

dr inż. Joanna Rucińska<sup>1\*)</sup>  
 dr inż. Jerzy Kwiatkowski<sup>1)</sup>  
 dr inż. Andrzej Wiszniewski<sup>1)</sup>

# Określenie referencyjnego standardu energetycznego budynków wielorodzinnych do wyznaczania ich klasy energetycznej

*Estimation of the reference energy standard of multi-family residential buildings for the purpose of determining their energy class*

DOI: 10.15199/33.2019.01.02

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono wyniki obliczeń mających na celu określenie referencyjnego standardu energetycznego wielorodzinnych budynków mieszkalnych na potrzeby wyznaczenia ich klasy energetycznej. Obliczenia zapotrzebowania na energię dotyczyły 36 wariantów (4 budynki o różnym współczynniku A/V, 3 rodzaje systemu wentylacji, 3 strefy klimatyczne). Otrzymane wyniki pokazały zależność wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową i końcową do ogrzewania od przyjętego systemu wentylacji, lokalizacji budynku czy współczynnika kształtu A/V. Przeprowadzona analiza nie pozwala na określenie dokładnego referencyjnego standardu energetycznego budynku wielorodzinnego w Polsce, ale jest dobrym punktem wyjścia do dalszych prac, mając szczególnie na uwadze toczące się obecnie w Ministerstwie Inwestycji i Rozwoju prace nad udoskonaleniem systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków.

**Słowa kluczowe:** świadectwa charakterystyki energetycznej; budynki mieszkalne; klasy energetyczne; energia.

**Abstract.** The article presents the results of calculations aimed at defining the reference energy standard of multi-family residential buildings for the purpose of determining their energy class. Calculations of energy demand were carried out for 36 variants (4 buildings with different A/V ratio, 3 types of ventilation systems, 3 climate zones). The obtained results showed the dependence of the energy need for heating and energy use for heating indicator on the assumed ventilation system, the location of the building or the A/V shape coefficient, and the range of obtained values is wide. The conducted analysis does not allow to determine the exact reference energy standard of a multi-family building in Poland, but is a good starting point for further work, especially considering the ongoing at the Ministry of Investment and Development work on improving the energy performance certificate system.

**Keywords:** energy performance certificate; residential buildings; energy class; energy.

System świadectw charakterystyki energetycznej został wprowadzony dyrektywą w sprawie charakterystyki energetycznej budynków z 2002 r. (EPBD) [2]. Dyrektywa ta wraz z wersjami przekształconymi z 2010 r. [3] oraz 2018 r. [4] nakłada obowiązki na państwa członkowskie UE dotyczące sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej, systemu ich weryfikacji, sprawozdawczości, ale także wymagania dotyczące kontroli systemów klimatyzacji i ogrzewania, źródeł ciepła czy wprowadzenia definicji budynku o niemal zerowym zużyciu energii – nZEB. System certyfikacji energetycznej ma pozwolić na ocenę charakterystyki poszczególnych obiektów, a tym

samym działać na inwestorów, tak aby nabywali oraz budowali obiekty o lepszej charakterystyce energetycznej. Niestety zapisy dyrektywy EPBD jako konieczny wskaźnik wskazały tylko zapotrzebowanie na energię pierwotną i dały dowolność w podawaniu innych wskaźników, np. zapotrzebowania na energię końcową czy energię użytkową. Dowolne było także wprowadzenie klas energetycznych, a wyniki można było przedstawiać na skali ciągłej. Samo zapotrzebowanie na energię pierwotną odbiorcy końcowemu nic nie mówi o energochłonności budynku, a tym samym przyszłych kosztach jego funkcjonowania. W związku z tym w wielu krajach Europy zdecydowano się na dodatkowe wskaźniki na świadectwach charakterystyki energetycznej, a także wprowadzono system klas energetycznych. W Polsce charakterystykę energetyczną wyraża się wskaźnikiem zapotrzebowania

na nieodnawialną energię pierwotną EP, a wynik przedstawia na skali ciągłej, tzw. suwaku energetycznym.

