

Analiza strat ciepła przez wybrane przegrody budowlane w świetle nowych przepisów prawnych

Heat loss analysis by selected building barriers in new legislation aspect

DOI: 10.15199/33.2015.05.37

(Oryginalny artykuł naukowy)

Streszczenie. W artykule przedstawiono przykładowe obliczenia dotyczące strat ciepła przez przenikanie w przypadku ściany zewnętrznej budynku w świetle przepisów prawnych dotyczących określania charakterystyki energetycznej budynków i lokali.

Słowa kluczowe: straty ciepła, przegrody budowlane.

Abstract. The paper presents examples of heat loss calculation transfer through the external wall in relation to legislation. This is significant in realization of buildings energy efficiency.

Keywords: heat loss, building barriers.

W zakresie ochrony cieplnej budynków i ich przegród zewnętrznych określono wymagania w postaci dwóch jednocześnie stosowanych metod (§ 328 rozporządzenia [1]):

- pierwsza polega na takim zaprojektowaniu przegród w budynku, aby wartości współczynników przenikania ciepła U_c [$W/(m^2 \cdot K)$] przegród zewnętrznych, okien i drzwi oraz technika instalacyjna odpowiadały wymaganiom izolacyjności cieplnej;

- druga to zaprojektowanie budynku pod kątem zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na jednostkę powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku, lokalu mieszkalnym lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową – EP [$kWh/(m^2 \cdot r)$].

Procedury obliczeniowe dotyczące określania wskaźnika EP podaje rozporządzenie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku [2]. Zapisy w tym rozporządzeniu nie są jednak spójne z całym procesem projektowym oraz są sprzeczne z aktualnie obowiązującymi innymi aktami prawnymi i normami. Wiele niejasności i wątpliwości budzą m.in.:

- podział budynku na strefy ogrzewane i chłodzone oraz wprowadzenie przestrzeni tymczasowo ogrzewanych;

- zasady określania strat ciepła przez przenikanie dla strefy ogrzewanej;

- przyjęcie zaniżonych, tj. znacznie poniżej minimalnych dopuszczalnych prawem wymagań higienicznych, wartości wymiany powietrza w pomieszczeniach;

- przyjęcie zaniżonych lub zawyżonych wskaźników zużycia ciepłej wody użytkowej.

W myśl obowiązujących przepisów prawnych [2], całkowite straty ciepła przez przenikanie dla strefy ogrzewanej określa się, uwzględniając:

- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) bezpośrednio do środowiska zewnętrznego (e) – $H_{tr,ie}$ [W/K];

- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) przez przyległe przestrzenie nieogrzewane w budynku lub przyległym budynku (u) do otoczenia (e) – $H_{tr,iue}$ [W/K];

- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) do przyległej strefy ogrzewanej w budynku lub przyległego budynku (j) – $H_{tr,ij}$ [W/K];

¹⁾ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska; e-mail: krzypaw@utp.edu.pl

- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) do gruntu (g) – $H_{tr,ig}$ [W/K].

Wartości wymienionych współczynników, zgodnie z rozporządzeniem [2], należy określać na podstawie PN-EN 12831:2006 [3]. Budzi to jednak wiele wątpliwości i niejasności na poziomie przyjmowania pewnych współczynników korekcyjnych oraz uproszczeń w normowych procedurach obliczeniowych.

Wyniki przykładowych obliczeń

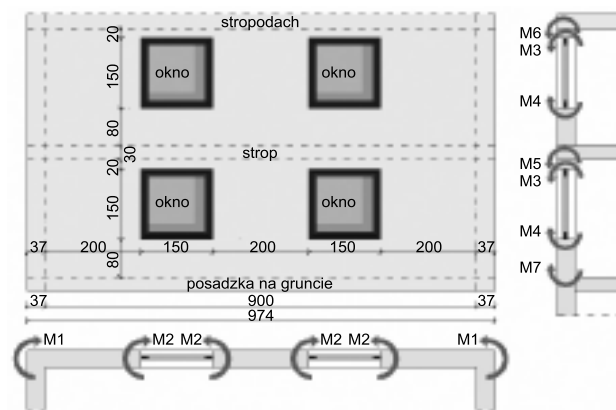
Do obliczeń własnych wytypowano jedną z elewacji budynku jednorodzinny (rysunek), przyjmując następujące założenia:

- obliczenia przeprowadzono wg procedury prezentowanej w rozdziale 7.1.1 normy PN-EN 12831:2006 [3], zgodnie z wytycznymi rozporządzenia [2];

