

# **Całkowita projektowa strata ciepła i projektowe obciążenie cieplne. Metoda obliczania**

## **I. WSTĘP**

W dniu 5 czerwca 2006 r. została zatwierdzona norma PN-EN 12831:2006, stanowiąca tłumaczenie normy europejskiej EN 12831:2003. Nowa norma wprowadza wiele istotnych i szerokich zmian w stosunku do dotychczasowej metodyki obliczania zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków, dlatego też w zasadzie powinno się mówić raczej o zupełnie nowej metodyce, niż o modyfikacji obecnego sposobu prowadzenia obliczeń.

W dniu 6 listopada 2008 r. Minister Infrastruktury podpisał Rozporządzenie zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2008 nr 201, wprowadzające m.in. obowiązek stosowania nowej normy PN-EN 12831:2006 od 1 stycznia 2009 r.

Warto dodać, że Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2008 nr 201), wprowadza m.in. obowiązek stosowania całości normy PN-EN 12831:2006 od 1 stycznia 2009 r. w zakresie § 134 ust. 1:

§ 134. 1. Instalacje i urządzenia do ogrzewania budynku powinny mieć szczytową moc cieplną określoną zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń, a także obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła przegród budowlanych.

Przytoczona nowa norma PN-EN 12831:2006 wprowadza dużo zmian do dotychczasowej procedury obliczania zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków. Oprócz powyższych zmian norma PN-EN 12831:2006 wprowadza również nowy system pojęć.

Tabela.9.3.3/1. Porównanie wybranych wielkości i symboli występujących w normach [2] [5]

PN-EN 12831:2006			PN-B-03406:1994		
Pojęcie	Sym bol	Jednos tka	Pojęcie	Sym bol	Jednos tka

Całkowita projektowa strata ciepła	$\Phi$	W	Zapotrzebowanie na ciepło	Q	W
Projektowe obciążenie cieplne	$\Phi_{HL,i}$	W			
Projektowa strata ciepła przez przenikanie	$\Phi_T$	W	Straty ciepła przez przenikanie	$Q_p$	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła	$\Phi_v$	W	Zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji	$Q_w$	W
Współczynnik projektowej straty ciepła	H	W/K	-	-	-
Projektowa temperatura wewnętrzna <sup>1</sup>	$\theta_{rt}$	°C	Obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniu	$t_r$	°C
Projektowa temperatura zewnętrzna	$\theta_o$	°C	Obliczanie temperatury powietrza zewnętrznego	$t_r$	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna	$\theta_{m,e}$	°C	-	-	-

<sup>1</sup>temperatura operacyjna w centralnym miejscu przestrzeni ogrzewanej (na wysokości między 0,6 a 1,6m) stosowana do obliczeń projektowych strat ciepła.

Bardzo istotną zmianą w systemie pojęć zawartych w nowej normie PN-EN 12831:2006, a mającą zasadniczy wpływ na obliczenia, jest rozróżnienie pojęć takich jak „całkowita projektowa strata ciepła” i „projektowe obciążenie cieplne”. Różnica polega na tym, że „projektowe obciążenie cieplne” uwzględnia nadwyżkę mocy cieplnej, która jest wymagana do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania. W normie PN-B-03406:1994 zrezygnowano natomiast ze względów ekonomicznych z występującego wcześniej „dodatku na przerwy w działaniu ogrzewania” (czyli odpowiednika wspomnianej nadwyżki mocy cieplnej).

Nowa norma PN-EN 12831:2006 podaje sposób obliczania obciążenia cieplnego:

- dla poszczególnych pomieszczeń (przestrzeni ogrzewanych) w celu doboru grzejników,
- dla całego budynku lub jego części w celu doboru źródła ciepła.

Kolejną istotną zauważalną zmianą jest użycie określenia „projektowy”, zamiast dotychczasowego słowa „obliczeniowy”. Jednakże zmiana ta jest najprawdopodobniej jedną z

najłatwiejszych do przyswojenia, ponieważ dotyczy jedynie słownictwa i nie wpływa na tok obliczeń.

Metoda przedstawiona w normie PN-EN 12831:2006 może być stosowana w tzw. „podstawowych przypadkach”, gdzie mamy do czynienia z budynkami o wysokości pomieszczeń ograniczonej do 5 m, przy założeniu że są one ogrzewane w warunkach projektowych do osiągnięcia stanu ustalonego. Natomiast w załączniku informacyjnym (nienormatywnym) do tej normy zamieszczono instrukcje obliczania projektowych strat ciepła w przypadkach szczególnych, dotyczących:

- pomieszczenia o dużej wysokości (powyżej 5 m),
- budynków o znacznej różnicy między temperaturą powietrza i średnią temperaturą promieniowania.

Prócz tego norma podaje metodę uproszczoną, która może być stosowana dla budynków mieszkalnych, w których krotność wymiany powietrza, przy różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem budynku równej 50 Pa,  $n_{50}$  jest niższa od  $3 \text{ h}^{-1}$ .

Na koniec warto zaznaczyć, że niewątpliwą zaletą wprowadzenia norm europejskich jest ułatwienie inżynierom świadczenia usług projektowych w innych krajach Unii Europejskiej. Jednakże należy pamiętać, że szczegółowe wymagania w poszczególnych krajach członkowskich, podane w załącznikach krajowych do normy, mogą się różnić.

## **II. DANE KLIMATYCZNE ORAZ WARTOŚCI TEMPERATURY**

### ***Strefy klimatyczne oraz projektowa i średnia roczna temperatura zewnętrzna:***

#### a) Strefy klimatyczne

Podział Polski na strefy klimatyczne został przedstawiony na rysunku 9.3.3/1. Podział według normy PN-EN 12831:2006 odpowiada dokładnie dotychczasowemu podziałowi według normy PN-82/B-02403. Jediną obecnie zmianą jest fakt, że podział ten został podany w załączniku krajowym do normy PN-EN 12831:2006 na obliczanie obciążenia cieplnego, a nie w oddzielnej normie.

