

dr inż. Paula Szczepaniak¹⁾

Liniowy współczynnik przenikania ciepła typowego połączenia ściany zewnętrznej z podłogą na gruncie

Linear thermal transmittance for typical solutions of wall/floor junction

DOI: 10.15199/33.2015.05.35

(Oryginalny artykuł naukowy)

Streszczenie. W artykule przeanalizowano liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ_g rozwiązania węzła połączenia ściana-podłoga. Wartości wyznaczono z zastosowaniem procedury podanej w PN-EN ISO 10211:2008 dla różnych standardów izolacyjności termicznej przegród.

Słowa kluczowe: mostek termiczny, płyta na gruncie.

Abstract. This paper presents the linear heat transfer coefficient Ψ_g solutions of wall/floor junction. The values have been calculated for various thermal insulation building elements by the procedure given in PN-EN ISO 10211:2008.

Keywords: thermal bridge, slab-on-ground floor.

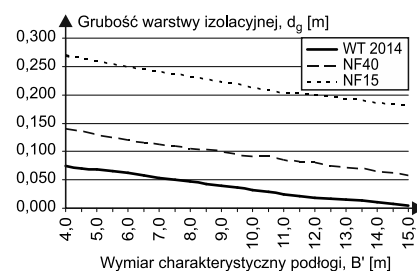
Od kilkunastu lat sukcesywnie zaostrzane są w Polsce wymagania dotyczące jakości cieplnej budynków. Dotyczą one nie tylko przegród, ale także ich połączeń, czyli miejsc, w których powstają mostki termiczne [1]. Wzrost gęstości strumienia ciepła, objawiający się obniżeniem temperatury na wewnętrznej powierzchni przegród, powoduje zagrożenie rozwojem grzybów pleśniowych oraz zwiększenie strat ciepła. Oszacowanie jakości termicznej połączenia ściana-podłoga konkretnych układów konstrukcyjno-materiałowych było przedmiotem rozważań prac [3, 4]. Wartości orientacyjne liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_g różnych rozwiązań ściany i podłogi w przypadku posadowienia liniowego podano w Załączniku A do normy PN-EN ISO 14683:2008 [9], natomiast za dokładne uważa się otrzymane z dwuwymiarowego obliczenia zgodnie z procedurą podaną w normie PN-EN ISO 10211:2008 [7].

Uwarunkowania rozwiązania geometrii węzła

Na szczegółowe ukształtowanie geometrii detalu połączenia ściany zewnętrznej z podłogą na gruncie ma wpływ kilka czynników, w tym obowiązujące przepisy [1]. O zagłębieniu fundamentu w przypadku posadowienia bezpośredniego w gruntach wysadzi-

nowych decyduje umowna głębokość przemarzania zależna od lokalizacji budynku [6]. W budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej, produkcyjnym, magazynowym i gospodarczym, zgodnie z warunkami technicznymi [1], podłoga na gruncie powinna mieć izolację cieplną obwodową (krawędziową wg [8]). Najczęściej tę funkcję pełni warstwa izolacyjna ściany fundamentowej, ułożona na jej zewnętrznej powierzchni. Głębokość pionowej izolacji krawędziowej D wg [8] jest różnicą pomiędzy przyjętą projektowaną głębokością posadowienia i wysokością ławy. Grubość tej warstwy odpowiada minimalnemu oporowi cieplnemu $R_{\min} = 2,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$, dla przyjętego λ izolatora. Warstwa konstrukcyjna wykonywana jest najczęściej jako betonowa z drobnowymiarowych elementów prefabrykowanych, rzadziej wylewana „in situ”. Ściany fundamentową i nadziemną rozdziela pozioma izolacja przeciwwilgociowa. Z uwagi na zachowanie warunku ciągłości i jakości jest ona układana w obydwu elementach konstrukcji na tym samym poziomie. W podłodze rozdziela warstwę izolacji termicznej ułożonej powyżej i warstwy wyrównawczej na podsypce piaskowej poniżej. W takim rozwiązaniu poziom zerowy posadzki w budynku, po ułożeniu wszystkich elementów podłogi, zależy od wysokości ściany fundamentowej ponad gruntem oraz grubości warstw ułożonych na warstwie wyrównawczej podłogi. Grubość izolacji termicznej w podłodze zależy od wartości współczynnika przenikania

ciepła $U_{C(\max)}$ [1], obliczanej zależnie od wymiaru charakterystycznego B' budynku oraz grubości równoważnej w odniesieniu do podłóg d_l wg normy [8]. Zależność grubości izolacji termicznej w podłodze od wymiaru charakterystycznego B' w przypadku różnych standardów izolacyjności termicznej przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Grubość izolacji termicznej w zależności od wymiaru charakterystycznego podłogi w przypadku wybranych wartości współczynnika przenikania ciepła podłogi U_g