- ściana zewnętrzna dwuwarstwowa: bloczek z betonu komórkowego grubości 24 cm o $\lambda = 0,21 W/(m \cdot K)$, styropian grubości 10 cm o $\lambda = 0,04 W/(m \cdot K)$, obustronnie otynkowana, o współczynniku przenikania ciepła $U_c = 0,26 [W/(m^2 \cdot K)]$;

- wartości liniowych współczynników przenikania ciepła Ψ_i przyjęto (tabela 1) na podstawie PN-EN ISO 14683:2008 [4] – wariant I oraz katalogu mostków cieplnych (załącznik do [5]) (wariant II);

- wartości liniowego współczynnika $\Psi [W/(m \cdot K)]$ (tabela 1), długości liniowych mostków termicznych l [m] oraz pole powierzchni



Geometria ściany zewnętrznej i identyfikacja liniowych mostków cieplnych – opracowanie własne

The external wall geometry and linear thermal bridges identification – own study

ścian zewnętrznych uczestniczących w przenikaniu A [m²] przyjęto z zastosowaniem wymiarów wewnętrznych;

- wartości współczynników korekcyjnych $e_k = 1$ i $e_l = 1$, zgodnie z D.4.1 PN-EN 12831:2006 [3].

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 2. Zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 [3], wpływ liniowych mostków ciepłych można uwzględnić metodą uproszczoną, obliczając współczynnik przenikania ciepła z uwzględnieniem tych mostków U_{kc} [W/m²K] wg wzoru $U_{kc} = U_k + \Delta U_{Tb}$. Wartość dodatku ΔU_{Tb} przyjmuje się wg D.4.1 normy [3] w zależności od typu elementu budynku (poziomy czy pionowy) oraz występujących otworów okiennych i drzwiowych. Taki sposób budzi jednak wiele niejasności i wątpliwości, ponieważ przyjmowanie stałych (zrzuca-

lowanych) współczynników ΔU_{Tb} nie prowadzi do uzyskania miarodajnych wyników obliczeń strat ciepła. Na podstawie przeprowadzonych badań własnych opracowano, w formie metod inżynierskich, własne algorytmy obliczeniowe dotyczące uwzględniania wpływu mostków ciepłych, prezentowane w pracach [5, 6].

Podsumowanie i wnioski

W świetle obowiązujących przepisów sformułowano następujące wnioski na podstawie prezentowanych wyników obliczeń strat ciepła przez wybraną ścianę zewnętrzną budynku:

- przyjmowanie wartości liniowych współczynnika przenikania ciepła Ψ [W/(m·K)] wg normy PN-EN ISO 14683:2008 [3] prowadzi tylko do wstępnego oszacowania strat ciepła przez przenikanie, ponieważ jego wartości nie uwzględniają struktury materiałowej złącza oraz grubości i rodzaju izolacji cieplnej przegrody; zgodnie z PN-EN ISO 12831:2006 [3] zaleca się stosowanie danych wg PN-EN ISO 14683:2008 [4] tylko w przypadku obliczeń w odniesieniu do całego budynku. Natomiast w przypadku metody pomieszczenie po pomieszczeniu proponuje się podział proporcjonalny wartości Ψ [W/(m·K)] pomiędzy pomieszczenia i tę kwestię pozostawia się do uznania projektanta instalacji. Miarodajne określenie strat ciepła przez pojedyncze części złącza wymaga szczegółowych obliczeń z zastosowaniem programu komputerowego, w celu wyznaczenia gałęziowych współczynników przenikania ciepła Ψ [W/(m·K)], opisanych szczegółowo w pracach [5, 6];

- zastosowanie indywidualnych obliczeń mostków ciepłych umożliwia miarodajne określanie strat ciepła przez przegrody budowlane;

- udział mostków ciepłych w całkowitych stratach ciepła przez przegrody zewnętrzne jest duży i nie powinien być pomijany w obliczeniach.

Metodyka obliczania strat ciepła wg rozporządzenia [2] i normy [3] jest dyskusyjna. Jej stosowanie może spowodować otrzymywanie dla danego budynku wyników obliczeń o znacznej rozbieżności – w zależności od podejścia projektanta (certyfikatora). Istnieje potrzeba opracowywania katalogów mostków ciepłych wielu często stosowanych rozwiązań przegród zewnętrznych i ich złączy, ponieważ są niezbędne do poprawnego projektowania parametrów cieplno-wilgotnościowych. W artykule przedstawiono tylko jeden przykład dotyczący określania strat ciepła. Podobne niejasności i wątpliwości budzi określenie strat ciepła przez grunt lub przez przestrzeń nieogrzewane.