W metodzie obliczeniowej przedstawionej w normie PN-EN 12831:2006 wykorzystywane są następujące dane klimatyczne:

- projektowa temperatura zewnętrzna  $\theta_e$  do obliczeń projektowych strat ciepła,
- średnia roczna wartość temperatury zewnętrznej  $\theta_{m,e}$  do obliczeń strat ciepła do gruntu.

W celu określenia projektowych danych klimatycznych konieczne jest wykonanie obliczeń. Ponieważ nie zostało zawarte porozumienie europejskie dotyczące obliczeń i przedstawiania parametrów klimatycznych, dlatego też należy stosować zdefiniowane i opublikowane wartości krajowe.

W celu obliczania i przedstawiania projektowej temperatury zewnętrznej, krajowe lub państwowe instytucje mogą powoływać się na normę PN-EN ISO 15927-5. Inną możliwością określania projektowej temperatury zewnętrznej jest zastosowanie najniższej wartości średniej temperatury z dwóch dni, zarejestrowanej dziesięć razy w okresie ponad dwudziestu lat.



Rys. 9.3.3/1 Podział terytorium Polski na strefy klimatyczne [7]

b) Projektowa temperatura zewnętrzna

Wartości projektowej temperatury zewnętrznej zostały zamieszczone w tabeli 9.3.3/2. Według normy PN-EN 12831:2006 projektowa temperatura zewnętrzna odpowiada

obliczeniowej temperaturze powietrza na zewnątrz budynku według normy PN-82/B-02403. Zmiany obejmują jedynie stosowanego systemu pojęć w tym zakresie oraz zamieszczenia wartości temperatury w załączniku krajowym do normy PN-EN 12831:2006 na obliczanie obciążenia cieplnego, a nie w osobnej normie.

Tabela 9.3.3/2 Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna [5]

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

c) Średnia roczna temperatura zewnętrzna

W załączniku krajowym do normy PN-EN 12831:2006 znajdują się również wartości średniej rocznej temperatury zewnętrznej (tabela 9.3.3/2). Wartości te dotychczas nie były podawane w normie PN-82/B-02403, gdyż nie były potrzebne do obliczania zapotrzebowania na ciepło według normy PN-B-03406:1994. Obecnie jednak są one wykorzystywane do obliczania strat ciepła do gruntu oraz strat ciepła przez przenikanie do przyległych pomieszczeń.

**Projektowa temperatura wewnętrzna**

Temperaturą wewnętrzną stosowaną do obliczeń projektowej straty ciepła jest projektowa temperatura wewnętrzna  $\theta_{int}$ . W podstawowym przypadku przyjmowane są takie same wartości temperatury operacyjnej i temperatury powietrza wewnętrznego. W przypadku w których nie ma to zastosowania należy odwołać się do Załącznika B normy PN-EN 12831:2006.

Norma PN-EN 12831:2006 podaje również wartości projektowej temperatury wewnętrznej zgodnie z tabelą 9.3.3/3. Uprzednio wartości „temperatury obliczeniowej w pomieszczeniach” podawane były w normie PN-82/B-02402, a następnie znalazły się w

Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

W zasadzie tabela znajdująca się w normie PN-EN 12831:2006 jest powtórzeniem tabeli z przytoczonego powyżej Rozporządzenia, z małymi zmianami. W przypadku normy PN-82/B-02402 nastąpiły zmiany w stosunku do nowej normy PN-EN 12831:2006 polegające na obniżeniu temperatury w pomieszczeniach przeznaczonych do rozbierania oraz na pobyt ludzi bez odzieży (np. łazienki, gabinety lekarskie) z 25°C do 24°C oraz rezygnacji z najwyższej temperatury 32°C.

Tabela 9.3.3/3 Projektowa temperatura wewnętrzna [5]

Przeznaczenie lub sposób wykorzystana pomieszczeń	Przykłady pomieszczeń	$t_{int}$ °C
<ul style="list-style-type: none"> <li>nieprzeznaczone na pobyt ludzi,</li> <li>przemysłowe - podczas działania ogrzewania dyżurnego (jeśli pozwalają na to względy technologiczne)</li> </ul>	magazyny bez stałej obsługi, garaże indywidualne, hale postojowe (bez remontów), akumulatornie, maszynownie szyby dźwigów osobowych	5
<ul style="list-style-type: none"> <li>w których nie występują zyski ciepła, a jednorazowy pobyt ludzi znajdujących się w ruchu okryciach zewnętrznych nie przekracza 1 h,</li> <li>w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp. przekraczające 25 W na 1 m<sup>3</sup> kubatury pomieszczenia</li> </ul>	klatki schodowe w budynkach mieszkalnych,  hale sprężarek, pompownie, kuźnie, hartownie, wydziały obróbki cieplnej	8

<ul style="list-style-type: none"> <li>• w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone do stałego pobytu ludzi, znajdujących się w okryciach zewnętrznych lub wykonujących pracę fizyczną o wydatku energetycznym powyżej 300 W</li> <li>• w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., wynoszące od 10 do 25 W na 1 m<sup>3</sup> kubatury pomieszczenia</li> </ul>	<p>magazyny i składy wymagające stałej obsługi, hole wejściowe, poczekalnie przy salach widowiskowych bez szatni, kościoły</p> <p>hale pracy fizycznej o wydatku energetycznym powyżej 300 W, hale formiarni, maszynownie chłodni, ładownie akumulatorów, hale targowe, sklepy rybne i mięsne</p>	12
<ul style="list-style-type: none"> <li>• w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone na pobyt ludzi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- w okryciach zewnętrznych w pozycji siedzącej i stojącej,</li> <li>- bez okryć zewnętrznych znajdujących się w ruchu lub wykonujących pracę fizyczną o wydatku energetycznym do 300 W,</li> </ul> </li> <li>• w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., nieprzekraczające 10W na 1 m<sup>2</sup> kubatury pomieszczenia</li> </ul>	<p>sale widowiskowe bez szatni, ustępy publiczne, szatnie okryć zewnętrznych, hale produkcyjne, sale gimnastyczne,</p> <p>kuchnie indywidualne wyposażone w paleniska węglowe</p>	16
<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeznaczone na stały pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych niewykonywujących w sposób ciągły pracy fizycznej</li> <li>• kotłownie i węzły cieplne</li> </ul>	<p>pokoje mieszkalne, przedpokoje, kuchnie indywidualne wyposażone w paleniska gazowe lub elektryczne, pokoje biurowe, sale posiedzeń, muzea i galerie sztuki z szatniami, audytoria</p>	20