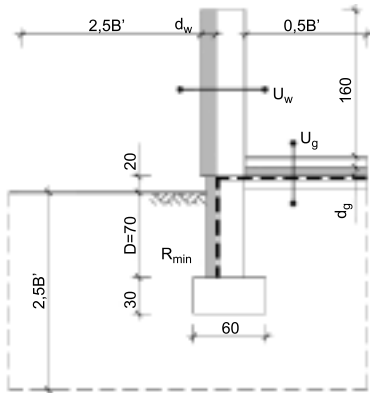
Fig. 1. The thickness of thermal isolation in dependence of characteristic dimension of floor in case of chosen thermal transmittance of floor U_g

Zaleca się, aby minimalna warstwa podkładu pod posadzkę wynosiła co najmniej 3,5 cm, ale z uwagi na coraz powszechniej stosowane wodne ogrzewanie podłogowe powinno być to przynajmniej 6 cm. Nie przylega ona bezpośrednio do powierzchni ściany, lecz jest oddylatowana paskiem materiału o właściwościach termoizolacyjnych (np. styropianu), tworząc tzw. podłogę pływającą. W podłodze na gruncie stanowi on element izolacji termicznej, wpływający na podwyższenie temperatury na wewnętrznej powierzchni złącza [5].

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

Poziom posadzki parteru w budynku nie powinny znajdować się poniżej poziomu terenu otaczającego, dlatego najczęściej stosowane są 2–3 stopnie schodów wejściowych do budynku o wysokości wg wymagań [1], co daje różnicę $0,30 \pm 0,45$ m.

Na rysunku 2 i w tabeli 1 przedstawiono kształt i parametry obliczeniowe złącza ściana-podłoga.



Rys. 2. Geometria złącza ściana-podłoga
Fig. 2. Geometrical model of wall/floor junction

Tabela 1. Parametry obliczeniowe złącza ściana-podłoga
Table 1. Input data for wall/floor junction calculation

Materiał	Grubość [m]	λ [W/(m·K)]
Ściana fundamentowa		
Beton	0,25	1,5
Styropian	0,08	0,04
Ściana nadziemna – U_w		
Styropian	d_w	0,04
Mur z betonu komórkowego	0,24	0,21
Podłoga na gruncie – U_g		
Terakota	0,02	1,05
Podkład	0,06	1,0
Styropian	d_g	0,04
Warstwa wyrównawcza	0,10	1,15
Grunt	$0,5B'/2,5B'$	2,0

Wymagania dotyczące izolacyjności termicznej przegród tworzących węzeł

Wymagana izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych budynków nowo projektowanych jest zawarta w „Warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” WT [1]. Wyższe wymagania postawiono budynkom w Programie Priorytetowym NFOŚiGW [2], co pokazuje tabela 2. Grubość izolacji termicznej poszczególnych przegród, spełniających te wymagania, zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 2. Wymagania ochrony cieplnej podstawowych elementów budynku [1, 2]
Table 2. Requirements of thermal protection for basics units building [1, 2]

Izolacyjność termiczna przegrody		Warunki Techniczne				Standard NFOŚiGW	
		2008 r.	2014 r.	2017 r.	2021 r.	NF40	NF15
Ściana ($T_i > 16$ °C)	U_w W/(m ² ·K)	0,30	0,25	0,23	0,20	0,15	0,10
Podłoga na gruncie	U_g W/(m ² ·K)	0,45	0,30		0,20	0,12	
	R_{min} (m ² ·K)/W	2,0		–	–	–	

Tabela 3. Minimalna grubość warstw izolacji termicznej podstawowych elementów budynku wg wymagań WT [1] i Programu Priorytetowego [2]
Table 3. The minimum thickness of layers of thermal isolation building elements according to requirements the WT [1] and the Program Priorytetowy [2]

