

Piotr LIS, Anna LIS
Politechnika Częstochowska

MOŻLIWOŚCI POPRAWY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW EDUKACYJNYCH

W artykule przedstawiono zobowiązania podjęte przez Polskę w ramach UE dotyczące zwiększenia efektywności energetycznej, zaprezentowano przeciętne roczne zużycie energii końcowej na ogrzewanie budynku w Polsce oraz maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła obowiązujące w Polsce w różnych okresach. Omówiono rodzaj i poziom wymagań cieplno-energetycznych dla budynków edukacyjnych. Wskazano zakres działań możliwych do podjęcia w celu poprawy efektywności energetycznej w budynkach szkół.

Słowa kluczowe: zużycie energii, wymagania cieplno-energetyczne, efektywność energetyczna, budynki edukacyjne

WPROWADZENIE

Potencjał efektywności energetycznej dla budynków istniejących jest bardzo wysoki. Oszczędności poczynione w zużyciu energii w budynkach mogą stać się nowym jej źródłem. Polska, jako kraj członkowski Unii Europejskiej, podjęła zobowiązanie zwiększania efektywności energetycznej o 20% do roku 2020 [1]. Cel indykatorywny w zakresie efektywności energetycznej dla Polski ustalony na podstawie dyrektywy 2012/27/UE obejmuje ograniczenie zużycia energii pierwotnej w latach 2010-2020 o 13,6 Mtoe oraz osiągnięcie określonego bezwzględnego poziomu zużycia energii finalnej i pierwotnej w 2020 roku. Skumulowane oszczędności energii od 2000 do 2012 roku wyniosły 19,7 Mtoe [2].

Pomimo znaczącego spadku na przestrzeni ostatnich lat energochłonność budynków w Polsce jest jednak wciąż istotnie wyższa w stosunku do innych krajów. Zasoby budowlane Unii Europejskiej to około 200 mln budynków, z czego 6 mln na terenie Polski. Około 71% energii zużywanej w budynkach przypada na ogrzewanie pomieszczeń i przygotowanie ciepłej wody użytkowej [3].

W Polsce wymagania dotyczące ochrony cieplnej odnośnie do poszczególnych grup budynków ulegały na przestrzeni lat znacznemu zaostrzeniu. Najbardziej restrykcyjne przepisy dotyczyły budynków użyteczności publicznej i mieszkalnych. Obecnie duży nacisk kładzie się na to, by budynki nowo budowane spełniały przynajmniej standard budynku energooszczędnego. Przeciętne roczne zużycie energii końcowej na ogrzewanie budynków wybudowanych w Polsce na przestrzeni lat przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Przeciętne roczne zużycie energii końcowej na ogrzewanie budynku w Polsce

Lata	Standard energetyczny budynku wg PN-EN 15217 [4]	Zużycie energii końcowej na ogrzewanie budynku w Polsce [kWh/(m ² ·rok)]
do 1966	bardzo energochłonny	240÷380
1967-1985	bardzo energochłonny	240÷280
1986-1992	średnio energochłonny	160÷200
1993-1997	energochłonny	120÷160
od 1998	średnio energooszczędny	90÷120
obecnie	energooszczędny	20÷40
obecnie	pasywny	15
obecnie	zeroenergetyczny	< 5

Środkiem zwiększania efektywności energetycznej w budownictwie może być wnoszenie efektywnych energetycznie budynków lub przebudowa czy remont budynków użytkowanych, w tym realizacja przedsięwzięć termomodernizacyjnych, a także wymiana wyeksploatowanych urządzeń i instalacji.

1. RODZAJ I POZIOM WYMAGAŃ CIEPLNO-ENERGETYCZNYCH

Obowiązujące w Polsce od kilkunastu lat wymagania cieplno-energetyczne w stosunku do budynków były tworzone w oparciu o maksymalny współczynnik przenikania ciepła dla poszczególnych grup budynków i przegród budowlanych oraz różnego rodzaju maksymalne wskaźniki odnoszące zapotrzebowanie na energię użytkową lub końcową do jednostki powierzchni lub kubatury rozpatrywanych obiektów. Obecnie wymagania odnoszą się do wskaźników zawartych w warunkach technicznych [5] oraz metodologii wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynku [6]. Wskaźniki te to współczynnik przenikania ciepła, tzw. poprawiony, oznaczany symbolem U_C , oraz wskaźnik EP, określający roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych również do oświetlenia wbudowanego.