<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeznaczone do rozbierania</li> <li>• przeznaczone na pobyt ludzi bez odzieży</li> </ul>	<p>łazienki, rozbieralnie, szatnie, umywalnie natryskowe, hale pływalni, gabinety lekarskie z rozbieraniem pacjentów, sale niemowląt i sale dziecięce w żłobkach, sale operacyjne</p>	24
--	---	----

W przypadku pożądanej jakości cieplnej w przestrzeni można ją wybrać z trzech kategorii A, B, C wymienionych w tablicy 9.3.3/4

Tabela 9.3.3/4 Trzy kategorie wewnętrznego środowiska cieplnego [5]

Kategoria wewnętrznego środowiska cieplnego	Globalny stan cieplny ciała	
	Przewidywany procent niezadowolonych PPD	Przewidywana ocena średnia PMV
A	< 6 %	- 0,2 < PMV < + 0,2
B	< 10 %	- 0,5 < PMV < + 0,5
C	< 15 %	- 0,7 < PMV < + 0,7

Zaleca się, aby projektową temperaturę wewnętrzną dla ogrzewania wybrano jako najniższą temperaturę z dopuszczalnego zakresu temperatury w wybranej kategorii.

Tabela 9.3.3/5 Projektowa temperatura wewnętrzna [5]

Typ budynku/przestrzeni	Odzież zima	Aktywność met	Kategoria wewnętrznego środowiska cieplnego	Temperatura operacyjna zima °C
Pojedyncze biuro	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0
			B	20,0 - 24,0
			C	19,0 - 25,0
Rozległe biuro	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0
			B	20,0 - 24,0
			C	19,0 - 25,0
Sala konferencyjna	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0



			B	—
			C	20,0 - 24,0
Audytorium	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0
			B	20,0 - 24,0
			C	19,0 - 25,0
Kawiarnia/ restauracja	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0
			B	20,0 - 24,0
			C	19,0 - 25,0
Sala lekcyjna	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0
			B	20,0 - 24,0
			C	19,0 - 25,0
Żłobek	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0
			B	20,0 - 24,0
			C	19,0 - 25,0
Sklep	1,0	1,6	A	17,5 - 20,5
			B	16,0 - 22,0
			C	15,0 - 23,0
Pokój mieszkalny	1,0	1,2	A	21,0 - 23,0
			B	20,0 - 24,0
			C	19,0 - 25,0
Łazienka	0,2	1,6	A	24,5 - 25,5
			B	23,5 - 26,5
			C	23,0 - 27,0
Kościół	1,5	1,3	A	16,5 - 19,5
			B	15,0 - 21,0
			C	14,0 - 22,0
Muzeum/ galeria	1,0	1,6	A	17,5 - 20,5
			B	16,0 - 22,0
			C	15,0 - 23,0

### ***Dane budynku***

Dane wejściowe potrzebne do wykonania obliczeń w odniesieniu do kolejnych pomieszczeń przedstawiono poniżej:

$V_i$  - objętość powietrza w każdym pomieszczeniu (przestrzeni ogrzewanej lub nieogrzewanej) w metrach sześciennych [ $m^3$ ];

$A_k$  - powierzchnia każdego elementu budowanego w metrach kwadratowych [ $m^2$ ];

$U_k$  - współczynnik przenikania ciepła każdego elementu budynku w watach na metr kwadratowy razy kelwin [ $W/m^2 \cdot K$ ];

$\Psi_i$  - liniowy współczynnik przenikania ciepła każdego liniowego mostka cieplnego w watach na metr razy kelwin [ $W/m \cdot K$ ];

$l_i$  - długość każdego liniowego mostka cieplnego w metrach [m].

Obliczenia współczynnika przenikania ciepła (wartości U) elementów budynku powinny się odbywać z uwzględnieniem warunków brzegowych i charakterystyk materiałowych, które są określone oraz zalecane w normach (projektach norm). W tabeli 9.3.3/6 został dokonany przegląd wszystkich parametrów, które są używane do obliczania wartości U elementów budowlanych, łącznie z powołaniem się na odpowiednie normy, które powinny być stosowane. W przypadku stosowania typowych warunków lub przepisów lokalnych można powoływać się na wartości krajowe. Tego typu wartości powinny być określone i opublikowane na szczeblu krajowym.

Tabela 9.3.3/6 Parametry do obliczeń wartości U [5]

Symbol i jednostka	NAZWA PARAMETRU	Powołanie na odpowiednie normy (projekty norm) (pr)EN
$R_{si}$ ( $m^2 \cdot K/W$ )	Opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej	EN ISO 6946
$R_{se}$ ( $m^2 \cdot K/W$ )	Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej	EN ISO 6946
$\lambda$ ( $W/m \cdot K$ )	Współczynnik przewodzenia ciepła (materiały jednorodne): <ul style="list-style-type: none"> <li>określenie deklarowanych i projektowych wartości (procedura)</li> <li>stabelaryzowane wartości projektowe (wartości bezpieczne)</li> <li>typy gruntu</li> <li>warunki lokalizacji i warunki wilgotnościowe (w zależności od kraju)</li> </ul>	EN ISO 10456 EN 12524 EN ISO 13370 normy krajowe
$R$ ( $m^2 \cdot K/W$ )	Opór cieplny (nie)jednorodnych materiałów	EN ISO 6946
$R_{s1}$ ( $m^2 \cdot K/W$ )	Opór cieplny warstw i pustek powietrznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>niewentylowanych, słabo i dobrze wentylowanych warstw powietrza</li> <li>w zespolonych i podwójnych oknach</li> </ul>	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1
$U$ ( $W/(m^2 \cdot K)$ )	Współczynnik przenikania ciepła: <ul style="list-style-type: none"> <li>ogólna metoda obliczania</li> <li>okna, drzwi (wartości obliczone i stabelaryzowane)</li> <li>ramy (metoda numeryczna)</li> <li>oszklenie</li> </ul>	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1 prEN ISO 10077-2 EN 673
$\Psi'$ ( $W/m \cdot K$ )	Liniowy współczynnik przenikania ciepła (mostek cieplny): <ul style="list-style-type: none"> <li>obliczenia szczegółowe (numeryczne – 3D)</li> <li>obliczenia szczegółowe (2D)</li> <li>obliczenia uproszczone</li> </ul>	EN ISO 10211-1 EN ISO 10211-2 EN ISO 14683
$\chi$ ( $W/K$ )	Punktowy współczynnik przenikania ciepła (mostek cieplny 3D)	EN ISO 10211-1

