

## Obliczanie projektowego obciążenia cieplnego wg PN-EN 12831:2006



# Europejskie ciepło

Kontynuując tematykę rozpoczętą w poprzednim wydaniu „MI” dotyczącą obliczania projektowego obciążenia cieplnego wg PN-EN 12831:2006 dziś, chciałbym poruszyć kwestie wymiarowania, mostków cieplnych, straty ciepła do gruntu i wentylacyjnej straty ciepła.

Norma PN-EN 12831:2006 w swoim zasadniczym tekście (na poziomie europejskim) przewiduje trzy systemy wymiarowania:

- wymiary wewnętrzne,
- wymiary zewnętrzne,
- wymiary wewnętrzne całkowite.

Polski załącznik krajowy, spośród trzech systemów dopuszczonych w normie europejskiej, narzuca stosowanie wymiarów zewnętrznych. Są to wymiary mierzone po zewnętrznej stronie budynku. Przy określaniu wymiarów poziomych uwzględnia się połowę grubości ograniczającej ściany wewnętrznej i całą grubość ograniczającej ściany zewnętrznej. Natomiast wysokość ściany mierzy się pomiędzy powierzchniami podłóg. Powierzchnie przegród budowlanych, określone wg wymiarów zewnętrznych, mogą być większe od powierzchni określonych metodą dotychczasową („w osiach”).

### Mostki cieplne

Wg nowej normy w obliczeniach należy uwzględniać mostki cieplne. Norma podaje tu trzy metody:

- wg normy EN ISO 10211-2 (obliczenia numeryczne),
- w sposób przybliżony z wykorzystaniem wartości stabelizowanych podanych w normie EN ISO 14683
- lub metodą uproszczoną z użyciem współczynnika korekcyjnego, którego wartości podano w załączniku krajowym do normy PN-EN 12831.

Można przypuszczać, że w obliczeniach praktycznych najczęściej stosowana będzie metoda druga. Indywidualne modelowanie numeryczne poszczególnych mostków cieplnych wydaje się w praktyce zbyt czasochłonne. Natomiast metoda uproszczona obciążona jest dużym błędem – może prowadzić do znacznego zawyżenia

strat ciepła, zwłaszcza w budynkach dobrze zaizolowanych cieplnie.

### Straty ciepła do gruntu

Wg nowej normy w zupełnie inny sposób niż dotychczas określa się straty ciepła do gruntu. Norma podaje tu dwie metody:

- sposób szczegółowy wg normy EN ISO 13370
- sposób uproszczony, opisany w normie PN-EN 12831:2006.

Sposób uproszczony polega na wykorzystaniu tabel lub wykresów, które zostały sporządzone dla wybranych przypadków wg równań podanych w normie EN ISO 13370.

Wg nowej normy współczynnik straty ciepła (W/K) przez przenikanie do gruntu oblicza się w następujący sposób:

$$H_{i,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w$$

gdzie:

$f_{g1}$  - współczynnik korekcyjny, uwzględniający wpływ rocznych wahań temperatury zewnętrznej (zgodnie z załącznikiem krajowym do normy PN-EN 12831:2006 wartość orientacyjna wynosi 1,45);

$f_{g2}$  - współczynnik redukcji temperatury, uwzględniający różnicę między średnią roczną temperaturą zewnętrzną i projektową temperaturą zewnętrzną;

$A_k$  - powierzchnia elementu budynku (k) stykająca się z gruntem, m<sup>2</sup>;

$U_{equiv,k}$  - równoważny współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k); W/m<sup>2</sup>K;

$G_w$  - współczynnik uwzględniający wpływ wody gruntowej.

Współczynnik redukcji temperatury wynosi:

$$f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,c}) / (\theta_{int,i} - \theta_c)$$

gdzie:

$\theta_{int,i}$  - projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i), °C;

Wartość B'	Równoważny współczynnik przenikania ciepła podłogi $U_{equiv,bf}$ (dla $z = 1,5$ m)				
	bez izolacji	$U_{podłogi} = 2,0$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{podłogi} = 1,0$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{podłogi} = 0,5$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{podłogi} = 0,25$ W/m <sup>2</sup> K
2	0,86	0,58	0,44	0,28	0,16
4	0,64	0,48	0,38	0,26	0,16
6	0,52	0,4	0,33	0,25	0,15
8	0,44	0,35	0,29	0,23	0,15
10	0,38	0,31	0,26	0,21	0,14
12	0,34	0,28	0,24	0,19	0,14
14	0,3	0,25	0,22	0,18	0,13
16	0,28	0,23	0,2	0,17	0,12
18	0,25	0,22	0,19	0,16	0,12
20	0,24	0,2	0,18	0,15	0,11

Tabela. 1. Przykładowa tabela do określania równoważnego współczynnika przenikania ciepła podłogi ogrzewanego podziemia (płyta podłogi położona 1,5 m poniżej poziomu terenu). Na podstawie PN-EN 12831:2006

