

Wskaźniki energetyczne w ocenie środowiskowej budynków i wyrobów budowlanych

Dr inż. Robert Geryło, Instytut Techniki Budowlanej

1. Wprowadzenie

Efektywność wykorzystania energii jest jednym z podstawowych zagadnień dotyczących rozwoju zrównoważonego. W budownictwie stanowi jedno z wymagań podstawowych, które w wielu krajach rozwija się w kierunku standardu budynków o niemal zerowej charakterystyce energetycznej, w których zmniejszone zapotrzebowanie na energię w znaczącym stopniu oparte jest na energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych.

W wymiarze zrównoważenia uwzględnia się trzy aspekty:

- środowiskowy, dotyczący ograniczenia zapotrzebowania na energię pierwotną oraz związaną z tym emisję gazów cieplarnianych,
- socjalny, w zakresie zapewnienia komfortu w budynkach: termicznego, jakości powietrza i oświetlenia pomieszczeń,
- ekonomiczny, dotyczący zmniejszenia całkowitych kosztów w cyklu życia.

Wymaganie podstawowe w ujęciu Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 305/2011 z 9 marca 2011 r. stanowi, że: „Obiekty budowlane i ich instalacje grzewcze, chłodzące, oświetleniowe i wentylacyjne muszą być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby utrzymać na niskim poziomie ilość energii wymaganej do ich użytkowania, przy uwzględnieniu potrzeb zajmujących je osób i miejscowych warunków klimatycznych. Obiekty budowlane muszą być również energooszczędne i zużywać jak najmniej energii podczas ich budowy i rozbiórki”. Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. krajowe wymagania energetyczne w odniesieniu do budynków ustala się na poziomie optymalnym pod względem kosztów w cyklu użycia, uwzględniających związane z charakterystyką energetyczną koszty inwestycyjne, utrzymania i eksploatacji, usunięcia oraz ewentualne zyski z wytworzonej energii.

W publikacjach zaproponowano wiele definicji budynków zeroenergetycznych i środków prowadzących do uzyskania takich budynków [1–4]. Wyróżnić można dwie podstawowe rodzaje definicji, które uwzględniają:

- całkowite wykorzystanie energii w cyklu życia, od produkcji wyrobów zastosowanych w budynku do końca jego eksploatacji,
- wyłącznie bilans wymiany energii w ujęciu budynek – sieć energetyczna, w którym uzyskanie wartości zerowej oznacza zbilansowanie wartości energii

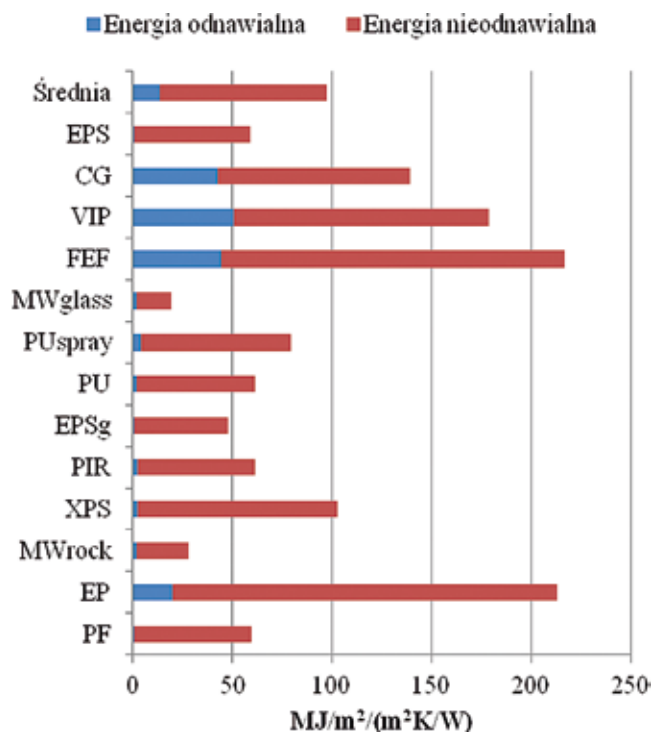
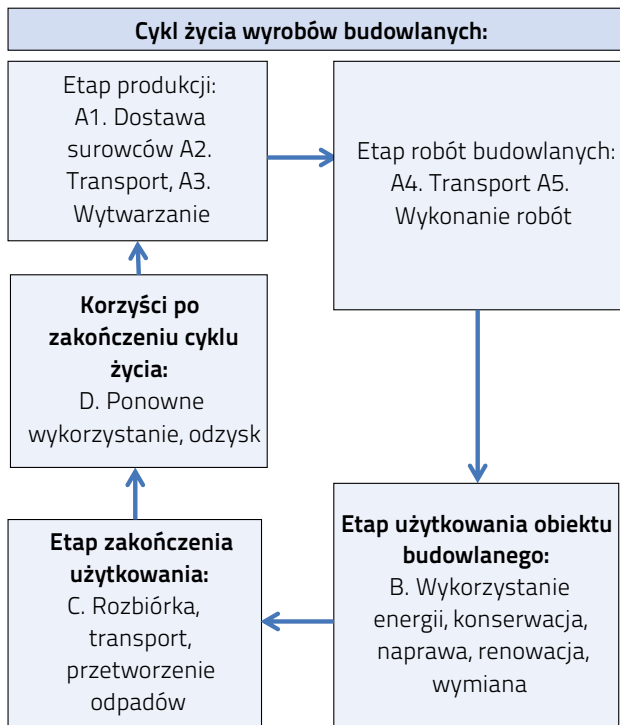
dostarczonej do budynku i wygenerowanej w budynku lub w jego bezpośrednim otoczeniu na własne potrzeby lub w celu wyeksportowania do sieci.