W celu określenia współczynnika wentylacyjnej straty ciepła, stosuje się następujące wielkości, odpowiednio do potrzeb:

$n_{\min}$  - minimalna wartość krotności wymiany powietrza na godzinę [ $\text{h}^{-1}$ ];

$n_{50}$  - krotność wymiany powietrza na godzinę przy różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem budynku równej 50 Pa [ $\text{h}^{-1}$ ];

$\dot{V}_{\text{inf}}$  - strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności obudowy budynku, z uwzględnieniem wiatru i ciągu kominowego w metrach sześciennych na sekundę [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];

$\dot{V}_{\text{su}}$  - strumień powietrza doprowadzanego w metrach sześciennych na sekundę [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];

$\dot{V}_{\text{ex}}$  - strumień powietrza usuwanego w metrach sześciennych na sekundę [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];

sprawność instalacji odzysku ciepła z powietrza usuwanego.

Wybór dotyczący zastosowanych wymiarów budynku powinien być jasno określony. Bez względu na dokonany wybór w obliczeniach powinny one uwzględniać straty przez całą powierzchnię ścian zewnętrznych. Wymiary wewnętrzne, zewnętrzne lub całkowite wewnętrzne mogą być stosowane według normy EN ISO 13789, ale wybór wymiarów budynku powinien być jasno określony i być jednakowy w całym obliczeniach.

### III. ZASADA METODY OBLICZENIOWEJ

Metoda obliczeniowa została oparta o następujące hipotezy:

- równomierny rozkład temperatury powietrza i temperatury projektowej
- straty ciepła są obliczane w warunkach ustalonych, przy założeniu stałych właściwości takich jak wartości temperatury, charakterystyki elementów budynku, itd.

Procedura dotycząca podstawowych przypadków może być zastosowana w odniesieniu do większości budynków:

- z pomieszczeniami o wysokości nie przekraczającej 5 m;
- ogrzewanych lub przewidzianych do ogrzewania do określonej ustalonej temperatury;
- w odniesieniu do których zakłada się, że wartości temperatury powietrza temperatury operacyjnej są takie same.

W budynkach słabo zaizolowanych i/lub podczas okresów nagrzewania z użyciem instalacji, w których ciepło przekazywane jest głównie na drodze konwekcji, np. zastosowaniem ogrzewań powietrznych lub w przypadku dużych powierzchni ogrzewanych z użyciem dużych płaszczyzn promieniujących, np. ogrzewań podłogowych lub sufitowych, mogą pojawić się znaczące różnice między wartościami temperatury powietrza temperatury

operacyjnej, a także odchylenie od jednakowego rozkładu temperatury w pomieszczeniu, co mogłoby przyczynić się do powstania znacznego odstępstwa od przypadku podstawowego. Tego typu przypadki powinny być rozpatrywane jako przypadki szczególne, co pokazuje Załącznik B do normy PN-EN 12831:2006. W przypadku niejednorodnego rozkładu temperatury można się posłużyć do obliczeń punktem „Straty ciepła między przestrzeniami ogrzewanymi do różnych wartości temperatury”.

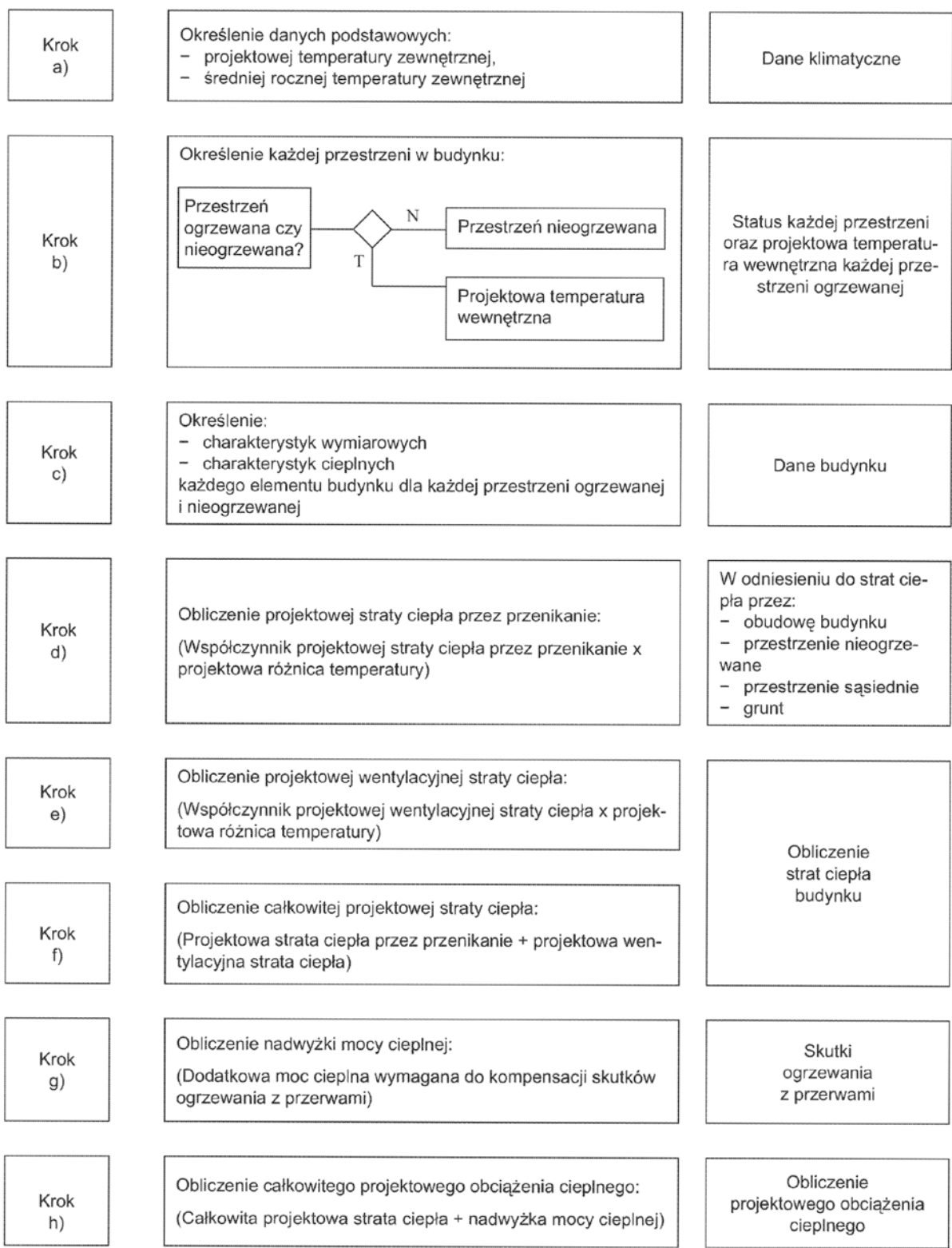
Na początku obliczane są projektowe straty ciepła, a następnie wyniki tych obliczeń wykorzystywane są do obliczeń projektowego obciążenia cieplnego.

