych powstała międzynarodowa norma ISO 21930:2007 *Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products* [11]. Opracowując tę normę, brano pod uwagę ustale-

nie zasad wykonywania i zakresu merytorycznego deklaracji środowiskowych wyrobów budowlanych, przy uwzględnieniu oczekiwanego czasu eksploatacji wyrobów oraz z uwagi na pełny cykl istnienia budynku. Norma stworzyła ogólne podstawy programów prowadzących do deklaracji środowiskowych wyrobów budowlanych zgodnie z wcześniejszą normą ISO 14025 [16] dotyczącą programów III typu deklaracji środowiskowej (ISO 14025 w ogólnej części pokrywa się z normą ISO 21930 [11], różnice były analizowane przez ITB). Norma ISO 21930 formułuje zasady i wymagania stawiane w celu przygotowania deklaracji środowiskowych III rodzaju – Environmental Product Declaration (EPD), ustala także zasady opracowania i wprowadzenia takich deklaracji do zastosowania. Podaje ponadto ogólny zakres wymagań niezbędnych do opracowania dokumentu Product Category Rules (PCR) zgodnie z wymaganiami normy ISO 14025 dla deklaracji środowiskowych wyrobów budowlanych. Dokument PCR określa wymagania niezbędne do określenia zbioru reguł i wymagań potrzebnych do ustalenia deklaracji środowiskowych EPD dla jednej lub większej liczby grup wyrobów budowlanych. Podejście to nazywa się II generacją metody LCA. Norma ISO 21930 w opinii ekspertów nie wyczerpała tematu oceny LCA wyrobów budowlanych, dlatego prace nad nową generacją wymagań LCA dla wyrobów budowlanych prowadzi CEN TC 350 (tabl. 1).

Tablica 1. Wymagania normatywne dotyczące deklaracji środowiskowych wyrobów III typu
Table 1. Normative references for Environmental Product Declarations type III

Poziom odniesienia	Normy i dokumenty odniesienia
Wymagania ogólne dotyczące deklarowania cech środowiskowych wyrobów	PN-EN ISO 14020
Wymagania ogólne dotyczące systemu deklarowania cech środowiskowych wyrobów III typu, tzw. EPD	III typu PN-EN ISO 14025 EPD na bazie LCA
Metoda określania cech środowiskowych wyrobów na poziomie ogólnym LCA (I generacja)	PN-EN ISO 14040 PN-EN ISO 14044
Metoda określania cech środowiskowych wyrobów budowlanych na poziomie ogólnym LCA (II generacja)	ISO 21930
Metoda określania cech środowiskowych wyrobów budowlanych na poziomie szczegółowym LCA (III generacja)	prEN 15804
Metoda określania cech środowiskowych wybranych wyrobów budowlanych na poziomie szczegółowym LCA	Dokument wymagań PCR (ITB) opracowywany na bazie prEN 15804, dla grup wyrobów typowych może być to prEN 15804
Metoda określania cech środowiskowych wyrobów budowlanych na poziomie uwzględniającym praktyczne zastosowanie prEN 15804 oraz właściwą interpretację zapisów	Procedura ITB

Nowym dokumentem dotyczącym zbioru wymagań analizy LCA dla wyrobów budowlanych jest norma opracowywana obecnie przez CEN, tj. FprEN 15804 *Sustainability of construction Works – Product Category Rules* [6]. Norma ta opracowana została przez szeroką grupę ekspertów LCA i przyjmuje się, że zawiera wytyczne prowadzenia analizy LCA zaakceptowane przez przemysł. Może być stosowana bezpośrednio jako dokument PCR dla typowych wyrobów budowlanych.

Normy przywołane w tabelicy 1 (łącznie z FprEN 15804) nie formułują jednak ostatecznych procedur obliczeniowych uwzględniających praktyczne możliwości analityczne. Dlatego przyjęcie takiej procedury było zadaniem podjętego tematu badawczego ITB. Analiza przytoczonych dokumentów pozwoliła zidentyfikować i rozwiązać różne problemy obliczeniowe, takie jak dokładne zdefiniowanie granic systemu dla różnych przypadków, określenie kluczowych kategorii oddziaływania, alokacja oddziaływania na wiele wyrobów, wystarczająca dokładność metody, poziom szczegółowości, dostępność danych obliczeniowych, jakość danych i wiele innych.