W większości budynków na etap eksploatacji przypada około 85% całkowitego wykorzystania energii, a pozostałe 15% jest tzw. energią wbudowaną, wykorzystaną do wytworzenia zastosowanych w budynku wyrobów budowlanych i wykonania robót budowlanych, przy czym udział energii wbudowanej stopniowo rośnie wraz ze zmniejszaniem się energoochłonności eksploatacyjnej budynków [5–7].

2. Wskaźniki energetyczne

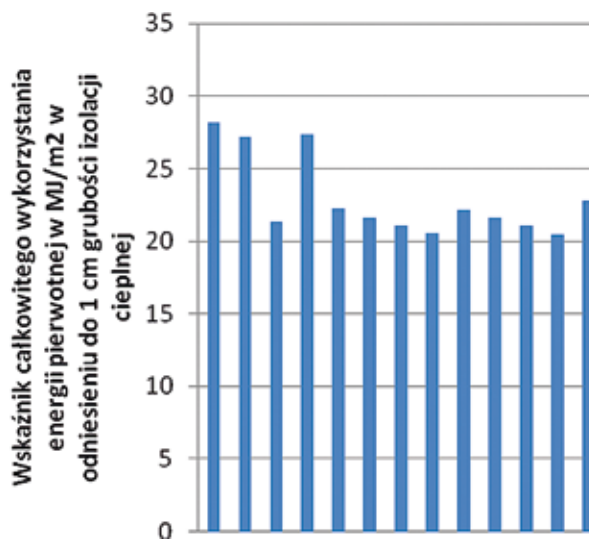
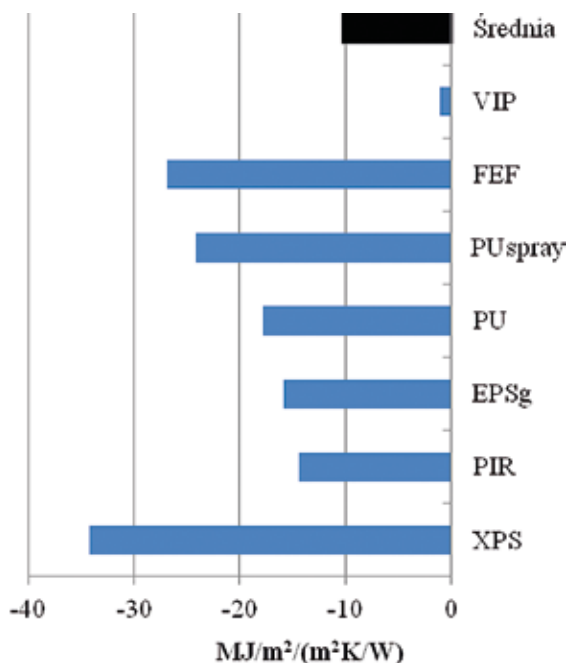
Podstawowy wskaźnik energetyczny, który stosuje się w ocenie środowiskowej określa całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną na jednostkę odniesienia, np. jednostkę masy lub objętości wyrobów budowlanych, a w odniesieniu do budynków, jednostkę ich powierzchni użytkowej lub kubatury pomieszczeń. W obliczeniach osobno określa się energię pierwotną pochodzącą ze źródeł odnawialnych i nieodnawialnych, z uwzględnieniem poszczególnych nośników energii czyli paliw, ciepła i energii elektrycznej. Poza energią pierwotną, którą uzyskuje się ze źródła, pod uwagę bierze się również energię niezbędną do jej dostarczenia do miejsca jej wykorzystania: wytwórni wyrobów, placu budowy lub użytkowanego budynku. Zapotrzebowanie budynków na energię niezbędną do zapewnienia wymaganych warunków ich użytkowania w przyjętym do obliczeń okresie (na ogół rok) określa ich charakterystyka energetyczna. Energia może być dostarczana do budynku lub eksportowana w przypadku jej pozyskiwania w budynku lub jego bezpośrednim sąsiedztwie. Straty energii związane z jej dostarczaniem do budynku uwzględnia się, stosując w obliczeniach współczynniki nakładu energii pierwotnej, ustalane na poziomie krajowym w odniesieniu do poszczególnych źródeł nieodnawialnych lub odnawialnych. Najwyższą wartością tego współczynnika charakteryzuje się energia elektryczna z sieci energetycznej.