#### **IV. POSTANOWIENIA OGÓLNE**

##### ***Procedura obliczeniowa w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej***

Zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 procedura obliczeniowa stosowana do przestrzeni ogrzewanej została podzielona na następujące kroki

- a) określenie wartości projektowej temperatury zewnętrznej i średniej rocznej temperatury zewnętrznej;
- b) określenie statusu każdej przestrzeni (czy jest ogrzewana, czy nie) oraz wartości projektowej temperatury wewnętrznej dla każdej przestrzeni ogrzewanej;
- c) określenie charakterystyk wymiarowych i cieplnych wszystkich elementów budynku dla wszystkich przestrzeni ogrzewanych i nieogrzewanych;
- d) obliczenie wartości współczynnika projektowej straty ciepła przez przenikanie i następnie projektowej straty ciepła przez przenikanie przestrzeni ogrzewanej;
- e) obliczenie wartości współczynnika projektowej wentylacyjnej straty ciepła i wentylacyjnej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej;
- f) obliczenie całkowitej projektowej straty ciepła;
- g) obliczenie nadwyżki mocy cieplnej przestrzeni ogrzewanej, czyli dodatkowej mocy cieplnej, potrzebnej do skompensowania skutków przerw w ogrzewaniu;
- h) obliczenie całkowitego projektowego obciążenia cieplnego przestrzeni ogrzewanej. [5]



Rysunek 9.3.3/2 Procedura obliczeniowa w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej [5]

### ***Procedura obliczeniowa w odniesieniu do części budynku lub budynku***

W celu obliczenia i dobrania urządzenia dostarczającego ciepło tzn. wymiennika ciepła lub źródła ciepła, należy obliczyć całkowite projektowe obciążenie cieplne części budynku lub całego budynku. Procedura obliczeniowa opiera się na wynikach obliczeń wykonanych w odniesieniu do każdej przestrzeni ogrzewanej.

Zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 procedura obliczeniowa w odniesieniu do części budynku lub budynku została podzielona na następujące kroki:

- a) obliczenie sumy projektowych strat ciepła przez przenikanie we wszystkich przestrzeniach ogrzewanych bez uwzględnienia ciepła wymienianego wewnątrz określonych granic instalacji;
- b) obliczenie sumy projektowych wentylacyjnych strat ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych bez uwzględniania ciepła wymienianego wewnątrz określonych granic instalacji;
- c) obliczenie całkowitej projektowej straty ciepła budynku;
- d) obliczenie całkowitej nadwyżki ciepła budynku, wymaganej do skompensowania skutków przerw w ogrzewaniu;
- e) obliczenie obciążenia cieplnego budynku. [5]

### ***Procedura obliczeniowa w odniesieniu do metody uproszczonej***

W odniesieniu do metody uproszczonej procedura obliczeniowa jest taka sama jak przedstawiona w punkcie „Procedura obliczeniowa w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej” oraz punkcie „Procedura obliczeniowa w odniesieniu do części budynku lub budynku”.

#### **Ograniczenia stosowania:**

Ograniczenia stosowania niniejszej uproszczonej metody obliczeniowej powinny być określone w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku danych krajowych, metoda uproszczona może być stosowana w odniesieniu do budynków mieszkalnych, w których krotność wymiany powietrza przy różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem budynku równej 50 Pa,  $n_{50}$ , jest niższa niż  $3 \text{ h}^{-1}$ .