3. Rozporządzenie CPR zastępujące dyrektywę budowlaną CPD

Istotnym dokumentem, który w swoich odwołaniach przywołuje cykl życia wyrobów i budynków, jest rozporządzenie CPR zastępujące dyrektywę budowlaną [17]. W rozporządzeniu zwraca się uwagę na zwiększanie zakresu wymagań, które dotyczą wyrobów budowlanych, w wyniku wprowadzenia do oceny aspektów zrównoważonego budownictwa. Rozporządzenie rozwinęło, dodając do zakresu wymagań przepisów dotyczących obiektów budowlanych nowy element: brak szkodliwego wpływu na środowisko. Przekłada się to na nowe zapisy wymagań podstawowych dotyczących obiektów budowlanych, kierujące uwagę na nowy cel, jakim jest zdrowie i bezpieczeństwo osób mających kontakt z obiektami budowlanymi, przy uwzględnieniu całego okresu ich użytkowania. Z tego kontekstu wynikają nowe zapisy Wymagania Podstawowego nr 3 „Higiena, zdrowie i środowisko”, w których podkreśla się konieczność oceny obiektów budowlanych pod tym kątem w ciągu ich całego cyklu życia, w tym zapewnienie bezpieczeństwa pracowników w trakcie budowy, rozbiórki i użytkowania oraz uwzględnienie nie tylko wpływu obiektów na jakość środowiska, ale także na klimat. W Wymaganiu Podstawowym nr 6 „Oszczędność energii i izolacyjność cieplna” Parlament Europejski wprowadził dodatkowe wymaganie, dotyczące energooszczędności obiektów budowlanych, zalecające również zużywanie jak najmniej energii podczas ich budowy i rozbiórki, co stanowi element analizy LCA. Najbardziej widoczną zmianą jest wprowadzenie w rozporządzeniu nowego Wymagania Podstawowego nr 7 „Zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych” w brzmieniu: *Obiekty budowlane muszą być zaprojektowane, wykonane i rozebrane w taki sposób, aby wykorzystanie zasobów naturalnych było zrównoważone i zapewniało w szczególności:*

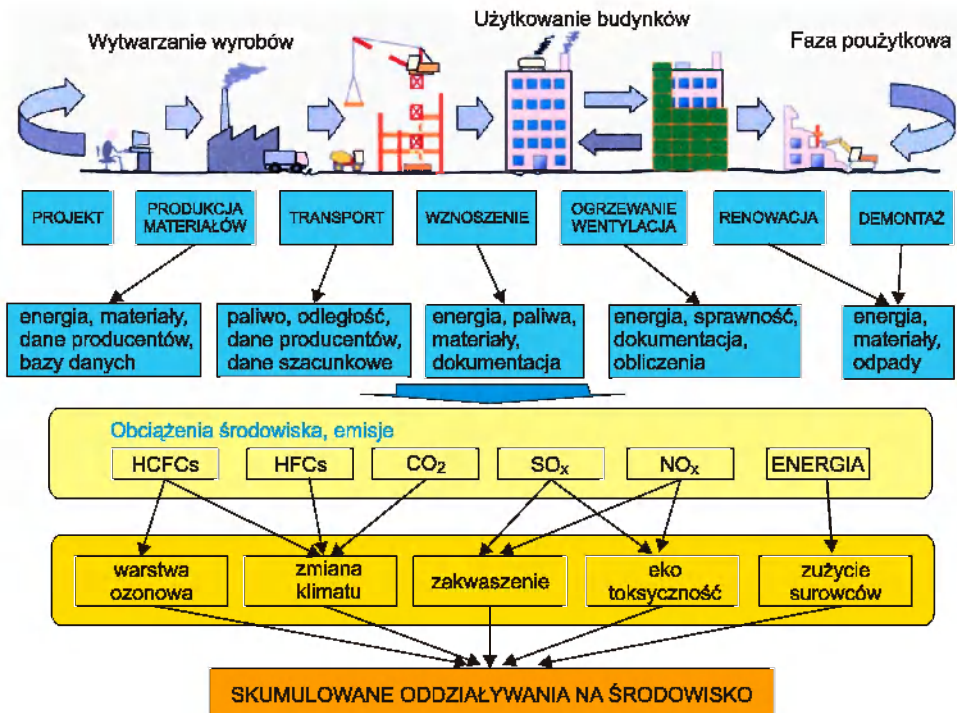
- ponowne wykorzystanie lub recykling obiektów budowlanych oraz wchodzących w ich skład materiałów i części po rozbiórce,
- trwałość obiektów budowlanych,

- wykorzystanie w obiektach budowlanych przyjaznych środowisku surowców.

W rozporządzeniu wskazuje się, że do przeprowadzenia oceny zrównoważonego wykorzystania zasobów i wpływu obiektów budowlanych na środowisko należy, w miarę możliwości, stosować deklaracje środowiskowe wyrobów opracowywane w oparciu o metodologię cyklu życia LCA. Wyniki analiz LCA i tzw. deklaracje środowiskowe III typu opracowane na podstawie zaleceń prEN 15804 będą wykorzystywane w przyszłości w dokumentowaniu nowych wymagań rozporządzenia.

Deklaracja środowiskowa

Deklaracja środowiskowa tzw. III rodzaju (lub EPD) stanowi zbiór kwantyfikowanych danych charakteryzujących energochłonność i emisje w poszczególnych fazach istnienia wyrobu (np. oddziaływanie na środowisko, na skutek zaniku warstwy ozonowej wyrażony w ekwiwalentnych kg etenu na jednostkę wyrobu). Dane liczbowe zamieszczone w deklaracjach środowiskowych III rodzaju, charakteryzujące wyrób z ekologicznego punktu widzenia, opierają się na audycie środowiskowym i analizie LCA. Chociaż deklaracje środowiskowe III rodzaju nie zawierają stwierdzeń porównawczych, to jednak uzyskane informacje mogą być wykorzystane do porównywania wyrobów.