Wykorzystanie energii w ocenie środowiskowej wyrobów budowlanych określa się, dzieląc ich cykl życia na etapy – rysunek 1. Wartość wskaźnika ostatniego etapu, dotyczącego ich przewidywanego wykorzystania po zakończeniu cyklu, przyjmuje się jako ujemną, ponieważ uwzględnia ona energię odzyskaną, która może być ponownie wykorzystana w gospodarce. Podstawowy



Rys. 1. Podział cyklu życia wyrobów budowlanych w ocenie środowiskowej

Rys. 2. Przykładowe wyniki oceny w zakresie etapów A1-A3, w odniesieniu do wybranych rodzajów wyrobów do izolacji cieplnej



Rys. 3. Przykładowe wyniki oceny w zakresie etapu D, w odniesieniu do wybranych wyrobów do izolacji cieplnej

Rys. 4. Przykładowe wartości wskaźnika całkowitego wykorzystania energii pierwotnej na etapie wytworzenia wybranych rodzajów systemów dociepleń – na osi odciętych 32 analizowane systemy

zestaw wskaźników energetycznych najczęściej stosowanych w ocenie środowiskowej wyrobów budowlanych obejmuje wskaźniki:

- wykorzystania odnawialnych i nieodnawialnych zasobów energii pierwotnej, bez energii zawartej w surowcach,

- wykorzystanie odnawialnych i nieodnawialnych zasobów energii pierwotnej zawartej w zastosowanych surowcach,
- wykorzystanie odnawialnych i nieodnawialnych paliw wtórnych.

3. Charakterystyka wybranych wyrobów

W przypadku wyrobów budowlanych wskaźniki energetyczne mogą być również odniesione do jednostki związanej z podstawowym zastosowaniem wyrobu, np. w odniesieniu do izolacji cieplnych – jednostkowego oporu cieplnego [8]. Na podstawie analizy dostępnych publicznie deklaracji środowiskowych przedstawiono na rysunku 2 przykładowe wartości takiego wskaźnika wybranych rodzajów wyrobów do izolacji cieplnej:

- styropianu (EPS),
- szkła piankowego (CG),
- paneli próżniowych (VIP),
- elastycznej pianki elastomerowej (FEF),
- wełny mineralnej szklanej (MWglass),
- pianki poliuretanowej stosowanej in-situ (PUspray),
- pianki poliuretanowej (PU),
- styropianu z dodatkiem grafitu (EPSg),
- pianki poliizocyanurowej (PIR),
- polistyrenu ekstrudowanego (XPS),
- wełny mineralnej kamiennej (MWrock),
- ekspandowanego perlitu (EP),
- pianki fenolowej (PF).

Średnia wartość wskaźnika całkowitego wykorzystania energii pierwotnej na jednostkę oporu cieplnego w przedstawionych przykładach jest bliska 100 MJ/m²/(m²K/W), przy czym około 10% tej wartości może być odzyskane na etapie D – rysunek 3.

