DOI: 10.65545/COW.2026.10.04



Uwarunkowania i możliwości poprawy efektywności energetycznej budynków – aspekty teoretyczne i praktyczne

Conditions and opportunities for improving the energy efficiency of buildings – theoretical and practical aspects



Dr hab. inż. Michał Turski

ORCID ID: 0000-0002-4341-3062
Wydział Infrastruktury i Środowiska,
Politechnika Częstochowska
michal.turski@pcz.pl



Mgr inż. Łukasz Trzciński

ORCID ID: 0000-0002-6064-2633
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Politechnika Częstochowska

Słowa kluczowe: świadectwa charakterystyki energetycznej budynków, chłodzenie, energia użytkowa, energia końcowa, energia pierwotna, przegrzewanie

Streszczenie

Jednym z ważniejszych uwarunkowań w określaniu efektywności energetycznej budynków jest chłodzenie. W przypadku obliczeń dotyczących chłodzenia w świadectwach charakterystyki energetycznej budynków obserwowana jest różnica pomiędzy teoretyczną i rzeczywistą wartością wskaźnika zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej EP. Istotą problemu jest fakt, że brak przewidzianej instalacji chłodzenia na etapie projektu w żaden sposób nie eliminuje potrzeby chłodzenia budynku. W obliczeniach świadectw charakterystyki energetycznej energia na chłodzenie pojawia się w bilansie dopiero po przyjęciu odpowiedniego systemu technicznego. W artykule porównano dwa przypadki tego samego budynku jednorodzinnego: bez instalacji chłodzenia oraz po jej dodaniu. Dla budynku wyposażonego w system chłodzenia wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię użytkową do celów chłodzenia wyniósł 22,26 kWh/(m^2·rok), a wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową wyniósł 17,35 kWh/(m^2·rok). Najistotniejsza jest jednak wartość wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej związanego z chłodzeniem, która wyniosła 43,38 kWh/(m^2·rok). Uwzględnienie systemu chłodzenia zwiększyło całkowity wskaźnik EP budynku ze 140,27 do 183,65 kWh/(m^2·rok), czyli aż o 30,93%.

Keywords: energy performance certificates for buildings, cooling, useful energy, final energy, primary energy, overheating

Abstract

Cooling is a key factor in determining the energy efficiency of buildings. When calculating cooling requirements for energy performance certificates, a difference is observed between theoretical and actual EP (primary energy) values. The core issue is that the absence of a planned cooling system at the design stage does not eliminate the actual need for building cooling. In energy performance calculations, cooling energy only appears in the energy balance once a specific technical system is assumed. This article compares two scenarios for the same single-family house: one without a cooling system and one with a cooling system installed. For the building equipped with a cooling system, the indicator of annual useful energy demand for cooling was 22.26 kWh/(m^2·year), and the indicator of final energy demand was 17.35 kWh/(m^2·year). However, the most significant figure is the non-renewable primary energy indicator associated with cooling, which amounted to 43.38 kWh/(m^2·year). Including the cooling system increased the building's total EP indicator from 140.27 to 183.65 kWh/(m^2·year) – an increase of 30.93%.

Wprowadzenie

Świadectwa charakterystyki energetycznej budynków porządkują informacje o zapotrzebowaniu na energię związanym z ich użytkowaniem i pozwalają porównywać obiekty obliczane według tych samych zasad. W świadectwie prezentowane są między innymi wskaźniki energii użytkowej EU, energii końcowej EK oraz nieodnawialnej energii pierwotnej EP (Marszałek Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej, 2024; Minister Rozwoju i Technologii, 2023). Każdy z nich opisuje jednak nieco inny fragment bilansu, dlatego sama końcowa wartość EP nie wyjaśnia z czego wynika zużycie energii ani jakie potrzeby zostały w obliczeniach uwzględnione. Jednym z ważniejszych uwarunkowań w określaniu efektywności energetycznej budynków jest chłodzenie.