W artykule podjęto próbę określenia referencyjnego standardu energetycznego wielorodzinnych budynków mieszkalnych na potrzeby wyznaczenia ich klasy energetycznej. Na podstawie obliczeń wyznaczono referencyjne wskaźniki zapotrzebowania na energię użytkową i końcową do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Energia użytkowa określa jakość bryły budynku i sposób jego użytkowania, natomiast energia końcowa wpływa bezpośrednio na koszty zapotrzebowania budynku w ciepło.

## Charakterystyka energetyczna budynku w wybranych krajach UE

W większości krajów Unii Europejskiej na świadectwie charakterystyki energetycznej pojawiają się klasy ener-

<sup>1)</sup> Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

<sup>\*</sup> Adres do korespondencji:  
joanna.rucińska@pw.edu.pl

getyczne, dużo rzadziej jest to skala ciągła. Zdarza się także, że podział na klasy występuje w przypadku kilku wskaźników albo jednocześnie podawana jest klasa energetyczna dla jednego wskaźnika oraz skala ciągła dla innego (tabela 1).

**Tabela 1. Sposoby wyrażania charakterystyki energetycznej w wybranych krajach UE [1]**  
 Table 1. Methods of energy performance characteristic presentation in selected EU countries [1]

Kraj	Sposób prezentacji charakterystyki energetycznej
Austria	Klasy od A++ do G (energia użytkowa do ogrzewania, energia pierwotna, emisja CO <sub>2</sub> , współczynnik efektywności energetycznej)
Belgia (Flandria)	Skala ciągła (energia pierwotna)
Belgia (Walonia, Region stołeczny Brukseli)	Klasy od A++ do G (energia pierwotna)
Chorwacja	Klasa od A+ do G (energia użytkowa do ogrzewania budynku mieszkalnego; stosunek energii użytkowej do ogrzewania budynku ocenianego do wartości referencyjnej – budynki niemieszkalne)
Czechy	Klasa od A+ do G (energia dostarczona, nieodnawialna energia pierwotna)
Dania	Klasy od A do G (energia pierwotna)
Francja	Klasy od A do G (energia pierwotna, emisja gazów cieplarnianych)
Niemcy	Skala ciągła (energia pierwotna)
Irlandia	Klasa od A+ do G (energia pierwotna), skala ciągła (emisja CO <sub>2</sub> )
Włochy	Klasa od A+ do G (energia pierwotna), skala ciągła (energia pierwotna na ogrzewanie, chłodzenie, przygotowanie c.w.u.)
Malta	Skala ciągła (energia końcowa, emisja CO <sub>2</sub> )
Norwegia	Klasy od A do G (energia końcowa)
Polska	Skala ciągła (energia pierwotna)
Rumunia	Klasy od A do G (energia końcowa)
Słowacja	Klasy od A0 do G (energia pierwotna, energia końcowa), skala ciągła (emisja CO <sub>2</sub> )
Słowenia	Klasy od A1 do G (energia użytkowa do ogrzewania), skala ciągła (energia pierwotna, energia końcowa, emisja CO <sub>2</sub> )

Najczęstszym wskaźnikiem określającym charakterystykę energetyczną budynku na świadectwie jest **wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną**. W niektórych krajach podawane są także inne wskaźniki: zapotrzebowania na energię końcową, zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania czy emisji CO<sub>2</sub>. W przypadku stosowania klas energetycznych należy ustalić ich liczbę, np. A-G (8 klas) jak w przypadku Czech czy Francji czy A++ do G (18 klas) jak w przypadku Belgii. Istotnym elementem jest też ustalenie referencyjnego standardu energetycznego tak, aby można było przyporządkować otrzymane wartości do odpowiedniej klasy energetycznej.

### Metoda obliczeń

W celu określenia referencyjnego standardu energetycznego wielorodzinnych budynków mieszkalnych na potrzeby wyznaczania ich klasy energetycznej wykonano obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową, końco-

wą i pierwotną, czterech budynków wielorodzinnych. Do obliczeń wykorzystano metodę bilansową miesięczną, zgodną z normą PN-EN ISO 52016-1 [6], natomiast dane wejściowe dotyczące jednostkowych zysków ciepła, strumienia powietrza wentylacyjnego, sprawności

wa (średni klimat) i Suwałki (najmniejszy klimat) [10]. Dane meteorologiczne obejmują średnie wieloletnie wartości temperatury zewnętrznej i promieniowania słonecznego w poszczególnych miesiącach roku.