Rys. 1. Poglądowy schemat cyklu życia wyrobu budowlanego
Fig. 1. Simplified scheme of building material life cycle

Na rysunku 1 przedstawiono poglądowy schemat etapów cyklu życia wyrobu budowlanego. W każdej fazie cyklu życia powstają oddziaływania środowiskowe, tj. emisje. Emisje te inwentaryzuje się i przyporządkowuje do określonej kategorii oddziaływań środowiskowych, a następnie przelicza na substancje ekwiwalentne, na przykład CO₂, w celu uzyskania efektu cieplarnianego.

Kategorie oceny LCA

Najczęściej ustala się, że deklarowane wielkości, zarówno w odniesieniu do fazy wytwarzania, jak i użytkowania, są następujące [1], [4], [6], [12], [18]:

- w obszarze zużycia zasobów:
 - zużycie zasobów nieodnawialnych: energetycznych i nieenergetycznych, GJ/Mg,
 - zużycie zasobów odnawialnych: energetycznych i nieenergetycznych, GJ/Mg,
 - zużycie energii elektrycznej, GJ;
- w obszarze emisji zanieczyszczeń (emisje wyrażono w postaci wskaźników kategorii oddziaływania):
 - globalny potencjał cieplarniany, kg CO₂,
 - potencjał zakwaszenia środowiska, kg SO₂,
 - potencjał uszczuplenia warstwy ozonowej, kg CFC-11,
 - potencjał fotochemicznego tworzenia ozonu w troposferze, kg C₂H₄,
 - potencjał eutrofizacji, kg PO₄;
- inne:
 - zastosowane materiały, dla których możliwy jest recykling,
 - ilość odpadów z podziałem na odpady niebezpieczne i sumarycznie odpady zwykłe.

Określone ilości oddziaływań powstające w cyklu istnienia wyrobu przedstawiane są na jednostkę masy wyrobu lub inną adekwatną ilość wyrobu wyrażającą jego cechy fizyczne lub użytkowe.

PrEN 15804 zawiera sugestie stosowania 29 kryteriów oceny. Kryteria proponowane przez ITB są zgodne z normą i mogą być stosowane selektywnie. Kryteria te są akceptowane przez przemysł i środowisko naukowe.

4. Fazy cyklu istnienia

Zgodnie z FprEN 15804 [6], jeżeli to możliwe, deklaracje środowiskowe III rodzaju dla wyrobów budowlanych mogą uwzględniać wszystkie fazy cyklu istnienia wyrobu. Pominięcie jakiegokolwiek fazy cyklu istnienia musi być uzasadnione. Informacje środowiskowe dotyczące wszystkich faz cyklu istnienia (tzw. cradle-to-grave – od pobrania surowców do końca fazy likwidacji obiektu) mogą być rozpatrywane w trzech następujących fazach:

- faza wyrobu A (tzw. cradle-to-gate; od pobrania surowców, do bramy fabryki): dostarczenie surowców, transport do miejsca produkcji, wytwarzanie wyrobu (obligatoryjnie), transport do miejsca budowy, instalacja w budynku (opcjonalnie),

- faza budynku B: użytkowanie, eksploatacja, zastąpienie (opcjonalnie),
- faza likwidacji C: rozbiórka, poużytkowe zagospodarowanie (opcjonalnie).

Faza wyrobu A jest obligatoryjna do uzyskania najprostszej deklaracji środowiskowej wyrobu.

5. Zawartość dokumentu określającego wymagania LCA dla wyrobów

W wytycznych prowadzenia analizy opracowanych na bazie FprEN 15804 [6] zostały sformułowane podstawowe wymagania i zasady, które służą do przygotowania deklaracji środowiskowej wyrobu. Zasady te obejmują:

- definicję kategorii wyrobu,
- definicję jednostki funkcyjnej (jednostki odniesienia w całym cyklu życia),
- definicję jednostki deklarowanej (jednostki odniesienia w fazie wytwarzania),
- ustalenie i opis granic systemu wyrobu,
- ustalenie zasad alokacji i uproszczeń,
- ustalenie kategorii oddziaływania na środowisko,
- ustalenie i opis równoważników obciążeń środowiska wykorzystywanych w analizie LCA,
- ustalenie i opis źródeł danych ogólnych i szczegółowych,
- wybór informacji do zamieszczenia w deklaracjach poza informacjami uzyskanymi na podstawie analizy LCA,
 - opis metodologii do ustalenia informacji dodatkowych,
 - ustalenie wymagań odnośnie do jakości danych.

6. Jednostka odniesienia charakterystyki (funkcyjna lub deklarowana)

Jednostka funkcyjna wyrobu budowlanego jest definiowana na podstawie jego właściwości użytkowej po zainstalowaniu w budynku. Jednym z celów wprowadzania jednostki funkcyjnej jest uzyskanie wartości odniesienia, w stosunku do której normalizowane są strumienie materiałów i energii przy rozpatrywaniu wyrobu budowlanego. Takie odniesienie jest konieczne w celu uzyskania porównywalności wielkości uzyskanych jako wynik analizy LCA [18].