W przypadku obliczeń dotyczących chłodzenia w świadectwach charakterystyki energetycznej budynków obserwowana jest różnica pomiędzy teoretyczną i rzeczywistą wartością EP. Istotą problemu jest fakt, że brak przewidzianej instalacji chłodzenia na etapie projektu w żaden sposób nie eliminuje potrzeby chłodzenia budynku. A jednak, na podstawie świadectw charakterystyki energetycznej, można odnieść takie wrażenie. W takiej sytuacji problem przegrzewania budynku nadal istnieje z punktu widzenia użytkownika, ale energia elektryczna potrzebna do pracy klimatyzatora nie pojawia się jeszcze w obliczeniowym bilansie budynku. Jeżeli natomiast instalacja chłodzenia

zostanie wprowadzona do obliczeń jej zużycie energii zaczyna wpływać na EK i EP. Obecna metoda obliczeń, w której uwzględniono cząstkową wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia jest związana z występowaniem systemu chłodzenia (Minister Rozwoju i Technologii, 2022). Tę samą logikę zachowano w analizowanej wersji projektu nowych warunków technicznych (WT) z 9 czerwca 2025 r. (Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2025). Jednocześnie projekt ten wprowadza odrębne wymaganie odnoszące się do ograniczenia ryzyka przegrzewania w okresie letnim. Zestawienie obu zapisów jest istotne i pokazuje, że formalne nieuwzględnienie chłodzenia w obliczeniach EP nie może być traktowane jako potwierdzenie, że problem wysokiej temperatury wewnętrznej nie wystąpi. Znaczenie tego zagadnienia rośnie wraz ze wzrostem powierzchni przegród przezroczystych, coraz lepszą izolacyjnością przegród budowlanych i istotnym udziałem wewnętrznych zysków ciepła. W literaturze problem przegrzewania budynków mieszkalnych jest opisywany niezależnie od samej charakterystyki energetycznej, między innymi w metodzie CIBSE TM59 oraz w badaniach dotyczących budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię (CIBSE, 2017; McLeod i in., 2013, Dengel i in, 2016). Opisane wcześniej rozbieżności są często wykorzystywane przy projektowaniu nowych obiektów budowlanych aby spełnić warunki formalne wynikające z Warunków Technicznych. Niestety zabiegi te prowadzą do pogłębienia problemu przegrzewania budynków, choć teoretycznie „na papierze" wszystkie obliczenia są poprawne. Prezentowany materiał przybliża zagadnienie bezrefleksyjnego wykorzystania zysków słonecznych zimą do obniżenia EP, co w okresie letnim prowadzi do wzrostu obciążenia chłodniczego.

Chłodzenie w świadectwach charakterystyki energetycznej

Świadectwo charakterystyki energetycznej ma przede wszystkim zapewnić porównywalny sposób oceny budynków, dlatego nie jest prostym zapisem rzeczywistych rachunków za energię. Zgodnie z ustawą o charakterystyce energetycznej budynków i metodologią wyznaczania charakterystyki energetycznej dokument obejmuje potrzeby związane między innymi z ogrzewaniem, wentylacją, przygotowaniem ciepłej wody użytkowej oraz chłodzeniem (Marszałek Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej, 2024; Minister Rozwoju i Technologii, 2023).

W opracowaniach Buildings Performance Institute Europe (BPIE) zwraca się przy tym uwagę, że świadectwa pełnią równocześnie funkcję informacyjną i regulacyjną, a sposób prezentacji wskaźników wpływa na to, jak odbiorca ocenia jakość energetyczną obiektu (Carvalho i in., 2024). Wskaźnik EP jest powiązany z energią końcową i rodzajem nośnika energii. Dla energii elektrycznej z sieci metodologia przyjmuje współczynnik nakładu nieodnawialnej wel energii pierwotnej równy 2,5 (Minister Rozwoju i Technologii, 2023). Ma to bezpośrednie znaczenie dla chłodzenia, ponieważ typowe urządzenia chłodnicze w budynkach mieszkalnych są zasilane energią elektryczną. Nawet przy niewielkiej wartości zapotrzebowania na energię końcową składowa EP może więc być wyraźna. W tym miejscu warto rozdzielić ocenę samego budynku od oceny zastosowanego systemu technicznego. Energia użytkowa na potrzeby chłodzenia wynika przede wszystkim z warunków cieplnych, geometrii, zysków ciepła zewnętrznych i wewnętrznych oraz przyjętego sposobu użytkowania. Energia końcowa zależy już od tego, w jaki sposób potrzeba chłodnicza zostanie pokryta. Dwa budynki o takim samym zapotrzebowaniu na chłód mogą więc mieć inne EK jeżeli zastosowano w nich urządzenia o różnej efektywności albo inaczej rozwiązano przesył i urządzenia pomocnicze. Na poziomie EP pojawia się jeszcze trzeci czynnik, czyli współczynnik nakładu nośnika energii. W praktyce jedna liczba końcowa zawiera więc jednocześnie informację o potrzebach budynku, sprawności instalacji i sposobie zasilania. Przy realizacji procesu chłodzenia ma to znaczenie szczególne, ponieważ duża część współczesnych systemów korzysta z energii elektrycznej, dla której przyjęty współczynnik nakładu jest wyższy niż dla wielu innych nośników (Minister Rozwoju i Technologii, 2023).