Literatura

[1] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013r., poz. 926).

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376).

[3] PN-EN 12831:2006, Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania obciążenia cieplnego.

[4] PN-EN ISO 14683:2008, Mostki cieplne w budynkach, Liniowy współczynnik przenikania ciepła, Metody uproszczone i wartości orientacyjne.

[5] Pawłowski K., Projektowanie przegród zewnętrznych w świetle nowych warunków technicznych dotyczących budynków WT2013, Wydanie Specjalne Izolacje 2/2013, Warszawa, 2013.

[6] Dylla A., Praktyczna fizyka ciepła budowli. Szkoła projektowania złączy budowlanych, Wydawnictwo Uczelniane UTP w Bydgoszczy, Bydgoszcz, 2009.

Otrzymano 17.01.2015 r.

Tabela 1. Parametry mostków ciepłych [Opracowanie własne]
Table 1. Thermal bridge parameters

Lp.	Liniowy mostek cieplny	Ψ [W/(m·K)]		l [m]		$\Psi \cdot l$ [W/K]	
		wariant		wariant		wariant	
		I	II	I	II	I	II
M 1	Połączenie ścian zewnętrznych w narożniku (C1)/(NR-BK)	0,15	0,088	5,00	0,75	0,44	
M 2	Połączenie ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez ościeżnicę (W1)/(OO-BK)	0,00	0,052	12,00	0,00	0,62	
M 3	Połączenie ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez nadproże (W1)/(ON-BK)	0,00	0,075	6,00	0,00	0,45	
M 4	Połączenie ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez podokiennik (W1)/(OP-BK)	0,00	0,034	6,00	0,00	0,20	
M 5	Połączenie ściany zewnętrznej ze stropem w przekroju przez wieniec (IF1)/(ST-BK)	0,10	0,130	9,00	0,90	1,17	
M 6	Połączenie ściany zewnętrznej ze stropodachem (R9)/(SD-BK)*	0,15	0,026	9,00	1,35	0,23	
M 7	Połączenie ściany zewnętrznej z podłogą na gruncie (GF5)/(PG-BK)**	0,75	0,066	9,00	6,75	0,59	
		$\sum \Psi \cdot l$, [W/K]		9,75	3,70		

Ψ – liniowy współczynnik przenikania ciepła mostka cieplnego (po wymiarach wewnętrznych) [W/(m·K)];

l – długość mostka cieplnego (po wymiarach wewnętrznych) [m];

$\sum \Psi \cdot l$ – straty ciepła wynikające z występowania mostków ciepłych [W/K];

* dla M6 przyjęto wartość gałęziowego współczynnika przenikania ciepła Ψ dla części dotyczącej ściany – wariant II;

** dla M7 przyjęto wartość gałęziowego współczynnika przenikania ciepła Ψ dla ściany stykającej się z gruntem – wariant II

Tabela 2. Procedura obliczania współczynnika strat ciepła przez przenikanie $H_{T,ie}$ [W/K] [Opracowanie własne]

Table 2. Procedure of heat loss factor calculation by penetration $H_{T,ie}$ [W/K]

Kolejność postępowania przy określaniu strat ciepła wg [3] $H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \Psi_i \cdot l_i \cdot e_i$	Parametry obliczeniowe	wariant	
		I	II
Obliczenie współczynnika przenikania ciepła przegród zewnętrznych U_k [W/m ² K]	ściana	0,26	
	okno	1,30	
Obliczenie pola powierzchni przegrody otaczającej przestrzeń ogrzewaną, obliczane wg wymiarów zewnętrznych; wymiary okien i drzwi przyjmuje się jako wymiary otworów w ścianie A_k [m ²]	ściana	9,00 · 5,0 – (4 · 1,5 · 1,5) = 40,50	
	okno	4 · 1,5 · 1,5 = 9,00	
Określenie wartości współczynników korekcyjnych	e_k	1,00	
	e_i	1,00	
Obliczenie strat ciepła przez pełne przegrody zewnętrzne: $A_k \cdot U_k$ [W/K]	ściana	10,53	
	okno	11,70	
Obliczenie strat ciepła wynikających z występowania mostków ciepłych: $\sum \Psi_i \cdot l_i$ [W/K] – tabela 1		9,75	3,70
Obliczenie współczynnika strat ciepła przez przenikanie $H_{T,ie}$ [W/K]		31,98	25,93