Jednostka funkcyjna odnosi się zazwyczaj do pełnego cyklu istnienia budynku, w tym uwzględnia również okres użytkowania oraz odpowiednią liczbę wymian, które są niezbędne do spełnienia określonej funkcji w budynku podczas całego czasu użytkowania. Jednostka funkcyjna wyrobu powinna być ustalona do oceny budynku zgodnie z FprEN 15804 [6] oraz ewentualnym szczegółowym dokumentem PCR dla grupy wyrobów. W praktyce pierwotnym źródłem informacji o czasie użytkowania wyrobów budowlanych są przede wszystkim wytwórcy wyrobu. Jednakże inne wiarygodne źródła informacji też mogą być wykorzystane do jego ustalenia. Jednostka funkcyjna za-

pewnia taki sposób odniesienia, który umożliwi dodawanie strumieni energii materiałów oraz związanych z nimi obciążeń środowiska dla każdej z trzech faz cyklu istnienia budynku. Przykładowo, jednostką funkcyjną dla wyrobów izolacyjnych jest jednostka oporu cieplnego, m^2KW .

Jednostka deklarowana zapewnia wartość odniesienia dla strumieni energii i materiałów rozpatrywanych przy uwzględnieniu jedynie niektórych faz cyklu istnienia wyrobu lub elementu, w praktyce określona jest dla fazy wyrobu – od pobrania surowców, do bramy fabryki. Zapewnia odniesienie wykorzystywane przy dodawaniu strumieni materiałów i związanych z nimi oddziaływań na środowisko dla wybranej części cyklu istnienia wyrobu (tabl. 2). Jednostka deklarowana powinna odnosić się do typowych funkcji odpowiednich kategorii wyrobów.

Tablica 2. Jednostka funkcyjna i deklarowana w cyklu istnienia wyrobu
Table 2. Life cycle's functional and declared unit

Faza cyklu istnienia	Fazy cyklu istnienia	Jednostka deklarowana	Jednostka deklarowana z dodatkowymi	Jednostka funkcyjna
Faza wyrobu A	surowce, A1	obowiązkowo	obowiązkowo	obowiązkowo
	transport do wytwórcy, A2	obowiązkowo	obowiązkowo	obowiązkowo
	wytwarzanie, A3	obowiązkowo	obowiązkowo	obowiązkowo
Faza budynku B	transport na plac budowy	–	opcjonalnie	obowiązkowo
	instalacja w budynku	–	opcjonalnie	obowiązkowo
	użytkowanie	–	opcjonalnie	obowiązkowo
	zabiegi eksploatacyjne	–	opcjonalnie	obowiązkowo
Faza likwidacji C	rozbiórka	–	opcjonalnie	obowiązkowo
	transport	–	opcjonalnie	obowiązkowo
	poużytkowe zagospodarowanie	–	opcjonalnie	obowiązkowo
Dla fazy cyklu istnienia obejmującej użytkowanie i zabiegi eksploatacyjne scenariusz powinien uwzględniać informacje dotyczące czasu użytkowania.				

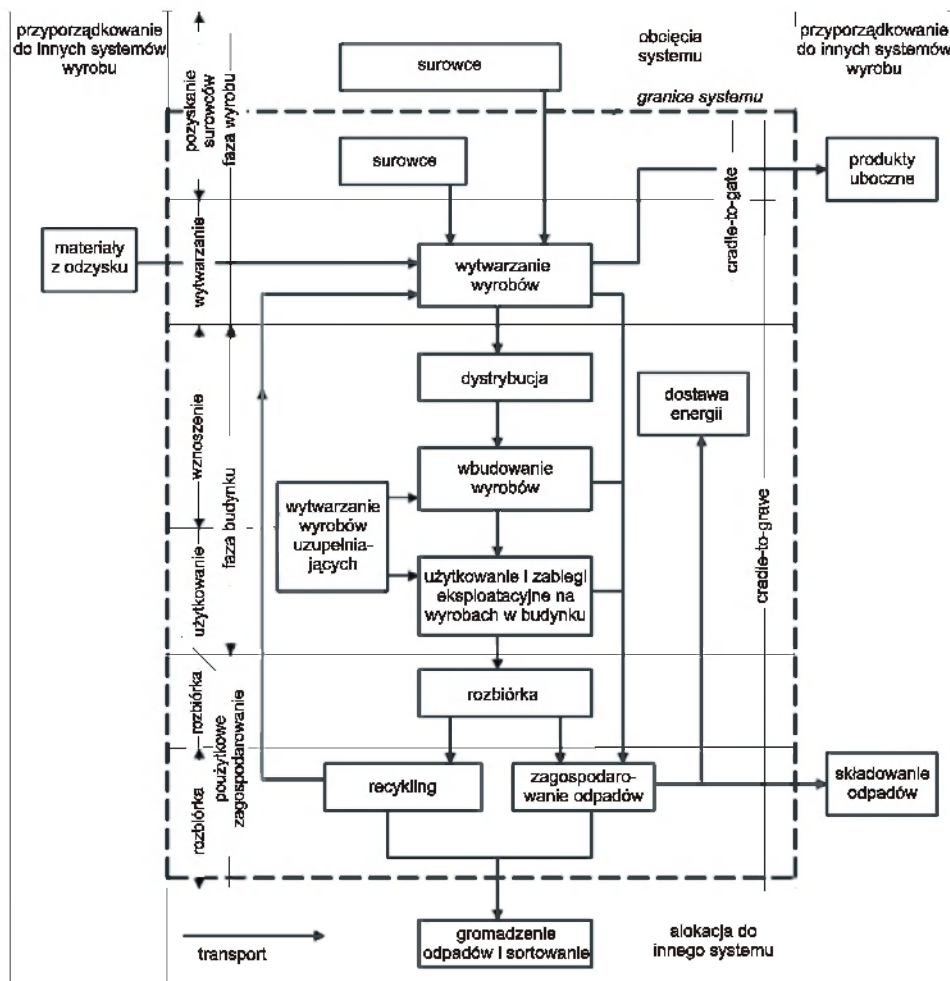
Definicja jednostki deklarowanej materiału lub elementu budowlanego powinna obejmować co najmniej:

- ilość materiału lub wyrobu budowlanego,
- zakres możliwości zastosowania,
- określenie fazy lub części jej cyklu istnienia (moduł),
- czas użytkowania wyrobu wymagany dla fazy użytkowania i zabiegów eksploatacyjnych.

W praktyce jest to zazwyczaj Mg lub m^3 wyrobu (w fazie wyrobu A).

7. Granice systemu

Granice systemu powinny być sformułowane zgodnie z normą ISO 14040 [12] i 14044 [13] oraz zgodnie z normą FprEN 15804 [6], a także, jeśli zachodzi taka potrzeba, osobnym dokumentem szczegółowym PCR dla grupy wyrobów. Czynniki określające granice systemu wyrobu powinny uwzględniać zastosowanie deklaracji środowiskowej, poczynione założenia, ograniczenia kosztów oraz przeznaczenie.



Rys. 2. Schematyczne przedstawienie granic systemu i cyklu istnienia wyrobu budowlanego
Fig. 2. Building material life cycle system schema

Wybór wielkości wejścia i wyjścia oraz poziom agregacji kategorii danych oraz modelowanie systemu powinno być spójne z celem deklaracji środowiskowej. System powinien być modelowany w taki sposób, aby zapewnić w zdefiniowanych granicach pełny opis wszystkich wejść i wyjść systemu. Niezbędna jest informacja, czy deklaracja środowiskowa będzie uwzględniać pełny cykl istnienia, czy też tylko określone fazy, które powinny być tu odpowiednio określone. Transport jest niezbędny do dostarczenia surowców, materiałów i wyrobów budowlanych pomiędzy poszczególnymi fazami i etapami cyklu istnienia wyrobu. Oddziaływanie transportu na środowisko zależy od jego rodzaju, odległości, ilości materiałów i wyrobów podlegających przewozom.

Na rysunku 2 zamieszczono przykład sformułowania granic systemu wraz z pokazaniem faz cyklu istnienia wyrobu budowlanego. Wyniki LCA dla wszystkich faz istnienia mogą być agregowane.

Oddziaływania na środowisko, takie jak na przykład zużycie energii i materiałów, wynikające z wbudowania wyrobu w budynek, powinny być opisane i włączone do raportu. Również fakt pominięcia z powodu braku danych powinien być odnotowany. Oddziaływania wynikające z wytwarzania wyposażenia (dźwig, podnośniki widłowe, itp.) wykorzystywane w całym cyklu istnienia, nie są uwzględniane. Działania związane z zabiegami eksploatacyjnymi wyrobów budowlanych, które mają udział w oddziaływaniu na środowisko w fazie użytkowania, powinny być zidentyfikowane i uwzględnione. Powtórne użycie i recykling należy potraktować zgodnie z ustaleniami norm [6], [9], [11].

Procesy fazy likwidacji i związane z nimi oddziaływania przypisane do wyrobu budowlanego i wynikające z rozbiórki budynku powinny być odpowiednio uwzględnione w dokumencie PCR. Jeżeli nie uwzględniono tego z powodu braku danych, niezbędny jest odpowiedni komentarz. Wytyczne obliczeń dla fazy likwidacji budynku zawarte są w EN 15978 [19].

8. Ustalenie zasad przyporządkowania i upraszczania

Zebranie danych do obliczeń stanowi istotną część etapu inwentaryzacji. Problem przyporządkowania danych do rozpatrywanego wyrobu (zasady alokacji) ma szczególne znaczenie. Odpowiednie przyporządkowanie danych jest konieczne zawsze wtedy, gdy rozpatruje się system uwzględniający wiele wyrobów. Strumienie materiałów i energii, jak również związanych z nimi emisji, powinny być przyporządkowane poszczególnym wyrobom. Przyporządkowanie wewnątrz systemu wyrobu, na przykład odnośnie do procesów recyklingu, powinno być zdefiniowane w dokumencie PCR zgodnie z EN 15978 [19]. W praktyce wymaga to jednak doświadczenia ze strony eksperta i zaleca się stosowanie alokacji poprzez rozdział oddziaływań w proporcji do ekonomicznej wartości wyrobów [9], [20].