Wymagania obowiązujące w poszczególnych latach oczywiście determinują efektywność energetyczną wybudowanych wówczas budynków edukacyjnych. Zmiany maksymalnych wartości współczynników przenikania ciepła obowiązujące w Polsce w różnych okresach można prześledzić w tabeli 2. Jednak, jak wynika z badań prowadzonych przez autorów w różnego rodzaju budynkach edukacyjnych, rzeczywista termoizolacyjność przegród w tych obiektach zazwyczaj przekracza przeciętnie o kilkanaście procent wartości dopuszczalne wymienione w tabeli 2.

Tabela 2. Maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła obowiązujące w Polsce w różnych okresach

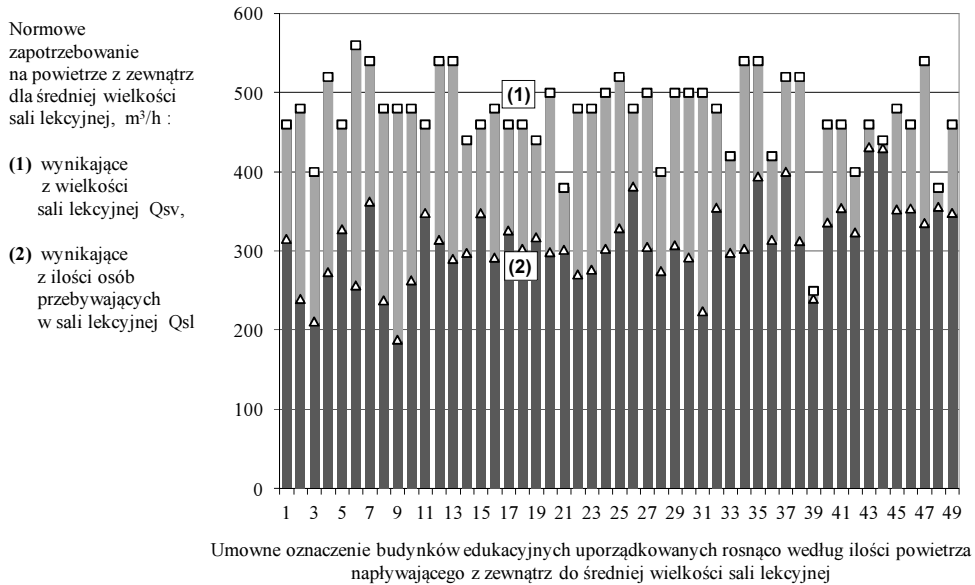
Okres	Wymagania	Współczynnik k_{\max}/U_{\max} dla ścian zewnętrznych [W/(m ² ·K)]	Współczynnik k_{\max}/U_{\max} dla dachów/stropodachów [W/(m ² ·K)]
do 1954	brak wymagań	brak wymagań	brak wymagań
1955-1958	PN-53/B-02405	$k_{\max} = 1,163$	$k_{\max} = 0,87$
1959-1965	PN-57/B-02405	$k_{\max} = 1,163$	$k_{\max} = 0,87$
1966-1975	PN-64/B-03404	$k_{\max} = 1,163$	$k_{\max} = 0,87$
1976-1982	PN-74/B-03404	$k_{\max} = 1,163$	$k_{\max} = 0,70$
1983-1991	PN-82/B-02020	$k_{\max} = 0,75$	$k_{\max} = 0,45$
1992-1997	PN-91/B-02020	$k_{\max} = 0,55$	$k_{\max} = 0,30$
30.09.1997- -11.04.2002	Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji Dz.U. Nr 132, poz. 878	$k_{\max} = 0,30$ (mieszkalne jednorodzinne) $k_{\max} = 0,45$ (użyteczności publicznej)	$k_{\max} = 0,30$ (mieszkalne jednorodzinne) $k_{\max} = 0,30$ (użyteczności publicznej)
12.04.2002- -30.12.2008	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury Dz.U. Nr 75, poz. 690	$U_{k(\max)} = 0,30$ dla okien $U_{(\max)} = 2,6/2,0$ (mieszkalne jednorodzinne) $U_{k(\max)} = 0,45$ dla okien $U_{(\max)} = 2,3/2,6$ (użyteczności publicznej)	$U_{k(\max)} = 0,30$ (mieszkalne jednorodzinne) $U_{k(\max)} = 0,30$ (użyteczności publicznej)
01.01.2009- -31.12.2013	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury Dz.U. Nr 201, poz. 1238	$U_{(\max)} = 0,30$ dla okien $U_{(\max)} = 1,8/1,7$ (mieszkalne) dla okien $U_{(\max)} = 1,8/2,6$ (użyteczności publicznej)	$U_{(\max)} = 0,25$
01.01.2014- -31.12.2016	Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Dz.U., poz. 926	$U_{C(\max)} = 0,25$ dla okien $U_{(\max)} = 1,3$	$U_{C(\max)} = 0,20$
01.01.2017- -31.12.2020	jak wyżej	$U_{C(\max)} = 0,23$ dla okien $U_{(\max)} = 1,1$	$U_{C(\max)} = 0,18$
od 01.01.2021	jak wyżej	$U_{C(\max)} = 0,20$ dla okien $U_{(\max)} = 0,9$	$U_{C(\max)} = 0,15$