### Opis budynków testowych

Do obliczeń wybrano budynki wielorodzinne charakteryzujące się różnym współczynnikiem kształtu budynku A/V (tabela 2). Budynek wielorodzinny nr 1 ma jedenaście kondygnacji mieszkalnych nadziemnych oraz nieogrzewaną piwnicę. Podzielony jest na trzy klatki schodowe. Liczba mieszkań o powierzchni użytkowej mniejszej niż 50 m<sup>2</sup> wynosi 33, o powierzchni użytkowej 50 ÷ 100 m<sup>2</sup> – 66. Liczba mieszkańców to 330 osób. Budynek wielorodzinny nr 2 ma jedenaście kondygnacji mieszkalnych nadziemnych, nieogrzewaną piwnicę oraz jedną klatkę schodową. Liczba mieszkań o powierzchni użytkowej mniejszej niż 50 m<sup>2</sup> wynosi 22, a o powierzchni użytkowej 50 ÷ 100 m<sup>2</sup> – 33. Liczba mieszkańców to 176 osób. Budynek wielorodzinny nr 3 ma cztery kondygnacje mieszkalne nadziemne oraz piwnicę nieogrzewaną i jest podzielony na trzy klatki schodowe. Liczba mieszkań o powierzchni użytkowej mniejszej niż 50 m<sup>2</sup> wynosi 12, o powierzchni użytkowej 50 ÷ 100 m<sup>2</sup> – 24. Liczba mieszkańców to 120 osób. Budynek wielorodzinny nr 4 ma cztery kondygnacje mieszkalne nadziemne oraz nieogrzewaną piwnicę i jedną klatkę schodową. Liczba mieszkań o powierzchni użytkowej mniejszej niż 50 m<sup>2</sup> wynosi 8, o powierzchni użytkowej 50 ÷ 100 m<sup>2</sup> – 12. Liczba mieszkańców to 64 osoby.

systemów, wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej oraz jednostkowej mocy urządzeń pomocniczych przyjęto zgodnie z rozporządzeniem w sprawie metody wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej [8]. Do obliczeń wykorzystano standardowe dane pogodowe zamieszczone na stronie Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju dla stacji meteorologicznych Tarnów (najcieplejszy klimat), Warsza-

**Tabela 2. Parametry charakterystyczne analizowanych budynków**

Table 2. Characteristic parameters of analysed buildings

Parametr	Budynek nr				
	1	2	3	4	
Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	5 286,7	2 627,3	1 956,1	966,5	
Kubatura o regulowanej temperaturze [m <sup>3</sup> ]	13 713,7	6 581,7	4 996,9	2 404,8	
Współczynnik A/V	0,32	0,35	0,44	0,47	
Stopień przeszklenia ścian zewnętrznych	0,23	0,20	0,18	0,16	
Powierzchnia przegród zewnętrznych	ścian zewnętrznych [m <sup>2</sup> ]	3 355,0	2 005,8	1 590,2	942,9
	okien [m <sup>2</sup> ]	990,0	490,0	360,0	178,2
	drzwi zewnętrznych [m <sup>2</sup> ]	7,6	2,0	7,6	2,0
	dachu [m <sup>2</sup> ]	607,3	304,0	607,3	304,0
	podłogi [m <sup>2</sup> ]	503,0	267,0	503,0	267,0

## Charakterystyka parametrów wejściowych

Przyjęto, że budynki mają odpowiadać standardowi ochrony cieplnej określonego w polskich przepisach techniczno-budowlanych 2021 r. [9]. W tabeli 3 zestawiono przyjęte współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych w budynkach w każdym wariancie obliczeń.