Stosowanie uproszczeń zdefiniowanych w przywołanych normach pozwala na uproszczenie wykonywania inwentaryzacji. Kryteria pozwalające na uproszczenia strumieni wejścia i wyjścia powinny być oparte na strumieniach masy, energii lub odpowiednich innych strumieniach odprowadzanych do środowiska. Zasady upraszcza-

nia oparte na określaniu masowego udziału w wyrobie budowlanym powinny być zdefiniowane w sposób zapewniający minimalny wpływ na otrzymywane wyniki analizy. Dla strumieni materiałów jest to uproszczenie do 1% udziału masowego. Jeżeli oddziaływania są określone i wprowadzane do raportu, zasady upraszczania powinny być oparte na oddziaływaniach na środowisko wyrażone w odniesieniu do strumieni masowych.

W inwentaryzacji niezbędne jest uwzględnienie wszystkich strumieni wejścia materiałów i substancji oficjalnie uznanych jako niebezpieczne lub toksyczne, zgodnie z krajowymi lub międzynarodowymi regulacjami. W przypadku substancji oraz materiałów niebezpiecznych i toksycznych zasady upraszczania nie mają zastosowania.

9. Wymagania dotyczące jakości danych

Jakość danych ma wpływ na poprawność danych zamieszczanych w deklaracji środowiskowej. Wymagania odnoszące się do jakości danych powinny być sformułowane z punktu widzenia: dokładności, kompletności oraz reprezentatywności i powinny być rozpatrywane zgodnie z zaleceniami zawartymi w FprEN 15804 [6]. Niezbędne jest również zapewnienie możliwości odpowiedniej weryfikacji zgodnie z zaleceniami ISO 14025 [16].

Uwagi odnośnie do wymagań w zakresie jakości danych dla wyrobów budowlanych zostały sformułowane w prEN 15804, a dla konkretnej grupy wyrobów powinny być określone:

- rodzaj reprezentatywności: geograficzna, zależna od czasu, technologiczna,
- źródła baz danych lub innych danych ogólnych: źródło danych, autor danych,
- metoda: pomiary na miejscu lub odczyty, model lub scenariusz,
- zakres studium (granice).

Zaleca się stosowanie danych wiarygodnych i zweryfikowanych, takich jak The Buwal, Ecolinvent, czy też zestawionych w europejskim systemie ILCD [18] (tabl. 3). W ITB podczas wielu prac badawczych zebrano również dane mogące stanowić podstawę przyszłych analiz LCA.

Tablica 3. Zestawienie źródeł wybranych danych środowiskowych surowców i energii wchodzących do systemu LCA przykładowego wyrobu budowlanego

Table 3. Some data resources for selected building material life cycle inventory analysis

Materiały wchodzące do systemu wyrobu	Źródła danych charakterystyk środowiskowych dobrane do analizy wyrobu
Gaz ziemny	PGEI 2007, DUKES, Górzyński (2004)
Transport ciężarowy	Chalmers University CPM, ITB
Energia elektryczna, Czechy	IEA statistics (2010), DG TRN (2008)
LPG, ON	NETCEN, PGEI 2007, Górzyński (2004)
Tlen	z ekwiwalentu zużycia energii elektrycznej
Piasek	IGSMiE PAN

Materiały wchodzące do systemu wyrobu	Źródła danych charakterystyk środowiskowych dobrane do analizy wyrobu
Etibor/borax	Atatürk University
Wapień	Czatkowice Kopalnia
Soda	ETH-ESU (2004)
Stłuczka (50%) recykling	Ecoinvent v.2.2
Woda amonowa	EFMA and Frischknecht
Binder	Utrecht University, ITB
Klej do opakowań	IO USA
Etykiety na opakowaniu	ITB data
Palety (nie recyklingowane)	ITB data
Folia opakowaniowa	BBA/UEAtc
Palety drewniane (recyklingowane)	EMPA-DU

10. Wielkości rozpatrywane w analizie LCA

Dane zgromadzone podczas inwentaryzacji powinny obejmować wszystkie czynniki mogące mieć udział w wybranych kategoriach oddziaływania na środowisko. Strumienie podstawowe mające udział w wybranych kategoriach powinny być rozpatrywane zgodnie z zasadami alokacji. Równoważniki obciążeń ekwiwalentnych środowiska zdefiniowane zostały w FprEN 15804 [6] i przyjęte na bazie prac IPPC.

Podczas przebiegu inwentaryzacji wszystkie wejścia i wyjścia powinny być zgromadzone i udokumentowane w odniesieniu do zdefiniowanej jednostki funkcyjnej lub jednostki deklarowanej wyrobu budowlanego. Do inwentaryzacji stosuje się specjalnie przygotowane kwestionariusze. W szczególności istotny jest ten, który wypełnia sam producent. Dane zebrane lub dostarczone w zakresie liczby nośników energii powinny być sprowadzone do poziomu energii pierwotnej przy wykorzystaniu wartości opałowej netto z uwzględnieniem zarówno procesów produkcji, jak i strat wynikłych w czasie transportu do miejsca wykorzystania.