W Europie zapotrzebowanie budynku na ciepło i chłód opisuje norma ISO 52016-1:2017 (ISO, 2017a), natomiast dane klimatyczne wykorzystywane w obliczeniach są przedmiotem ISO 52010-1:2017 (ISO, 2017b). Szersze ramy oceny charakterystyki energetycznej budynków określa ISO 52000-1:2017 (ISO, 2017c). Z punktu widzenia niniejszej analizy ważne jest rozdzielenie trzech kolejnych wielkości: potrzeby chłodniczej budynku, energii końcowej zużytej przez system oraz energii pierwotnej wynikającej z zastosowanego nośnika. Jeżeli te poziomy zostaną sprowadzone do jednego wskaźnika, łatwo pominąć przyczynę obserwowanej zmiany.

Obiekt analizy

W artykule przedstawiono problem istotnego wpływu uwarunkowania efektywności energetycznej budynku w zależności od systemu chłodzenia na przykładzie jednego budynku i dwóch przypadków obliczeniowych. W pierwszym przypadku nie występuje system chłodzenia, natomiast w drugim system chłodniczy zasilany jest energią elektryczną z sieci. Pozostałe parametry pozostawiono bez zmian. Dzięki temu można sprawdzić jaki wpływ na wskaźniki świadectwa charakterystyki energetycznej ma wyłącznie uwzględnienie chłodzenia, bez łączenia tego efektu ze zmianą przegród, źródła ogrzewania albo geometrii budynku.

Obiektem analizy był dwukondygnacyjny budynek mieszkalny jednorodzinny o powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze A_f = 206,71 m^2 i kubaturze ogrzewanej 532,2 m^3. Budynek zlokalizowany jest w Częstochowie, a zatem w III strefie klimatycznej, z temperaturą obliczeniową zewnętrzną –20,0°C i projektowaną temperaturą wewnętrzną 20,0°C. Ogrzewanie oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej w wariancie bazowym realizowane były przez kocioł gazowy. W analizie nie zmieniano parametrów cieplnych przegród budowlanych. Współczynnik przenikania ciepła ścian zewnętrznych wynosił 0,15 W/(m^2·K), dachu 0,13 W/(m^2·K), podłogi na gruncie 0,25 W/(m^2·K), okien pionowych 0,90 W/(m^2·K), okien połaciowych 1,10 W/(m^2·K), a drzwi zewnętrznych 1,30 W/(m^2·K). Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną pomieszczeń ogrzewanych wynosiło 8,15 kW. Parametry te pozostają takie same w obu przypadkach, ponieważ celem nie jest ocena modernizacji obudowy, lecz wyłącznie wpływu systemu chłodzenia.

Metodyka obliczeń

Do obliczeń charakterystyki energetycznej wykorzystano oprogramowanie ArCADia-TERMOCAD. W obu przypadkach wykorzystano ten sam schemat obliczeniowy, a po dodaniu chłodzenia wykonano pełne ponowne przeliczenie, ponieważ istotne było zachowanie tej samej procedury obliczeniowej dla całego budynku.

Do chłodzenia budynku zastosowano agregat do schładzania cieczy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem, ze sprężarką spiralną typu scroll i czynnikiem R407C. Sezonowy współczynnik efektywności chłodniczej dla tego typu urządzeń wynosił *SEER* = 3,80 (Tabela 1). Sprawność przesyłu chłodu wynosiła $\eta_{C,d}$ = 0,90, natomiast sprawność regulacji i wykorzystania oraz sprawność akumulacji przyjęto jako równe 1,00 (również z uwagi na brak wpływu tych wartości na porównanie systemów). Całkowitą efektywność systemu wyznaczono jako iloczyn tych wielkości wg Równania 1.