**Tabela 3. Zestawienie współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych**  
Table 3. List of heat transfer coefficients of building partitions

Przegroda	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m <sup>2</sup> K)]
Ściana zewnętrzna	0,20
Podłoga na gruncie	0,30
Strop nad przestrzenią nieogrzewaną	0,25
Dach	0,15
Okna w przegrodach pionowych	0,90
Drzwi zewnętrzne	1,30

Założono, że strumień powietrza wentylacyjnego w lokalach mieszkalnych wynosi  $0,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$  w przypadku wentylacji ciągłej,  $0,28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$  w przypadku wentylacji z osłabieniem w nocy, a  $0,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$  w przypadku klatek schodowych [8]. Wartości te są mniejsze niż wyznaczone zgodnie z polską normą [5], jednak spełniają minimalne strumienie powietrza higienicznego zgodnie z normą [7]. W przypadku wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła przyjęto, że maksymalna sprawność odzysku ciepła wynosi 73%. Szczelność budynku we wszystkich przypadkach to  $n_{50} = 1,5 \text{ l/h}$ . Obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej wykonano na podstawie metody opisanej w [8], wraz z przyjęciem wszystkich założeń tam zawartych.

W celu obliczenia zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną do ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej założono, że ciepło do budynku dostarczone jest z lokalnego kotła gazowego, a w budynku istnieje wspólna instalacja grzewcza i przygotowania c.w.u. Przyjęte wartości sprawności składowych poszczególnych instalacji przedstawiono w tabeli 4. Przyjęto, że we wszystkich budynkach

**Tabela 4. Sprawność cząstkowa systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Table 4. Partial efficiency of the heating and hot water preparation system

Parametr	Instalacja c.o. [%]	Instalacja c.w.u. [%]
Sprawność wytwarzania	0,94	0,88
Sprawność przesyłu ciepła	0,90	0,60
Sprawność akumulacji	1,00	0,85
Sprawność regulacji i wykorzystania/wykorzystania	0,93	1,00

temperatura w pomieszczeniach w okresie ogrzewania jest zgodna z wymaganiami polskich przepisów techniczno-budowlanych [9] i wynosi w pomieszczeniach użytkowych 20°C, a w pomieszczeniach sanitarnych 24°C.

## Wyniki obliczeń

Obliczono zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej czterech analizowanych budynków, w przypadku klimatu: ciepłego (Tarnów), umiarkowanego (Warszawa) oraz zimnego (Suwałki). Dodatkowo obliczenia wykonano, zakładając trzy systemy wentylacji: mechaniczną wywiewną ze stałym strumieniem powietrza wentylacyjnego, mechaniczną wywiewną z obniżonym strumieniem powietrza wentylacyjnego w nocy (24:00 – 6:00) oraz mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła wynoszącym 73% (wartość maksymalna). Otrzymano zatem 9 wariantów obliczeniowych w przypadku każdego z czterech analizowanych obiektów. W celu wyeliminowania wpływu orientacji budynku względem stron świata wszystkie obliczenia powtórzono, obracając budynek o 90, 180 i 270°, a wielkości ostateczne są wartościami średnią z uzyskanych wyników.

W tabelach 5 i 6 podano wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową EU do ogrzewania i przygotowania c.w.u. oraz wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową EK do ogrzewania i przygotowania c.w.u. We wskaźniku zapotrzebowania na energię końcową uwzględniono sprawność systemów ogrzewania i przygotowania c.w.u. oraz zapotrzebowanie na energię pomocniczą do napędu urządzeń w tych systemach (pompy, wentylatory).

Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do przygotowania c.w.u. w każ-

dym przypadku wynosił 27,5 kWh/m<sup>2</sup>r., a więc w zależności od klimatu, systemu wentylacji czy współczynnika kształtu budynku udział zapotrzebowania na energię do ogrzewania w całkowitym zapotrzebowaniu na energię użytkową wynosi od 58% (Suwałki, wentylacja wywiewna, A/V = 0,47) do 22% (Tarnów, wentylacja z odzyskiem ciepła, A/V = 0,32).

Wskaźniki zapotrzebowania na energię do ogrzewania i przygotowania c.w.u. przyjmują większe wartości w przypadku chłodniejszego klimatu. Można także zauważyć, że w przypadku danej stacji meteorologicznej i danego typu budynku (wartości współczynnika A/V) największe wartości uzyskano dla wentylacji wywiewnej, mniejsze, gdy nastąpiło osłabienie strumienia powietrza wentylacyjnego w nocy, zaś najmniejsze, gdy zastosowano wentylację z odzyskiem ciepła. Analiza danych wskazuje też, że wartości wskaźnika zmieniają się wraz ze zmianą współczynnika kształtu budynku. Zwiększenie wartości współczynnika kształtu budynku A/V powoduje także zwiększenie wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową i końcową do ogrzewania i przygotowania c.w.u. Zależność ta wynika ze zwiększenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania. Większa powierzchnia przegród zewnętrznych otaczająca tę samą kubaturę (większa wartość współczynnika A/V) powoduje, że straty ciepła przez przenikanie są większe przy tych samych stratach ciepła na wentylację oraz tej samej powierzchni użytkowej pomieszczeń, czyli tych samych zyskach wewnętrznych.