W odniesieniu do emisji zanieczyszczeń należy uwzględnić i podać w jednostkach układu SI strumienie wszystkich substancji emitowanych do powietrza, wody i gruntu, które mają udział w kategoriach oddziaływania wymienionych w FprEN 15804 [6]. W obliczeniach należy unikać podwójnego naliczania wielkości emisji określonych substancji (np. emisji zmierzonych, pochodzących ze spalania paliw, i teoretycznych, wynikających ze współczynników emisji). Należy stosować zasadę bilansowania przepływu masy i energii w systemie pomimo tego, że producenci często podają emisję zweryfikowaną formalnie (w praktyce niestety często zaniżoną). W odniesieniu do odpadów należy uwzględnić wszystkie odpady ustalone dla pełnego cyklu istnienia i przyporządkowane do danego wyrobu. Wymagane jest podanie ich liczby z podzia-

tem na podgrupy, zgodnie z FprEN 15804 [6]. W tabelicy 4 przedstawiono zinventaryzowane emisje do powietrza z procesu produkcyjnego przyporządkowane do jednostki wyrobu. Emisje do powietrza, wody i gruntu powinny być wykorzystane do określenia odpowiednich wskaźników oddziaływania na środowisko [20].

Tablica 4. Zinventaryzowane emisje do powietrza z procesu produkcyjnego przykładowego wyrobu
Table 4. Assessed emissions from production process for life cycle inventory analysis

Emisje w fazie produkcji	Jedn.	Ilość całkowita	Emisja na Mg	Emisja na JF
Pył	kg	16833	0,2250	0,00117
CO	kg	33857	0,4525	0,0024
CO ₂	kg	13949641	186,448	0,97
NO ₂	kg	41761	0,5582	0,003
SO ₂	kg	675	0,0090	4,69E-05
Fenol	kg	4582	0,0612	0,00032
Formaldehyd	kg	3945	0,0527	0,00027
NH ₃	kg	76746	1,0258	0,00533
HCl	kg	240	0,0032	1,668E-05
Bor	kg	37	0,0005	2,57E-06
Fluor	kg	94	0,0013	6,532E-06
Węglowodory aromatyczne	kg	2631	0,0352	0,00018

Oddziaływanie na jakość powietrza wewnętrznego budynku (traktowane opcjonalnie) powinno być brane pod uwagę w przypadku tych wyrobów budowlanych, które po zainstalowaniu w budynku, w okresie użytkowania oddziałują bezpośrednio na powietrze wewnętrzne pomieszczeń. Wytwórca wyrobu powinien dostarczyć informacje o emisjach oddziałujących na jakość powietrza wewnętrznego (np. chemicznych, biologicznych, fizycznych) zgodnie z krajowymi normami. W fazie użytkowania wyrobu należy policzyć wszystkie emisje, jakie wynikają z utrzymania poziomu funkcjonalności wyrobu w obiekcie, między innymi podczas konserwacji.

11. Weryfikacja

Weryfikacja danych analizy LCA powinna być prowadzona przez niezależnego weryfikatora i jako minimum zakresu weryfikacji powinno być sprawdzenie zgodności z dokumentem PCR, zgodności z FprEN 15804, zgodności z normą ISO 14040, wiarygodności uzyskanych wyników LCA.

Minimalne wymagania odnoszące się do weryfikatorów w zakresie ich kompetencji powinny być zgodne z normą ISO 19011:2002. Uznaje się, że audytor ISO 14000

spełnia takie wymagania. Deklaracje środowiskowe mogą podlegać systemowi certyfikacji, lecz nie jest on wymagany zgodnie z podejściem CEN.

12. Przykład charakterystyki energetyczno-ekologicznej wyrobu

W tablicy 5 podano przykładową charakterystykę środowiskową wyrobu z wełny szklanej, obejmującą fazę wytwarzania (moduły A1-A3). Przykładowo, w fazie wytwarzania wyrobu powstaje ekwiwalentna emisja CO₂ wynosząca 0,27 kg CO₂ przy pozyskaniu surowców na jednostkę wyrobu, tj. 1 m²K/W (metr kwadratowy o oporze cieplnym wynoszącym 1) dla λ równego 0,04 W/mK, przy ρ wynoszącym 13,2 kg/m³ i masie 0,52 kg. Adekwatnie w samym procesie produkcyjnym powstaje 0,605 kg CO₂ na jednostkę funkcyjną wyrobu.

Tablica 5. Charakterystyka energetyczno-środowiskowa wyrobu z wełny szklanej producenta krajowego

Table 5. Glass wool life cycle – the environmental characteristic

Kryteria oceny – potencjały oddziaływań środowiskowych	Jednostka	Wartości potencjałów oddziaływania na 1 JF* wełny szklanej		
		Wydobycie i wytworzenie półproduktów A1	Transport A2	Proces produkcyjny A3
Efekt cieplarniany GWP	kg CO ₂	0,27	0,0076	0,605
Uszczuplenie warstwy ozonowej ODP	kg CFC11	5,2E-08	nd	1,04E-08
Efekt zakwaszenia AP	kg SO ₂	0,0014	6,24E-05	0,0043
Smog fotochemiczny POCP	kg etylenu	1,14E-4	3,8E-06	0,00221
Efekt eutrofizacji EP	kg PO ₄	1,547	0,1024	3,3145
Zużycie wody WU	m ³	9,46E-05	1,04E-05	0,003905
Zużycie zasobów mineralnych TMR	Mg	0,00177	nd	0,0007
*Jednostka funkcjonalna (JF: 1 m ² K/W dla λ = 0,04 W/mK, ρ = 13,2 kg/m ³ , masa = 0,52 kg)				