$$\eta_{C,tot} = SEER \cdot \eta_{C,d} \cdot \eta_{C,e} \cdot \eta_{C,s} \quad (1)$$

gdzie:

$\eta_{C,tot}$ – całkowita średnia sezonowa efektywność energetyczna systemu chłodzenia, –

$SEER$ – sezonowy współczynnik efektywności chłodniczej agregatu, –

$\eta_{C,d}$ – średnia sezonowa sprawność przesyłu chłodu, –

$\eta_{C,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu, –

$\eta_{C,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu, –

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia $Q_{_C,nd}$ zostało wyznaczone na podstawie modelu budynku. Energię końcową potrzebną bezpośrednio do wytworzenia chłodu obliczono wg Równania 2.

$$EK_{C,źr} = \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,tot}} \quad (2)$$

gdzie:

$EK_{C,źr}$ – roczna energia końcowa potrzebna bezpośrednio do wytworzenia chłodu, kWh/rok

$Q_{C,nd}$ – roczne zapotrzebowanie budynku na energię użytkową do chłodzenia, kWh/rok

$\eta_{C,tot}$ – średnia sezonowa efektywność energetyczna systemu chłodzenia, przyjęta do przeliczenia energii użytkowej na energię końcową, –

Całkowita energia końcowa chłodzenia jest więc sumą energii potrzebnej do wytworzenia chłodu oraz energii urządzeń pomocniczych (Równanie 3).

$$EK_C = EK_{C,źr} + E_{el,pom,C} \quad (3)$$

gdzie:

EK_C – całkowita roczna energia końcowa zużywana na potrzeby chłodzenia, obejmująca wytwarzanie chłodu i pracę urządzeń pomocniczych, kWh/rok

$E_{el,pom,C}$ – roczne zużycie energii elektrycznej przez urządzenia pomocnicze systemu chłodzenia, kWh/rok.

Do przeliczenia energii końcowej na nieodnawialną energię pierwotną zastosowano współczynnik nakładu dla energii elektrycznej z sieci w_{el} = 2,50, zgodnie ze wcześniejszymi założeniami (Minister Rozwoju i Technologii, 2023). Jednostkową składową energii pierwotnej do celów chłodzenia obliczono zgodnie z Równaniem 4.

$$EP_C = \left(\frac{EK_C}{A_f}\right) \cdot w_{el} \quad (4)$$

gdzie:

EP_C – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do chłodzenia, odniesiony do jednostki powierzchni, kWh/m^2·rok

A_f – powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza, m^2

w_{el} – współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na energię elektryczną pobieraną z sieci, –

Ostatni etap polegał na porównaniu całkowitego wskaźnika EP budynku bez chłodzenia z wartością uzyskaną po wprowadzeniu systemu chłodzenia. Ponieważ nie zmieniano pozostałych elementów obiektu analizy, różnica pomiędzy oboma wynikami odpowiada składowej związanej z chłodzeniem w przyjętym wariancie.

Tabela 1. Parametry systemu chłodzenia. Źródło: opracowanie własne
Table 1. Cooling system parameters. Source: authors' own study

Parametr	Symbol	Wartość
Sezonowy współczynnik efektywności chłodniczej	$SEER$	3,80
Sprawność przesyłu chłodu	$\eta_{C,d}$	0,90
Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{C,e}$	1,00
Sprawność akumulacji	$\eta_{C,s}$	1,00
Całkowita efektywność systemu	$\eta_{C,tot}$	3,42
Współczynnik nakładu energii elektrycznej	w_{el}	2,50