Należy również zauważyć, że określenie wymagań cieplno-energetycznych dla budynków projektowanych i budynków już użytkowanych stwarza dwie jakościowo różne sytuacje. W pierwszym przypadku istnieje możliwość zastosowania jedynie charakterystyki cieplno-energetycznej budynku opartej na mniej lub bardziej dokładnych teoretycznych założeniach do obliczeń. W przypadku budynków istniejących można określić rzeczywiste sezonowe zużycie energii. Dlatego też bardziej wiarygodne byłoby stosowanie również wskaźników obliczonych na bazie rzeczywistych wartości.

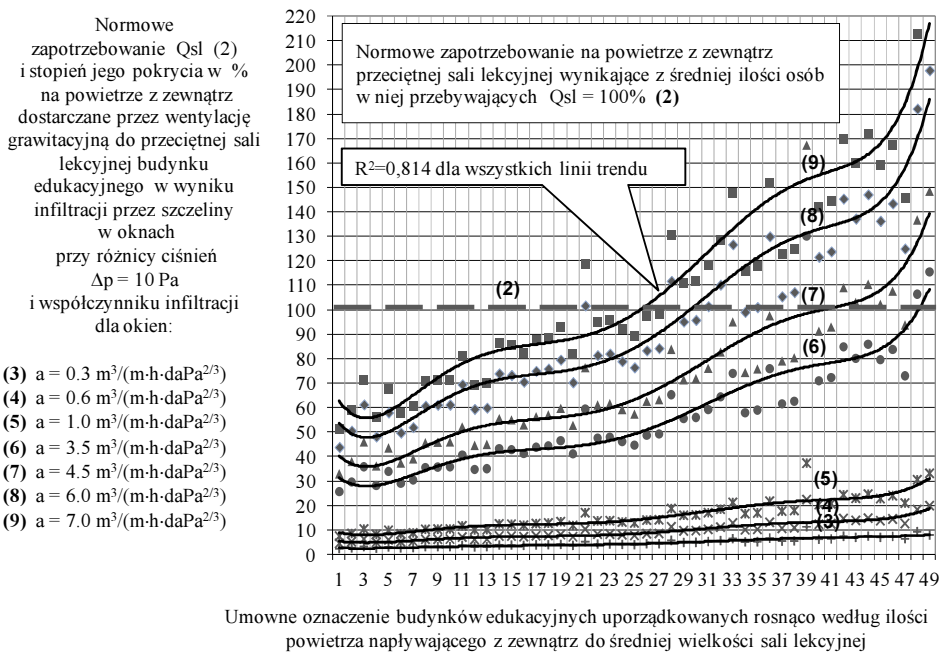
2. ZAKRES DZIAŁAŃ

Modernizacje budynków, w tym budynków edukacyjnych, obejmują zazwyczaj poprawę izolacyjności przegród zewnętrznych, wymianę nieszczelnych okien i modernizację systemu ogrzewania. Przy okazji podejmowania działań zmierzających do zwiększenia izolacyjności cieplnej przegród powstaje pytanie, do jakiego poziomu wartości współczynnika przenikania ciepła tego rodzaju działania realizować. Przy spojrzeniu „tu i teraz” ekonomicznie uzasadnioną wartością maksymalną U jest $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dla ścian i stropodachów, a dla okien $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. W standardzie budynku pasywnego wspomniana wartość wynosi odpowiednio $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, a dla okien wynosi $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Izolacyjność cieplna omawianych przegród w budynkach edukacyjnych nowych i poddawanych termomodernizacji powinna być zbliżona do wartości dla budynku pasywnego. Bazowanie wyłącznie na wartościach ekonomicznie uzasadnionych wydaje się być nacechowane nadmiernym optymizmem w ocenie przyjętych założeń i zmian cen energii oraz pozorną oszczędnością w kosztach inwestycyjnych w zbyt krótkiej perspektywie.