Ciepło przekazywane z przestrzeni ogrzewanej (i) do:	$\theta_{\text{przyleglej przestrzeni}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$
przyległego pomieszczenia w tej samej jednostce budynku (np. w mieszkaniu)	powinna być określona na podstawie przeznaczenia pomieszczenia
sąsiedniego pomieszczenia, należącego do innej jednostki budynku (np. do innego mieszkania)	$(\theta_{\text{int},i} + \theta_{\text{m},e})/2$
sąsiedniego pomieszczenia, należącego do oddzielnego budynku (ogrzewanego lub nieogrzewanego)	$\theta_{\text{m},e}$
gdzie: $\theta_{\text{int},i}$ projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i), $^{\circ}\text{C}$ ; $\theta_{\text{m},e}$ roczna średnia temperatura zewnętrzna, $^{\circ}\text{C}$ .	

Tabela 2. Temperatura przyległych przestrzeni ogrzewanych

$\theta_{\text{m},e}$  - roczna średnia temperatura zewnętrzna,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\theta_e$  - projektowa temperatura zewnętrzna,  $^{\circ}\text{C}$ .

Załącznik krajowy do normy PN-EN 12831:2006 podaje dwie wartości orientacyjne współczynnika  $G_w$ :

- $G_w = 1,15$ , jeśli odległość między założonym poziomem wody gruntovej i płytą podłogi jest mniejsza niż 1 m,
- $G_w = 1,00$  w pozostałych przypadkach.

Wartość współczynnika przenikania ciepła można również odczytać z tabeli 1. W obliczeniach komputerowych wygodniej jest wykorzystać

równania wg normy EN ISO 13370. Natomiast w „szybkich obliczeniach ręcznych” może być łatwiej skorzystać z tabel lub wykresów podanych w normie PN-EN 12831:2006.

## Wymiar charakterystyczny podłogi

Równoważny współczynnik przenikania ciepła dla podłogi na gruncie wyznacza się w zależności od wymiaru charakterystycznego podłogi  $B'$  (m). Wymiar  $B'$  to pole powierzchni podłogi podzielone przez połowę obwodu:

$$B' = A/0,5P$$

gdzie:

A - pole powierzchni podłogi,  $\text{m}^2$ ;

P - obwód podłogi (uwzględniający tylko ściany zewnętrzne), m.

Obwód podłogi P uwzględnia długość całkowitą ścian zewnętrznych, oddzielających ogrzewany budynek od otoczenia zewnętrznego lub nieogrzewanej przestrzeni, leżącej poza izolowaną obudową budynku (np. dobudowane garaże, pomieszczenia gospodarcze itp.)

## „Strata ciepła do sąsiada”

Dużą zmianą jest uwzględnianie tzw. straty ciepła do sąsiada. Zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 w obliczeniach obciążenia cieplnego poszczególnych pomieszczeń (ale nie całego budynku!) straty ciepła do pomieszczeń o tej samej funkcji, ale należących do innej jednostki budynku (mieszkania, lokalu użytkowego). Przyjmijmy, że rozpatrujemy ścianę pomiędzy dwoma pokojami miesz-

kalnymi. Projektowa temperatura wewnętrzna, określona na podstawie funkcji pomieszczenia, wynosi w obu przypadkach +20°C. W związku z tym według dotychczasowej metody różnica temperatury wynosiła 0 K, a straty ciepła 0 W. Takie podejście było uzasadnione, jeśli nie występowała możliwość indywidualnej regulacji temperatury wewnętrznej. Jednak obecnie istnieje obowiązek zapewnienia indywidualnej regulacji, a użytkownicy często z tej możliwości korzystają, np. obniżając temperaturę wewnętrzną w czasie swojej nieobecności w lokalu. Dlatego w praktyce często pojawia się różnica temperatury po obu stronach przegrody budowlanej, mimo że temperatura projektowa, określona na podstawie funkcji pomieszczenia, jest po obu stronach przegrody taka sama.

Możliwość wystąpienia takiej sytuacji przewiduje nowa norma. Zgodnie z nią temperaturę w sąsiednim pomieszczeniu przyjmuje się na podstawie przeznaczenia tylko wtedy, jeśli pomieszczenie to należy do tej samej jednostki budynku (mieszkania lub lokalu użytkowego). Natomiast jeśli pomieszczenie należy do innej jednostki, to zakłada się, że temperatura w tym pomieszczeniu może być obniżona w stosunku do wartości projektowej. Do obliczeń przyjmuje się średnią arytmetyczną z projektowej temperatury wewnętrznej i rocznej średniej temperatury zewnętrznej (tabela 2). Z kolei, jeżeli sąsiednie pomieszczenie należy do oddzielnego budynku (budynku przyległego), przyjmuje się średnią roczną temperaturę zewnętrzną.