Wyniki i analiza

Roczne zapotrzebowanie na chłód wyniosło 4600,47 kWh/rok, co przy powierzchni ogrzewanej budynku A_f = 206,71 m^2 prowadzi do wartości jednostkowej 22,26 kWh/(m^2·rok) energii użytkowej. Sytuacja zaprezentowana na Rysunku 1 wskazuje, że jest to pierwsza wielkość po uwzględnieniu chłodzenia, ale jeszcze nie świadczy o tym, ile energii elektrycznej pobierze cały system. Po uwzględnieniu *SEER* oraz sprawności przesyłu, regulacji i akumulacji energia końcowa potrzebna bezpośrednio do wytworzenia chłodu wyniosła 3585,93 kWh/rok, czyli jako wartość jednostkowa wyniosła 17,35 kWh/(m^2·rok). Po zastosowaniu współczynnika nakładu w_{el} = 2,50 składowa nieodnawialnej energii pierwotnej do celów chłodzenia wyniosła 43,38 kWh/(m^2·rok). Wartość EP budynku bez systemu chłodzenia wynosiła 140,27 kWh/(m^2·rok), a po dodaniu systemu chłodniczego wzrosła do 183,65 kWh/(m^2·rok). Różnica wynosi więc 43,38 kWh/(m^2·rok), co stanowiło aż 30,93% wzrost w stosunku do przypadku bez chłodzenia. Warto przy tym zaznaczyć, że pomiędzy obydwoma przypadkami nie zmieniano geometrii budynku ani parametrów jego przegród. Nie zmieniono również systemu ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Trudno więc na podstawie samej niższej wartości EP wariantu bez chłodzenia stwierdzić, że budynek jest energetycznie korzystniejszy w całym roku. W jego bilansie po prostu nie występuje

energia zużywana na chłodzenie, chociaż potrzeba obniżenia temperatury w pomieszczeniach może oczywiście wystąpić. W takim wypadku użytkownik może chłodzić budynek najtańszym klimatyzatorem, powszechnie dostępnym w sklepach – z niską sprawnością, szczególnie przy nieprofesjonalnym montażu (wylot powietrze w formie rury w uchylonym oknie). Taka sytuacja oczywiście nie zostanie uwzględniona w świadectwie charakterystyki energetycznej.

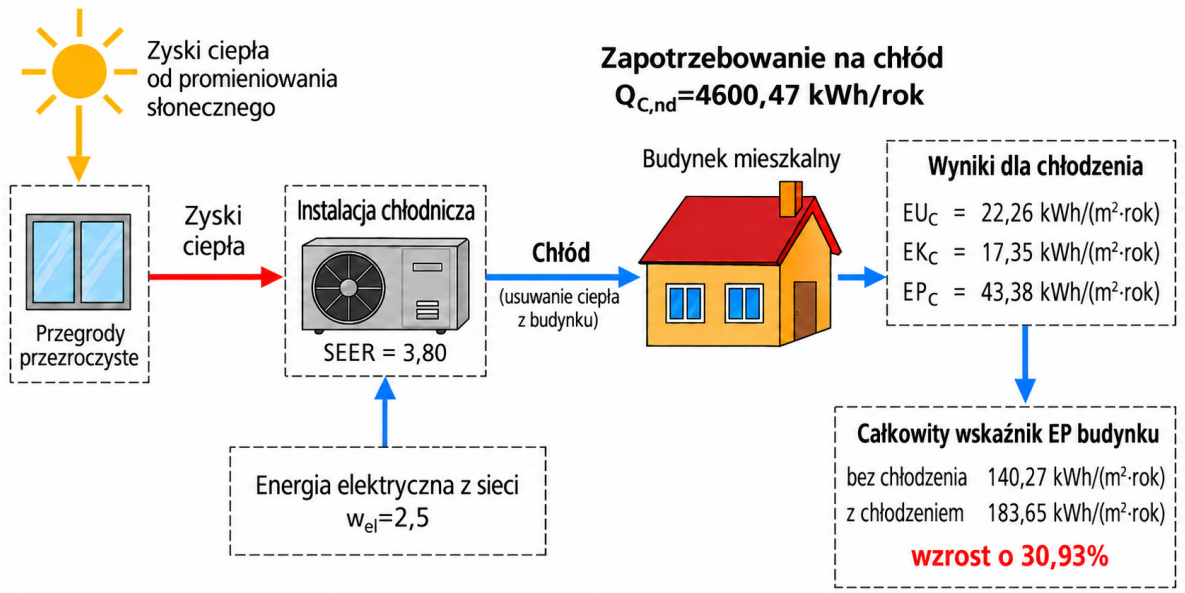
Prezentowane wyniki nie stanowią ogólnej proporcji właściwej dla wszystkich systemów chłodzenia, ale dla analizowanego przypadku dobrze pokazuje, dlaczego ocena ograniczona do parametru SEER byłaby niewystarczająca. Wynik warto zestawić z problemem przegrzewania opisanym w literaturze. CIBSE TM59, badania McLeoda i współautorów oraz opracowanie BRE traktują przegrzewanie jako odrębne zagadnienie związane z temperaturą wewnętrzną i komfortem użytkowników (CIBSE, 2017; McLeod i in., 2013, Dengel i in, 2016).