Grubość warstwy izolacji		Warunki Techniczne				Standard NFOŚiGW	
		2008 r.	2014 r.	2017 r.	2021 r.	NF40	NF15
Ściana zewnętrzna	d_w [m]	0,08	0,11	0,12	0,15	0,22	0,35
Podłoga na gruncie	$B' = 4,0$ m d_g [m]	0,04	0,08		0,14	0,27	
	$B' = 8,0$ m d_g [m]	0,01	0,05		0,10	0,24	

Współczynnik przenikania ciepła U_g określono w przypadku dwóch wartości wymiaru charakterystycznego podłogi B' :

- 4,0 m (dla budynku o wymiarach zewnętrznych 8,0 m × 8,0 m);
- 8,0 m (dla budynku o wymiarach zewnętrznych 16,0 m × 16,0 m).

Mniejszy wymiar B' można traktować jako reprezentatywny w przypadku niewielkich niepodpiwniczonych budynków jednorodzinnych. Zgodnie z [7], wyniki obliczeń dla $B' = 8,0$ m mają zastosowanie do budynków o nieskończonej długości.

Wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_g

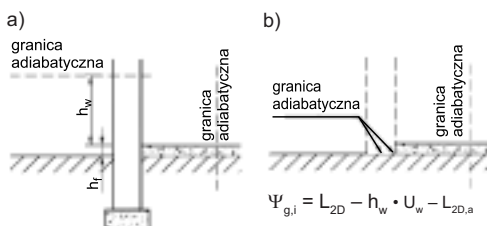
Dla wyznaczonej geometrii węzła i grubości warstw izolacji termicznej (rysunek 3) wykonano dwuwymiarowe obliczenia komputerowe liniowego współczynnika przenikania ciepła ściana-podłoga Ψ_g , korzystając z procedur zamieszczonych

w PN-EN ISO 10211 [7]. Obliczono wartość mostka liniowego w przypadku wymiarowania zewnętrznego $\Psi_{g,e}$ oraz wewnętrznego $\Psi_{g,i}$, a także wykorzystano metodę alternatywną – opcję B (tabela 4).

Wartości otrzymane w przypadku wymiarowania zewnętrznego są mniejsze i korzystniejsze niż z zastosowaniem wymiarowania wewnętrznego, podobnie jak w sytuacji innych mostków termicznych, niebędących w kon-

Tabela 4. Wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_g obliczone wg [7]
Table 4. Value of linear thermal transmittance Ψ_g for wall/floor junction counted according to [7]

Wymagania	$B' = 4,0$ m		$B' = 8,0$ m				
	opcja A $\Psi_{g,e}$	opcja B $\Psi_{g,i}$	opcja A $\Psi_{g,e}$	opcja B $\Psi_{g,i}$			
WT	2008 r.	-0,197	-0,073	0,100	-0,344	-0,224	-0,217
	2014 r.	-0,059	0,074	0,117	-0,160	-0,026	-0,041
	2017 r.	-0,056	0,074	0,117	-0,157	-0,026	-0,042
	2021 r.	-0,054	0,071	0,114	-0,149	-0,024	-0,040
NF40	0,006	0,108	0,126	-0,039	0,066	0,038	
NF15	0,025	0,113	0,117	0,023	0,110	0,088	



$$\Psi_{g,i} = L_{2D} - h_w \cdot U_w - 0,5 \times B' \cdot U_g$$

$$\Psi_{g,e} = L_{2D} - (h_w + h_r) \cdot U_w - 0,5 \times (B' + w) U_g$$

Rys. 3. Model obliczania liniowego współczynnika przenikania ciepła połączenia ściana-podłoga wg [7]: a) opcja A, b) opcja B
Fig. 3. The model for calculating the linear thermal transmittance for wall/floor junction by [7]: a) option A, b) option B

także z gruntem. Wartości Ψ_g zmniejszają się wraz ze wzrostem wymiaru charakterystycznego. W budynkach o $B' > 8,0$ m wpływ mostka liniowego połączenia ściana-podłoga można pominąć (wartości ujemne) przy obliczaniu H_g w przypadku standardów WT. Zwiększenie wymagań do poziomu NF40 i NF15 skutkuje otrzymaniem wartości dodatnich Ψ_g . Analizowana sytuacja ma miejsce w przypadku opcji A, z zastosowaniem wymiarowania zewnętrznego, zalecanego do oceny