Ponieważ ściany wewnętrzne pomiędzy pomieszczeniami ogrzewanymi najczęściej nie są izolowane cieplnie, to mogą wystąpić w tym przypadku znaczne straty ciepła. Dlatego zdaniem autora, wskazane jest izolowanie cieplne również przegród wewnętrznych, oddzielających pomieszczenia ogrzewane, jeśli pomieszczenia te należą do oddzielnych jednostek budynku (mieszkań lub lokali użytkowych). Izolację taką warto wykonywać z materiału, który oprócz izolacyjności cieplnej posiada właściwości izolacji akustycznej.

Opisane powyżej „straty ciepła do sąsiada” uwzględnia się w oblicze-

Typ pomieszczenia	$n_{min}$ h <sup>-1</sup>
Pomieszczenie mieszkalne (orientacyjnie)	0,5
Kuchnia lub łazienka z oknem	0,5
Pokój biurowy	1
Sala konferencyjna, sala lekcyjna	2

Tabela 3. Minimalna krotkość wymiany powietrza zewnętrznego

niach obciążenia cieplnego poszczególnych pomieszczeń (w celu doboru grzejników), natomiast nie uwzględnia się ich przy określaniu obciążenia cieplnego całego budynku (w celu doboru źródła ciepła). W skali całego budynku, jeśli część pomieszczeń będzie ogrzewana w sposób osłabiony, to powstanie w ten sposób nadwyżka mocy, która pozwoli na pokrycie zwiększonego zapotrzebowania na ciepło w pomieszczeniach przyległych.

## Wentylacyjna strata ciepła

Kolejna zmiana dotyczy wentylacji. Sposób określania „wentylacyjnej straty ciepła” uległ znacznemu rozbudowaniu w stosunku do normy PN-B-03406:1994. Obecnie określa się nie tylko strumień powietrza wymagany ze względów higienicznych, ale również strumień powietrza infiltrującego do pomieszczeń. Poza tym nowa norma wyraźnie rozróżnia budynek z wentylacją naturalną i mechaniczną. W przypadku wentylacji naturalnej, jako wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjmuje się większą z następujących wartości:

- wartość strumienia powietrza na drodze infiltracji  $V_{inf,i}$ ,
- minimalną wartość strumienia powietrza wentylacyjnego, wymaganą ze względów higienicznych  $V_{\&min,i}$ .

$$V_i = \max(V_{inf,i}, V_{\&min,i}) \text{ m}^3/\text{h}$$

Jednak w przypadku większości typowych budynków do 10 m wysokości o strumieniu powietrza wentylacyjnego decyduje strumień powietrza higienicznego.

Minimalny strumień objętości powietrza, wymagany ze względów higienicznych, dopływający do przestrzeni ogrzewanej (i) określa się w sposób następujący:

$$V_{\&min,i} = n_{min} \cdot V_i$$

gdzie:

$n_{min}$  - minimalna krotkość wymiany powietrza na godzinę (tabela 3), h<sup>-1</sup>;

$V_i$  - kubatura przestrzeni ogrzewanej (i) (obliczona na podstawie wymiarów wewnętrznych), m<sup>3</sup>.

Zmianie uległa krotkość wymiany wymagana ze względów higienicznych. Zgodnie z nową normą krotkość ta zależy od przeznaczenia pomieszczenia. Załącznik krajowy przewiduje

trzy wartości od 0,5 do 2 wymian na godzinę (tabela 3).

W przypadku wentylacji mechanicznej dodatkowo uwzględnia się:

- strumień objętości powietrza doprowadzonego
- oraz nadmiar strumienia objętości powietrza usuwanego (dodatkowa infiltracja, jeżeli strumień powietrza usuwanego jest większy od strumienia dostarczanego).

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \cdot f_{vi} + V_{mech,inf,i}$$

gdzie:

$V_{inf,i}$  - strumień powietrza infiltrującego do przestrzeni ogrzewanej (i), m<sup>3</sup>/h;

$V_{su,i}$  - strumień objętości powietrza doprowadzonego do przestrzeni ogrzewanej (i), m<sup>3</sup>/h;

$f_{vi}$  - współczynnik redukcji temperatury;

$V_{mech,inf,i}$  - nadmiar strumienia objętości powietrza usuwanego z przestrzeni ogrzewanej (i), m<sup>3</sup>/h.

Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła oblicza się w następujący sposób:

$$H_{vi} = 0,34 \cdot V_i$$

gdzie:

$V_i$  - strumień objętości powietrza wentylacyjnego przestrzeni ogrzewanej (i), m<sup>3</sup>/h.

## Podsumowanie

Niewątpliwą zaletą wprowadzenia nowej metodyki obliczania zapotrzebowania na ciepło jest jej ujednolicenie na obszarze Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego. Ułatwi to inżynierom świadczenie usług projektowych w innych krajach Unii Europejskiej (choćby szczegółowe wymagania w poszczególnych krajach członkowskich, określone w załącznikach krajowych, mogą się różnić). W praktyce obliczenia obciążenia cieplnego (zapotrzebowania na ciepło) wykonywane są z wykorzystaniem odpowiednich programów komputerowych do obliczania zapotrzebowania na ciepło.

 dr inż. Michał Strzeszewski