Często zapomina się lub pomija ze względów ekonomicznych modernizację systemu wentylacji. Wraz ze zwiększającą się termoizolacyjnością przegród budowlanych, powodującą drastyczne zmniejszenie strat ciepła przez te przegrody, udział strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego staje się dominujący w bilansie cieplnym budynku. Właściwa wentylacja pomieszczeń ma szczególnie duże znaczenie dla komfortu pracy w budynkach edukacyjnych. Jej ograniczanie ze względu na zmniejszenie strat ciepła z ogrzewanych obiektów wpływa zazwyczaj niekorzystnie na jakość powietrza wentylacyjnego. Pogarsza to warunki mikroklimatu sal lekcyjnych i efektywność procesu dydaktycznego. W przypadku zbyt szczelnych okien, braku innych rozwiązań naturalnego napływu powietrza z zewnątrz (nawiewniki) i systemu wentylacji grawitacyjnej spełnienie powyższych wymagań nie jest praktycznie możliwe. W przypadku nowych konstrukcji okien o niskim współczynniku infiltracji dostarczana tą drogą ilość powietrza pozostaje na poziomie około 15÷50% potrzeb wynikających z wymagań, co prezentują rysunki 1 i 2. W przypadku modernizacji wentylacji grawitacyjnej występującej w większości budynków edukacyjnych należy mówić o jej zamianie na inny bardziej efektywny system, potrafiący prawidłowo funkcjonować po wymianie okien i umożliwiający odzysk ciepła z odprowadzanego powietrza.



Rys. 1. Normowe zapotrzebowanie na powietrze zewnętrzne do wentylacji grawitacyjnej przeciętnych sal lekcyjnych w budynkach edukacyjnych [7]



Rys. 2. Pokrycie zapotrzebowania na odpowiednią w stosunku do wymagań ilość powietrza napływającego z zewnątrz do sali lekcyjnej przy oknach o różnym współczynniku infiltracji i $\Delta p = 10 \text{ Pa}$ [%] [7]

Istotnym działaniem poprawiającym efektywność energetyczną budynków edukacyjnych jest zastosowanie odnawialnych źródeł energii. Najważniejsze wydaje się tu wykorzystanie technologii OZE w przygotowaniu ciepłej wody użytkowej. Istotnym obszarem zastosowania OZE z uwagi na funkcję budynków i rolę, jaką spełnia tam oświetlenie i urządzenia elektroniczne, jest tworzenie autonomicznych systemów zasilania w energię elektryczną z wykorzystaniem systemów „off-grid” lub „in-grid”, wytwarzających i magazynujących energię elektryczną.

PODSUMOWANIE

Korzyści ekonomiczne wynikające z poprawy efektywności energetycznej to zmniejszenie opłat eksploatacyjnych, ale także wzrost aktywności gospodarczej, w tym liczby nowych miejsc pracy w sektorach związanych z termomodernizacją. Korzyści środowiskowe związane są z ograniczeniem emisji do atmosfery szkodliwych substancji. Korzyści użytkowe to polepszenie jakości środowiska wewnątrz, komfortu cieplnego oraz komfortu życia. Korzyści społeczne związane są z ograniczenia zjawisk ubóstwa energetycznego i wykluczenia społecznego.

LITERATURA

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej.
- [2] Efektywność wykorzystania energii w latach 2002-2012, Informacje i opracowania statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014.
- [3] Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2012 i 2013, Informacje i opracowania statystyczne, GUS, Warszawa 2014.
- [4] PN-EN 15217:2008 Charakterystyka energetyczna budynków. Metody wyrażania charakterystyki energetycznej i certyfikacji energetycznej budynków.
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2002, Nr 75, poz. 690 ze zm. (Dz.U. 2013, poz. 926).
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku ... (Dz.U. 2015, poz. 376).
- [7] Lis P., Cechy budynków edukacyjnych a zużycie ciepła do ogrzewania, Seria Monografie nr 263, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2013.

POSSIBILITIES OF ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT IN EDUCATIONAL BUILDINGS

The article presents the commitments made by Poland in the European Union for increasing energy efficiency, includes average annual final energy consumption for heating in Poland and maximum values of heat transfer coefficients applicable in Poland at different times. Discusses the type and level of thermal requirements for educational buildings. Indicate areas of possible actions to take to improve energy efficiency in school buildings.

Keywords: energy consumption, thermal requirements, energy efficiency, educational buildings