## Podsumowanie i wnioski

W ramach analizy mającej na celu określenie referencyjnego standardu energetycznego wielorodzinnych budynków mieszkalnych na potrzeby wyznaczenia ich klasy energetycznej wykonano obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową i końcową do ogrzewania i przygotowania c.w.u. czterech budynków w trzech różnych lokalizacjach, o różnym współczynniku kształtu budynku, w których zastosowano różne systemy wentylacji. Otrzymane wyniki wskazują, że **wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię do**

**Tabela 5. Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową EU do ogrzewania i przygotowania c.w.u.**
*Table 5. Indicator of energy needs for heating and hot water preparation EU*

System wentylacji mechanicznej	Stacja meteorologiczna	Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową EU do ogrzewania i przygotowania c.w.u. [kWh/m <sup>2</sup> r] w przypadku współczynnika kształtu budynku A/V			
		0,32	0,35	0,44	0,47
Wywiewna	Tarnów	43,08	48,74	46,17	52,70
	Warszawa	45,21	51,71	48,86	56,42
	Suwałki	55,54	60,26	60,07	65,44
Wywiewna z osłabieniem nocnym	Tarnów	39,55	44,79	42,51	48,51
	Warszawa	41,25	47,48	44,69	51,67
	Suwałki	50,34	55,02	54,74	59,82
Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła	Tarnów	35,40	39,70	38,05	43,14
	Warszawa	36,98	42,00	40,12	45,81
	Suwałki	44,22	48,25	48,25	52,99

**Tabela 6. Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową EK do ogrzewania i przygotowania c.w.u.**
*Table 6. Indicator of energy use for heating and hot water preparation EK*

System wentylacji mechanicznej	Stacja meteorologiczna	Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową EK do ogrzewania i przygotowania c.w.u. [kWh/m <sup>2</sup> r] w przypadku współczynnika kształtu budynku A/V			
		0,32	0,35	0,44	0,47
Wywiewna	Tarnów	81,08	88,27	85,00	93,30
	Warszawa	83,79	92,04	88,43	98,03
	Suwałki	96,92	102,91	102,67	109,50
Wywiewna z osłabieniem nocnym	Tarnów	76,59	83,25	80,35	87,98
	Warszawa	78,75	86,67	83,13	92,00
	Suwałki	90,31	96,26	95,89	102,35
Nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła	Tarnów	71,32	76,78	74,69	81,16
	Warszawa	73,33	79,70	77,31	84,55
	Suwałki	82,53	87,65	87,65	93,67

ogrzewania zależy od rodzaju zastosowanego systemu wentylacji – największa jest w przypadku budynku z wentylacją wywiewną, a najmniejsza – budynku z wentylacją z odzyskiem ciepła. Uzyskane wartości zależą także od klimatu – największe w przypadku budynku w najzimniejszym klimacie (Suwałki), a najmniejsze – budynku w najcieplejszym klimacie (Tarnów). Pokazano wpływ współczynnika kształtu budynku A/V – im większa jego wartość, tym większa wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię do ogrzewania.

W celu wyboru wartości referencyjnej standardu energetycznego wielorodzinnego budynku mieszkalnego należy stwierdzić, czy i który z tych trzech parametrów powinien być wzięty pod uwagę. W przypadku klimatu można przyjąć, że określenie referencyjnego standardu energetycznego jako śred-

niej wartości wskaźnika wyznaczonej w przypadku różnych klimatów spowoduje konieczność spełnienia ostrzejszych wymagań w klimatach zimniejszych i łagodniejszych w klimatach cieplejszych. Można jednak zauważyć, że w przypadku klimatów zimniejszych spowoduje to zmniejszenie zapotrzebowania na energię, a tym samym oszczędności kosztów ogrzewania. Decydując się na budowę w klimacie zimnym, trzeba pamiętać o pełnym cyklu życia obiektu i tak go zaprojektować, aby całkowite koszty eksploatacji były niskie.