Wyroby do izolacji cieplnej ze styropianu lub wełny mineralnej często stosuje się w systemach dociepleń. Na podstawie analizy publicznie dostępnych deklaracji środowiskowych na rysunku 4 pokazano charakterystykę wykorzystania energii na etapie wytwarzania 32 przykładowych rodzajów systemów. Wartości wskaźnika odniesiono do jednego centymetra grubości izolacji cieplnej systemu docieplenia. Przeciętna wartość wskaźnika całkowitego wykorzystania energii pierwotnej (głównie pochodzącej ze źródeł nieodnawialnych) równa jest około 23 MJ/m²/cm.

Wartości wskaźnika wykorzystania energii pierwotnej do wytworzenia systemów dociepleń można porównać z wartością wskaźnika rocznego zmniejszenia strat ciepła przez przegrodę, w której zastosowano takie docieplenie. W odniesieniu do rozwiązania, w którym uzyskuje się zmniejszenie współczynnika przenikania ciepła przegrody o około $\Delta U = 1 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$, poprzez zastosowanie warstwy izolacji cieplnej o grubości 15 cm, wartość wskaźnika wykorzystania energii pierwotnej do wytworzenia wyrobów stosowanych w systemie docieplenia jest równa 345 MJ/m², czyli niemal 100 kWh/m². Uzyskana wartość odpowiada przeciętnej wartości rocznego zmniejszenia strat ciepła przez jednostkową powierzchnię przegrody, jaką uzyskuje się w typowych warunkach sezonu ogrzewania dla centralnej części Polski. Przeliczenie strat ciepła na energię pierwotną wymaga

przyjęcia założeń dotyczących charakterystyki energetycznej budynku, w tym źródła energii pierwotnej. Niemniej jednak w typowych przypadkach wydatek energii na wytworzenie wyrobów do wykonania docieplenia jest szybko kompensowany oszczędnościami energii pierwotnej na etapie użytkowania budynku poddane go termomodernizacji.

4. Podsumowanie

Deklaracje środowiskowe pomimo statusu dokumentów dobrowolnych stały się w ostatnich latach bardzo popularnym środkiem komunikowania charakterystyki różnych wyrobów budowlanych, która obejmuje m.in. wskaźniki związane z wykorzystaniem energii. Szczególnie przydatne do analiz są informacje dotyczące oceny środowiskowej wyrobów mających znaczący wpływ na charakterystykę energetyczną budynków. Dostępność danych umożliwia porównanie wskaźników energetycznych różnych wyrobów oraz prowadzenie analiz np. w projektowaniu budynków, które uwzględniają nie tylko wielkość zapotrzebowania na energię na etapie ich użytkowania, ale również energię wykorzystaną do wytworzenia wyrobów, która stanowi część tzw. energii wbudowanej.

Dalszy postęp w zakresie rozpowszechnienia deklaracji środowiskowych prowadzić będzie w przyszłości do umożliwienia w praktyce projektowej sprawdzania spełnienia wymagania podstawowego stawianego w odniesieniu do obiektów budowlanych w cyklu ich życia, które w ujęciu Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 305/2011 z 9 marca 2011 r., dotyczy utrzymania na niskim poziomie zarówno ilości energii wymaganej do ich użytkowania, jak i ograniczenia wykorzystania energii podczas ich budowy.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Marszał A.J., Heiselberg P., Bourrell J.S., Musall E., Voss K., Sartori I., Napolitano A., Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies, *Energy and Buildings*, str. 971–979, 2011
- [2] Hernandez P., Kenny P., From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB), *Energy and Buildings*, tom 42 (6), str. 815–821, 2010
- [3] Sartori I., Napolitano A., Voss K., Net zero energy buildings: A consistent definition framework, *Energy and Buildings*, str. 220–232, 2012
- [4] Ramesh T., Prakash R., Shukla K.K., Life cycle energy analysis of buildings: An overview, *Energy and Buildings* 42, str. 1592–1600, 2010
- [5] Biswas W. K., Carbon footprint and embodied energy consumption assessment of building construction works in Western Australia, *International Journal of Sustainable Built Environment*, str. 179–186, 2014
- [6] Thormark C., A low energy building in a life cycle – its embodied energy, energy need for operation and recycling potential, *Building and Environment* 37 (4), str. 429–435, 2002
- [7] Chastas P., Theodosiou T., Bikas D., Embodied energy in residential buildings-towards the nearly zero energy building: A literature review, *Building and Environment*, tom 105, 267–282, 2016
- [8] Geryto R., Energy-related condition and envelope properties for sustainable buildings, *Bulletin of The Polish Academy of Sciences, Technical Sciences*, tom 64, nr 4, 2016