W tych ujęciach nie ma założenia, że budynek bez klimatyzacji jest z definicji wolny od problemu. Wręcz przeciwnie, potrzeba chłodzenia może pojawić się właśnie wtedy, gdy ochrona przeciwsłoneczna, wentylacja nocna albo inne środki pasywne okażą się niewystarczające. Z drugiej strony w świadectwie charakterystyki energetycznej energia na potrzeby chłodzenia jest związana z przyjętym systemem technicznym. To powoduje, że dwa identyczne pod względem przegród budynki mogą uzyskać różne wyniki tylko dlatego, że w jednym przewidziano chłodzenie, a w drugim nie. Wskaźnik EP nie odpowiada wtedy wyłącznie na pytanie o jakość obudowy budynku, lecz także o to, jakie potrzeby energetyczne oraz jakie urządzenia zostały w obliczeniach przyjęte. Badania dotyczące energy performance gap (De Wilde, 2014, Van Dronkelaar i in., 2016) pokazują, że różnice pomiędzy modelem a eksploatacją nie wynikają z jednego czynnika i mogą obejmować zarówno zachowanie użytkowników, jak i zmiany w wyposażeniu budynku.

Właśnie dlatego w charakterystyce energetycznej warto zwracać uwagę nie tylko na końcowe EP, ale również na EU i EK oraz na strukturę systemów technicznych, które do tego wyniku doprowadziły. Istotna jest też kolejność interpretacji wyników. Najpierw należy sprawdzić, czy budynek w ogóle wykazuje zapotrzebowanie na chłód i jak duże jest EUC. Dopiero później można oceniać sprawność systemu i wielkość EKC, a na końcu składową EP zależną od nośnika energii. Takie podejście pozwala uniknąć sytuacji, w której wysoki EPC zostaje od razu przypisany „złemu budynkowi. W analizowanym przypadku różnica pomiędzy 22,26 kWh/(m^2·rok) energii użytkowej, a 43,38 kWh/(m^2·rok) energii pierwotnej dobrze pokazuje, że oba wskaźniki odpowiadają na inne pytania. W przedstawionym porównaniu trzeba też rozróżnić zmianę oceny od zmiany fizycznych właściwości budynku. Po dodaniu systemu chłodzenia nie wzrosły straty przez przenikanie i nie pogorszyły się właściwości izolacyjne przegród budowlanych. Wzrosła natomiast liczba potrzeb energetycznych pokrywanych przez systemy techniczne. Z tego powodu wyższy wskaźnik EP jest przede wszystkim informacją o dodatkowej usłudze energetycznej i sposobie jej realizacji. Przy prostym rankingu dwóch budynków taka różnica może zostać łatwo przeoczona, szczególnie jeżeli odbiorca świadectwa patrzy tylko na jedną wartość liczbową bez sprawdzenia, czy chłodzenie występuje w obu obiektach.

Podsumowanie i wnioski

Uwzględnienie instalacji chłodzenia zmieniło charakterystykę energetyczną analizowanego budynku mimo pozostawienia bez zmian jego geometrii, przegród oraz systemu ogrzewania i przygotowania ciepłej wody. Zmiana wartości wskaźników w świadectwie nie wynikała ze zmiany zapotrzebowania na chłód, lecz z samego uwzględnienia lub braku systemu chłodzenia.



Rysunek 1. Aspekty teoretyczne i praktyczne uwzględnienia chłodzenia w bilansie energetycznym budynku mieszkalnego. Źródło: opracowanie własne
Figure 1. Theoretical and practical aspects of cooling accounting in the energy balance of a residential building. Source: authors' own study

W wyniku uwzględnienia w obliczeniach systemu chłodzenia, a nie jego potrzeby, roczne zapotrzebowanie na energię zmienia swoje wartości w świadectwie charakterystyki energetycznej o: 22,26 kWh/(m^2·rok) dla energii użytkowej, 17,35 kWh/(m^2·rok) dla energii końcowej oraz 43,38 kWh/(m^2·rok) dla energii pierwotnej. W efekcie całkowity wskaźnik EP budynku wzrósł z wartości 140,27 do 183,65 kWh/(m^2·rok), czyli aż o 30,93%, co można uznać za wartość mogącą przeważyć o klasie energetycznej budynku.