Zastosowanie różnych systemów wentylacji powinno służyć nie tylko zmniejszeniu zapotrzebowania na energię do ogrzewania, ale także na energię pomocniczą w systemach technicznych. Wentylacja z odzyskiem ciepła zmniejszy zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania, ale zwiększy zapotrzebowanie

na energię elektryczną do napędu wentylatorów w centrali wentylacyjnej (rekuperatorze). Przyjmując wartości wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej zgodnie z aktualnymi przepisami ( $w_1 = 1,1$ , energia elektryczna  $w_{el} = 3,0$ ) okazuje się, że w analizowanych przypadkach wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną do ogrzewania jest większy w przypadku budynku z wentylacją z odzyskiem ciepła niż budynku z wentylacją wywiewną z osłabieniem nocnym. Dzieje się tak mimo tego, że wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania jest mniejszy w przypadku budynku z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła. Zatem wyniki uzyskane w przypadku różnych systemów wentylacji można uśrednić, co spowoduje konieczność stosowania przez projektantów efektywniejszych systemów wentylacji w budynku.

Uzyskane wyniki wskazują także na zależność wskaźników zapotrzebowania na energię od współczynnika kształtu budynku. W tym przypadku uśrednienie wartości spowoduje, że architekci będą zmuszeni do poszukiwania bardziej zwartej bryły budynku, która pozwoli na utrzymywanie tej samej wielkości kubatury wewnętrznej (ogrzewanej) przy mniejszej powierzchni otaczających przegród, co wiąże się z mniejszymi stratami ciepła przez przenikanie.

W przypadku analizowanych wariantów uśrednienie wyników prowadzi do otrzymania wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i przygotowania c.w.u.  $EU = 48,04$  kWh/m<sup>2</sup>r. oraz wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania i przygotowania c.w.u.  $EK = 87,38$  kWh/m<sup>2</sup>r. Nie oznacza to jednak, że wartości te powinny zostać przyjęte jako wartość referencyjna standardu budynku mieszkalnego klasy D, czyli budynku zgodnego z aktualnymi przepisami techniczno-budowlanymi. Klasy energetyczne to zakres wartości, a wartości wyliczone w ramach tej analizy mogą znaleźć się w zakresie tej klasy. Do dalszych analiz pozostaje kwestia, czy wyznaczone wartości powinny zostać przyjęte jako wartość kresu dolnego, górnego czy może jako średnia wartość danej klasy energetycznej.

Otrzymane wyniki pokazały zależność wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową i końcową do ogrzewania od przyjętego systemu wentylacji, lokalizacji budynku oraz współczynnika kształtu A/V. Wartości wskaźnika EU otrzymane w wyniku przeprowadzonych obliczeń, w zależności od wariantu wynoszą od 65,44 do 35,40 kWh/m<sup>2</sup>r., a w przypadku wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową EK od 109,50 do 71,32 kWh/m<sup>2</sup>r. Zakres otrzymanych wartości jest duży, a uśrednione wartości wynoszą EU = 48,04 kWh/m<sup>2</sup>r. oraz EK = 87,38 kWh/m<sup>2</sup>r. Nie należy jednak przyjmować tych wartości jako referencyjnego standardu budynku mieszkalnego do określenia klas energetycznych. Powinno się bowiem przeprowadzić dodatkowe analizy uwzględniające rozszerzenie zakresu analizowanych parametrów lub wartości już przeanalizowanych danych wejściowych. Warto także pogłębić przeprowadzone analizy w celu zasadności określenia wartości stałej wskaźnika zapotrzebowania na EU lub EK lub uzależnienia go od np. ostrości kli-

matu czy współczynnika kształtu budynku. Wydaje się jednak, że przedstawiona w tym artykule analiza jest dobrym punktem wyjściowym nad dalszymi pracami, mając szczególnie na uwadze toczące się obecnie w Ministerstwie Inwestycji i Rozwoju prace nad udoskonaleniem systemu świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce.