13. Podstawy funkcjonowania systemu deklaracji środowiskowej w ITB

Ustalone na poziomie ITB zasady funkcjonowania systemu deklaracji środowiskowych wyrobów budowlanych dotyczyły deklaracji środowiskowej, której merytoryczna zawartość byłaby równoważna zawartości deklaracji środowiskowej III rodzaju, której zasady tworzenia formułuje norma ISO 14025 [16]. Dokumentem, który stanowi podstawę merytoryczną funkcjonowania systemu deklaracji, jest projekt normy EN 15804 [6]. Charakte-

rystyki opracowane w ITB można obecnie weryfikować na zgodność z ISO 14040 [12] i 14044 [13], w niedalekiej zaś przyszłości na zgodność z prEN 15804.

14. Podsumowanie

W artykule zebrano istotne zależności, które wykorzystano do przygotowania w Instytucie Techniki Budowlanej procedury obliczeniowej określania charakterystyki środowiskowej wyrobów budowlanych. Charakterystyka środowiskowa stanowi merytoryczną część tzw. deklaracji środowiskowej III typu. Podstawą deklaracji środowiskowej jest analiza pełnego cyklu istnienia wyrobu budowlanego opracowana według metodologii LCA. Jako obowiązującą metodę określenia charakterystyki środowiskowej wyrobu budowlanego przyjęto projekt normy EN 15804 [6] uszczegółowiony określonymi w pracy procedurami. Metoda proponowana w prEN 15804 została zwalidowana w praktyce i opisana w procedurze ITB.

Bibliografia

- [1] Piasecki M., Górzyński J., Prejzner H.: Deklaracje środowiskowe wyrobów budowlanych istotnym składnikiem zrównoważonego rozwoju. Praca dla Ministerstwa Infrastruktury nr 150/B/2002
- [2] Czarnecki L., Kaproń M.: Sustainable Construction as a Research Area, *International Journal of the Society of Materials Engineering for Resources* Vol.17 No.2 (September 2010)
- [3] Piasecki M.: Deklaracje środowiskowe materiałów i wyrobów. *Inżynier Budownictwa*, 5, 2009
- [4] Górzyński J.: Obciążenia środowiska w produkcji wyrobów budowlanych. Wydawnictwa Instytutu Techniki Budowlanej, seria Monografie, Warszawa 2004
- [5] Czarnecki L., Głowacz M.: Działalność Komitetu Technicznego PKN-KT-307 Zrównoważone Budownictwo. *Materiały Budowlane*, 12, 2010
- [6] prEN 15804 Sustainability of Construction Works – Environmental Product Declarations – Product Category Rules
- [7] Piasecki M.: Zielone Zamówienia Publiczne w budownictwie. *Materiały Budowlane*, 1, 2011
- [8] Howard N. i inni: BRE methodology for environmental profiles of construction materials, components and buildings. Construction Research Communications Ltd, London 1999
- [9] NEN 8006 (Dutch Standard): Environmental data for building materials, building products and building elements for use in environmental product declarations
- [10] ISO 21931-1 (2007): Sustainability in building construction – Framework for methods of assessment for environmental performance of construction works. Part 1: Buildings
- [11] ISO 21930:2007 Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products
- [12] PN-EN ISO 14040 (2009) Ocena cyklu życia – Zasady i struktura

- [13] PN-EN ISO 14044 (2009) Ocena cyklu życia – Wymagania i wytyczne
- [14] PN-EN ISO 14020 (2003) Etykiety i deklaracje środowiskowe – Zasady ogólne
- [15] PN-EN ISO 14025 (2010) Etykiety i deklaracje środowiskowe – Deklaracje środowiskowe III typu – Zasady i procedury
- [16] PN-EN ISO 14025 (2006) Environmental label and declaration – Type III environmental declaration – Principles and procedures
- [17] Tworek J.: Projekt rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wyrobów budowlanych zastępującego dyrektywę 89/106/EWG. *Materiały Budowlane*, 10, 2010
- [18] Piasecki M.: European LCA Exercise, Sustainable Building Conference Journal 2010, Prague 2010
- [19] EN 15978:2011 Sustainability of Construction Works – Assessment of the environmental performance of buildings
- [20] Piasecki M.: Reduction of CO₂ emission as a main criteria in EC sustainable policy development. Building and Ecology Conference Journal, Bielsko-Biała 2009

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION FOR CONSTRUCTION PRODUCT – ASSESSMENT PROCEDURE

Summary

The goal of the article is to present actual information about life cycle methods for construction material and to provide a wide information about ITB's system on the environmental declaration type III. The main part of the article presents ITB's experiences on the ISO 14040 and prEN 15804 implementation into the practice and presents list of the related normative references and scientific procedures.

Praca wpłynęła do Redakcji 7 X 2011 r.