Niższa wartość EP budynku bez systemu chłodzenia nie powinna być jednocześnie utożsamiana z „lepszym budynkiem" w okresie letnim. W takim przypadku zapotrzebowanie na chłód nie występuje po prostu w bilansie obliczeniowym. Potrzeba ograniczenia temperatury wewnętrznej może jednak nadal wystąpić, a jej brak w świadectwie charakterystyki energetycznej nie oznacza braku problemu przegrzewania.

Przy porównywaniu charakterystyki energetycznej budynków mieszkalnych należy więc zwracać uwagę nie tylko na końcową wartość wskaźnika EP, ale również na zakres systemów uwzględnionych w obliczeniach. Dwa budynki o takich samych parametrach przegród i tej samej geometrii mogą uzyskać różne wyniki, jeżeli tylko jeden z nich jest wyposażony w system chłodzenia. Taka niedoskonałość mechanizmu obliczeń wiąże się z kolejnym problemem przy projektowaniu budynków – problemem zwiększania zysków ciepła przez przegrody przezroczyste w okresie zimowym (zwiększanie przeszklenia) w celu uzyskania jak najniższej wartości EP budynku, bez uwzględniania wzrostu zapotrzebowania na chłód w okresie letnim.

Źródło finansowania

Badania naukowe zostały sfinansowane z subwencji statutowej Wydziału Infrastruktury i Środowiska, Politechniki Częstochowskiej.

Bibliografia

Carvalho, C., Cleto, J., Monteiro, C., Fernandes, J., & Fragoso, R. (2024). *Energy performance certificates: Policy needs and best practices* (EPBD.wise Deliverable 5.1). ADENE. https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2024/06/EPBD.wise_Deliverable-5.1_EPCs_Final.pdf

CIBSE. (2017). Design methodology for the assessment of overheating risk in homes (TM59). *Chartered Institution of Building Services Engineers.*

De Wilde, P. (2014). The gap between predicted and measured energy performance of buildings: A framework for investigation. *Automation in Construction*, 41, 40–49. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.009

Dengel, A., Swainson, M., Ormandy, D., & Ezratty, V. (2016). Overheating in dwellings: Guidance document. Building Research Establishment. https://files.bregroup.com/bre-co-uk-file-library-copy/filelibrary/Briefing%20papers/116885-Overheating-Guidance-v3.pdf

ISO. (2017a). ISO 52016-1:2017 Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads — Part 1: Calculation procedures. *International Organization for Standardization.*

ISO. (2017b). ISO 52010-1:2017 Energy performance of buildings — External climatic conditions — Part 1: Conversion of climatic data for energy calculations. *International Organization for Standardization.*

ISO. (2017c). ISO 52000-1:2017 Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 1: General framework and procedures. *International Organization for Standardization.*

Marszałek Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej. (2024). Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 stycznia 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o charakterystyce energetycznej budynków. *Dziennik Ustaw*, poz. 101.

McLeod, R. S., Hopfe, C. J., & Kwan, A. (2013). An investigation into future performance and overheating risks in Passivhaus dwellings. *Building and Environment*, 70, 189–209. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.024

Minister Rozwoju i Technologii. (2022). Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. *Dziennik Ustaw*, poz. 1225.

Minister Rozwoju i Technologii. (2023). Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 28 marca 2023 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. *Dziennik Ustaw*, poz. 697.

Ministerstwo Rozwoju i Technologii. (2025). Projekt rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [Projekt z 9 czerwca 2025 r.].

Van Dronkelaar, C., Dowson, M., Spataru, C., & Mumovic, D. (2016). A review of the regulatory energy performance gap and its underlying causes in non-domestic buildings. *Frontiers in Mechanical Engineering*, 1. https://doi.org/10.3389/fmech.2015.00017

Zastrzeżenie: Oświadczenia, opinie i dane przedstawione w publikacjach są wyłączną odpowiedzialnością ich autorów i nie odzwierciedlają stanowiska redakcji *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek szkody dotyczące osób lub mienia wynikające z idei, metod, zaleceń lub produktów omawianych w treści publikacji. *Artykuł udostępniony na licencji Creative Commons CC BY 4.0.*

Disclaimer: The statements, opinions, and data presented in the publications are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the views of the editorial board of *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja.* The editorial board assumes no responsibility or liability for any injury to persons or damage to property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content of the publications. *The article is distributed under the Creative Commons CC BY 4.0 license.*