## Literatura

- [1] Building Performance Institute Europe (BPIE). 2015. „Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2016. Featuring Country Reports.”. ISBN 978-972-8646-32-5.
- [2] Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Dz. Urz. UE L 001 z 4 stycznia 2003 r., s. 65.
- [3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Dz. Urz. UE L 153 z 10 czerwca 2010 r., s. 13.
- [4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności

energetycznej. Dz. Urz. UE L 156 z 19 czerwca 2018 r., s. 75.

- [5] PN-B-03430:1983/Az3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania.
- [6] PN-EN ISO 52016-1:2017-09 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne – Część 1: Procedury obliczania.
- [7] PN-EN 12831-1:2017-08 Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego – Część 1: Obciążenie cieplne, Moduł M3-3.
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. (Dz. U. 2015 nr 0 poz. 376).
- [9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 02.75.690, z późniejszymi zmianami).
- [10] Trząski Adrian, Joanna Rucińska. 2015. „Energy labeling of windows – Possibilities and limitations”. *Solar Energy* 120 (10): 158-174. DOI: 10.1016/j.solener.2015.07.029.

Przyjęto do druku: 14.12.2018 r.

PROWADZIMY AKREDYTOWANE BADANIA WEDŁUG NORM PN, EN, ISO, WYTYCZNYCH ETA ORAZ WŁASNYCH METOD W ZAKRESIE FIZYKI CIEPLNEJ, AKUSTYKI, ŚRODOWISKA I INSTALACJI, W SZCZEGÓLNOŚCI:



PROWADZIMY PRACE BADAWCZE UKIERUNKOWANE NA ICH WDROŻENIE I ZASTOSOWANIE W PRAKTYCE



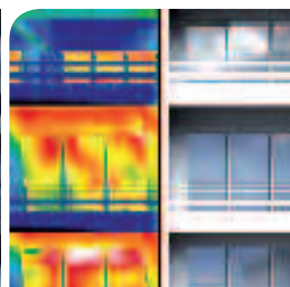
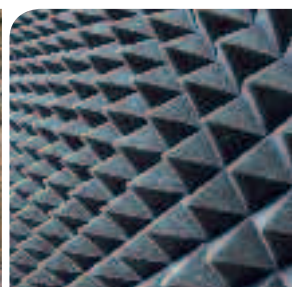
WYKONUJEMY OCENY ŚRODOWISKOWE:

- budynków w cyklu życia (LCC, LCA)
- do deklaracji środowiskowych wyrobów budowlanych EPD na podstawie EN 15804 i ISO 14025



WWW.ITB.PL

- badania i obliczenia cieplno-wilgotnościowe wyrobów i przegród budowlanych, w tym współczynników przewodzenia lub przenikania ciepła
- badania akustyczne wyrobów i budynków, w tym izolacyjności akustycznej przegród, pochłaniania dźwięku, badania dotyczące ochrony przed hałasem i drganiami
- badania zawartości substancji niebezpiecznych i emisji z wyrobów, w tym lotnych związków organicznych (LZO/VOC) i formaldehydu oraz obecności i zanieczyszczenia azbestem
- badania jakości powietrza wewnątrz w budynkach, w tym określanie klas czystości
- badania przydomowych oczyszczalni ścieków
- ekspertyzy systemów technicznego wyposażenia budynku (ogrzewanie, wentylacja, klimatyzacja oraz instalacje zaopatrzenia w wodę, w tym recykling wody szarej i deszczowej)



Instytut Techniki Budowlanej

ZAKŁAD FIZYKI CIEPLNEJ, AKUSTYKI I ŚRODOWISKA

tel. 22 56 64 133, 22 56 64 269 | e-mail: fizyka@itb.pl | tel. 22 56 64 272

e-mail: fizyka-srodowisko@itb.pl | tel. 22 56 64 311 | e-mail: akustyka@itb.pl

adres: 02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21 | tel. 32 73 02 925

adres: 40-153 Katowice, al. W. Korfantego 191



[www.itb.pl/zrownowazone-budownictwo.html](http://www.itb.pl/zrownowazone-budownictwo.html)

[www.itb.pl/badania-laboratoryjne.html](http://www.itb.pl/badania-laboratoryjne.html)