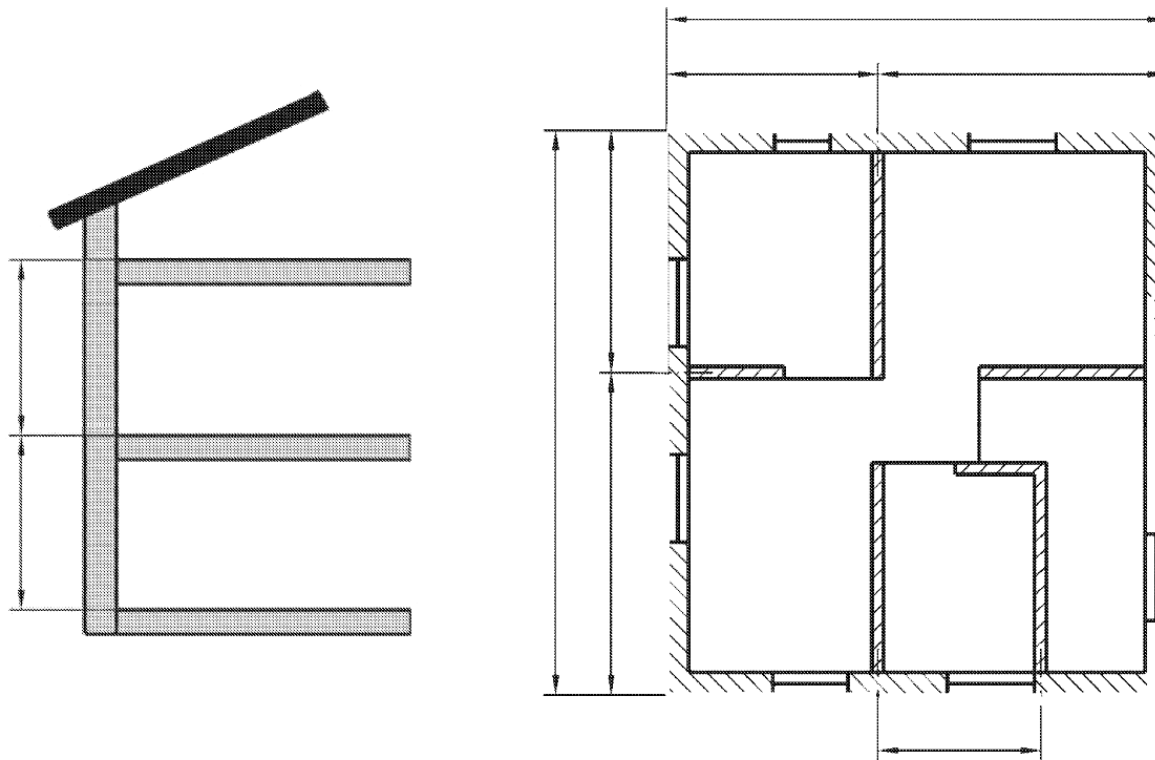
### Współczynnik poprawkowy temperatury:

Wartości orientacyjne współczynnika poprawkowego temperatury  $f_k$  zostały przedstawione w tabeli 9.3.3/7.

Tabela 9.3.3/7 Współczynnik poprawkowy temperatury  $f_k$  do uproszczonej metody obliczeniowej [5]

Straty ciepła:	$f_k$	Komentarze
bezpośrednio na zewnątrz	1,00	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane jeżeli mostki
	1,40	cieplne nie są zaizolowane dla okien, drzwi
	1,00	
przez przestrzeń nieogrzewaną	0,80	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane jeżeli mostki
	1,00	cieplne nie są zaizolowane
przez grunt	0,3	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane jeżeli mostki
	0,42	cieplne nie są zaizolowane
przez poddasze	0,90	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane jeżeli mostki
	1,26	cieplne nie są zaizolowane
przez przestrzeń podpodłogową	0,92	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane jeżeli mostki
	1,26	cieplne nie są zaizolowane
do przylegającego budynku	0,50	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane jeżeli mostki
	0,70	cieplne nie są zaizolowane
do przylegającej jednostki budynku	0,30	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane jeżeli mostki
	0,42	cieplne nie są zaizolowane

Obliczenia metodą uproszczoną powinny być przeprowadzane na podstawie wymiarów zewnętrznych (patrz Rysunek 9.3.3/3). Podstawą wymiarów pionowych jest odległość od powierzchni podłogi do powierzchni podłogi (tzn. grubość podłogi w podziemiu nie jest uwzględniana). W przypadku ścian wewnętrznych podstawą wymiarów poziomych jest odległość do osi ściany, (tzn. ściany wewnętrzne są uwzględniane do połowy ich grubości).



Rysunek 9.3.3/3 Przykłady wymiarów zewnętrznych w uproszczonej metodzie obliczeniowej [5]

Projektowe straty ciepła przestrzeni ogrzewanej:

a) Całkowite projektowe straty ciepła

Całkowite projektowe straty ciepła przestrzeni ogrzewanej ( $i$ ) oblicza się według normy PN-EN 12831:2006 następująco:

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \quad [\text{W}] \quad (9.3.3/1)$$

gdzie:

$\Phi_{T,i}$  - projektowe straty ciepła przez przenikanie ogrzewanej przestrzeni ( $i$ ), [W];

$\Phi_{V,i}$  - projektowe wentylacyjne straty ciepła ogrzewanej przestrzeni ( $i$ ), [W];

$f_{\Delta\theta,i}$  - poprawkowy współczynnik temperatury uwzględniający dodatkowe straty ciepła pomieszczeń ogrzewanych do wyższej temperatury niż przyległe ogrzewane pomieszczenia np. łazienka ogrzewana do temperatury 24°C.



Według normy PN-EN 12831:2006 wartości orientacyjne poprawkowego współczynnika temperaturowego  $f_{\Delta\theta}$  w odniesieniu do pomieszczeń ogrzewanych do temperatury wyższej niż przyległe pomieszczenia ogrzewane np. łazienka, zostały przedstawione w tabeli 9.3.3/8.

Tabela 9.3.3/8 Poprawkowy współczynnik temperaturowy  $f_{\Delta\theta}$  [5]

Wewnętrzna projektowa temperatura pomieszczenia	$f_{\Delta\theta}$
normalna	1,0
podwyższona	1,6

b) Projektowe straty ciepła przez przenikanie

Według normy PN-EN 12831:2006 projektowe straty ciepła przez przenikanie  $\Phi_{T,i}$  w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej ( $i$ ) oblicza się w następujący sposób:

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \text{ [W]} \quad (9.3.3/2)$$

gdzie:

$f_k$  - współczynnik poprawkowy temperatury w odniesieniu do elementu budynku ( $k$ ), uwzględniający różnicę między temperaturą odpowiadającą rozpatrywanemu przypadkowi, a projektową temperaturą zewnętrzną;

$A_k$  - powierzchnia elementu budynku ( $k$ ), [m<sup>2</sup>];

$U_k$  - współczynnik przenikania ciepła elementu budynku ( $k$ ), [W/m<sup>2</sup>·K].

c) Projektowe wentylacyjne straty ciepła

Według normy PN-EN 12831:2006 projektowe wentylacyjne straty ciepła,  $\Phi_{v,i}$  ogrzewanej przestrzeni ( $i$ ) oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{v,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{min},i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \text{ [W]} \quad (9.3.3/3)$$

gdzie:

$\dot{V}_{\text{min},i}$  - minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej ( $i$ ) wymagana ze względów higienicznych, [m<sup>3</sup>/h].

Minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej (i) wymagana ze względów higienicznych określona jest z zależności:

$$\dot{V}_{\min.,i} = n_{\min.} \cdot V_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (9.3.3/4)$$

gdzie:

$n_{\min}$  - minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego na godzinę [ $\text{h}^{-1}$ ];

$V_i$  - kubatura ogrzewanej przestrzeni (i) w metrach sześciennych ( $\text{m}^3$ ), obliczana na podstawie wymiarów wewnętrznych. W przybliżeniu kubatura ta stanowi 0,8 kubatury obliczanej na podstawie wymiarów zewnętrznych.

Wartości minimalnej krotności wymiany powietrza zewnętrznego winny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy, jednakże norma PN-EN 12831:2006 podaje wartości orientacyjne minimalnej krotności wymiany powietrza  $n_{\min}$ , co pokazuje tabela 9.3.3/9.

Tabela 9.3.3/9 Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego  $n_{\min}$  [5]

Typ pomieszczenia	$n_{\min.}$ $\text{h}^{-1}$
Pomieszczenie mieszkalne (orientacyjnie)	0,5
Kuchnia lub łazienka z oknem	1,5
Pokój biurowy	1,0
Sala konferencyjna, sala lekcyjna	2,0

UWAGA: Strumień powietrza wytwarzany w instalacji wentylacji mechanicznej zależy od projektu zwymiarowania instalacji wentylacyjnej. Równoważna krotność wymiany powietrza zewnętrznego może być obliczona w odniesieniu do każdego pomieszczenia wentylowanego mechanicznie, na podstawie strumienia objętości powietrza w instalacji wentylacji mechanicznej (wskazanej przez projektanta instalacji wentylacji mechanicznej), temperatury dostarczanego powietrza kubatury każdego pomieszczenia. [5]

#### Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej:

##### a) Całkowite obciążenie cieplne

Całkowite obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej (i)  $\Phi_{\text{HL},i}$  oblicza się w następujący sposób:

$$\Phi_{\text{HL},i} = \Phi_i + \Phi_{\text{RH},i} \quad [\text{W}] \quad (9.3.3/5)$$

gdzie:

$\Phi_i$  – całkowite projektowe straty ciepła przestrzeni ogrzewanej (i), [W];

$\Phi_{RH,i}$  – nadwyżka mocy cieplnej przestrzeni ogrzewanej (i), [W].

b) Przestrzenne ogrzewanie z przerwami lub z osłabieniem

Nadwyżkę mocy cieplnej wymaganą do skompensowania skutków nieciągłego ogrzewania,  $\Phi_{RH,i}$ , w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej (i) oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W] \quad (9.3.3/6)$$

gdzie:

$A_i$  - powierzchnia podłogi przestrzeni ogrzewanej (i) w metrach kwadratowych [m<sup>2</sup>];

$f_{RH}$  - współczynnik dogrzewania zależny od typu budynku, jego konstrukcji, czasu dogrzewania i zakładanego spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia. [5]

Wartości współczynnika ponownego nagrzewania,  $f_{RH}$ , powinny być podane w załączniku krajowym do normy PN-EN 12831:2006, jednakże norma PN-EN 12831:2006 podaje wartości współczynnika nagrzewania  $f_{RH}$ , zgodnie z tabelą 9.3.3/10 oraz tabelą 9.3.3/11.

Zawarte w tabelach wartości odnoszą się do wymiarów wewnętrznych powierzchni podłóg mogą być stosowane w odniesieniu do pomieszczeń ze średnią wysokością nie przekraczającą 3,5 m.

Efektywna masa budynku została sklasyfikowana w trzech następujących kategoriach:

- duża masa budynku (betonowe podłogi, sufity połączone ze ścianami z cegły lub betonu);
  - średnia masa budynku (betonowe podłóg sufity oraz lekkie ściany);
  - lekka masa budynku (podwieszane sufity podniesione podłogi oraz lekkie ściany)
- [5]

Tabela 9.3.3/10 Współczynnik nagrzewania  $f_{RH}$  w budynkach niemieszkalnych, osłabienie nocne maksimum 12 godzin [5]

Czas nagrzewania godz.	$f_{RH}$ W/m <sup>2</sup>								
	Zakładane obniżenie temperatury wewnętrznej podczas osłabienia <sup>a</sup>								
	2 K			3 K			4 K		
	masa budynku			masa budynku			masa budynku		
	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża
1	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16

<sup>a</sup> W dobrze izolowanych szczelnych budynkach, zakładanie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K jest mało prawdopodobne. Będzie ono zależało od warunków klimatycznych i masy cieplnej budynku.

Tabela 9.3.3/11 Współczynnik nagrzewania  $f_{RH}$  w budynkach niemieszkalnych, osłabienie nocne maksimum 8 godzin [5]

Czas nagrzewania godz.	$f_{RH}$ W/m <sup>2</sup>		
	Zakładane obniżenie temperatury wewnętrznej podczas osłabienia <sup>a</sup>		
	1 K	2 K	3 K
	masa budynku duża	masa budynku duża	masa budynku duża
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

<sup>a</sup> W dobrze izolowanych szczelnych budynkach, zakładanie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K jest mało prawdopodobne. Będzie ono zależało od warunków klimatycznych i masy cieplnej budynku.

c) Całkowite projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku

Dokonując obliczeń całkowitego projektowego obciążenia cieplnego części budynku lub budynku nie należy uwzględniać ciepła wymienianego przez przenikanie i wentylację wewnątrz ogrzewanej obudowy części budynku, tzn. strat ciepła między pomieszczeniami.

Projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku,  $\Phi_{HL}$  oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad [\text{W}] \quad (9.3.3/7)$$

gdzie:

$\sum \Phi_{T,i}$  - suma strat ciepła przez przenikanie wszystkich przestrzeni ogrzewanych, z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku;

$\sum \Phi_{V,i}$  - wentylacyjne straty ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych, z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku;

$\sum \Phi_{RH,i}$  - suma nadwyżek mocy cieplnej we wszystkich przestrzeniach ogrzewanych wymagana do skompensowania skutków nieciągłego ogrzewania. [5]

## V. CAŁKOWITA PROJEKTOWA STRATA CIEPŁA PRZESTZRENI OGRZEWANEJ – PRZYPADKI PODSTAWOWE

Norma PN-EN 12831:2006 podaje wzór do obliczania całkowitej projektowej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej w przypadkach podstawowych:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad [\text{W}] \quad (9.3.3/8)$$

gdzie:

$\Phi_{T,i}$  – projektowa strata ciepła ogrzewanej przestrzeni (i) przez przenikanie, [W];

$\Phi_{V,i}$  – projektowa wentylacyjna strata ciepła ogrzewanej przestrzeni (i), [W].

Wzór powyższy jest zbliżony do wzoru wg normy PN-B-03406:1994:

$$Q = Q_p (1 + d_1 + d_2) + Q_w$$

gdzie:

$Q_p$  – straty ciepła przez przenikanie, [W];

$d_1$  – dodatek do strat ciepła przez przenikanie dla wyrównania wpływu niskich temperatur powierzchni przegród chłodzących pomieszczenia;

$d_2$  – dodatek do strat ciepła przez przenikanie uwzględniający skutki nasłonecznienia przegród i pomieszczeń;

$Q_w$  – zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji, [W].

Główna różnica pomiędzy przedstawionymi powyżej wzorami polega na tym, że w nowym wzorze nie występują dodatki do strat ciepła przez przenikanie. Prócz tego w nowej normie nie uwzględnia się wpływu przegród chłodzących przy założeniu, że budynek jest dobrze zaizolowany. W innym przypadku należy zastosować metodę dla budynków o znacznej różnicy między temperaturą powietrza i średnią temperaturą promieniowania (określony w nowej normie jako przypadek szczególny).

### **Projektowa strata ciepła przez przenikanie**

Wzór do obliczania projektowej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej  $i$  przez przenikanie według normy PN-EN 12831: 2006:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad [\text{W}] \quad (9.3.3/9)$$

gdzie:

$H_{T,ie}$  – Współczynnik straty ciepła przez, przenikanie z przestrzeni ogrzewanej  $i$  do otoczenia  $e$  przez obudowę budynku [ $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$ ];

$H_{T,iue}$  - Współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej  $i$  do otoczenia  $e$  przez przestrzeń nieogrzewaną  $u$  [ $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$ ];

$H_{T,ig}$  - Współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej  $i$  do gruntu  $g$  w warunkach ustalonych [ $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$ ];

$H_{T,ij}$  - Współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej  $i$  do sąsiedniej przestrzeni  $j$  ogrzewanej do znacząco różnej temperatury. Tzn. przyległej przestrzeni ogrzewanej w tej samej części budynku lub w przyległej części budynku [ $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$ ];

$\theta_{int,i}$  - Projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej  $i$  [ $^{\circ}\text{C}$ ];

$\theta_e$  - Projektowa temperatura zewnętrzna,  $^{\circ}\text{C}$ . [5]

a) Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz – współczynnik straty ciepła  $H_{T,ie}$

Wartość współczynnika straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej ( $i$ ) na zewnątrz ( $e$ )  $H_{T,ie}$  zależy od wymiarów i cech charakterystycznych elementów budynku oddzielających przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego, takich jak ściany, podłogi, stropy, drzwi i okna. Zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 uwzględnia się również

liniowe mostki cieplne, a współczynnik straty ciepła  $H_{T,ie}$  oblicza się na podstawie poniższego wzoru:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (9.3.3/10)$$

gdzie:

$A_k$  - Powierzchnia elementu budynku  $k$  [ $\text{m}^2$ ];

$U_k$  - Współczynnik przenikania ciepła przegrody  $k$  [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ];

$\psi_l$  - Współczynnik przenikania ciepła liniowego mostka cieplnego  $l$ , [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ];

$l_l$  - Długość liniowego mostka cieplnego  $l$  między przestrzenią wewnętrzną a zewnętrzną [ $\text{m}$ ];

$e_k, e_l$  - Współczynniki korekcyjne ze względu na orientację, z uwzględnieniem wpływów klimatu; takich jak: różne izolacje, absorpcja wilgoci przez elementy budynku, prędkość wiatru i temperatura powietrza, w przypadku gdy wpływy te nie zostały wcześniej uwzględnione przy określaniu wartości współczynnika  $U_k$  oblicza się je według normy EN ISO 6946.

Współczynnik przenikania ciepła  $U_k$  należy obliczać według:

- normy EN ISO 6946 – dla elementów nieprzezroczystych;
- normy EN ISO 10077-1 – dla drzwi i okien;
- lub na podstawie zaleceń podanych w europejskich aprobaty technicznych. [5]

Orientacyjne wartości współczynników poprawkowych zostały podane w załączniku krajowym do normy PN-EN 12831:2006. Wynika z niego, że współczynniki poprawkowe ze względu na usytuowanie wynoszą odpowiednio:

$$e_k = 1,0 \quad e_l = 1,0$$

W związku z tym równanie 9.3.3/10 w praktyce upraszcza się do następującej postaci:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (9.3.3/11)$$

Orientacyjne wartości dla liniowego współczynnika przenikania ciepła, tj. współczynnika poprawkowego  $\Delta U_{Tb}$  zostały przedstawione w tabeli 9.3.3/12, tabeli 9.3.3/13, oraz tabeli 9.3.3/14.

Tabela 9.3.3/12 Współczynnik poprawkowy  $\Delta U_{Tb}$  dotyczący pionowych elementów budynku [5]

Liczba stropów przecinających izolację	Liczba przecinanych ścian	$\Delta U_{Tb}$	
		kubatura przestrzeni 100 m <sup>3</sup>	kubatura przestrzeni >100m <sup>3</sup>
0	0	0,05	0
	1	0,10	0
	2	0,15	0,05
1	0	0,20	0,10
	1	0,25	0,15
	2	0,30	0,20
2	0	0,25	0,15
	1	0,30	0,20
	2	0,35	0,25

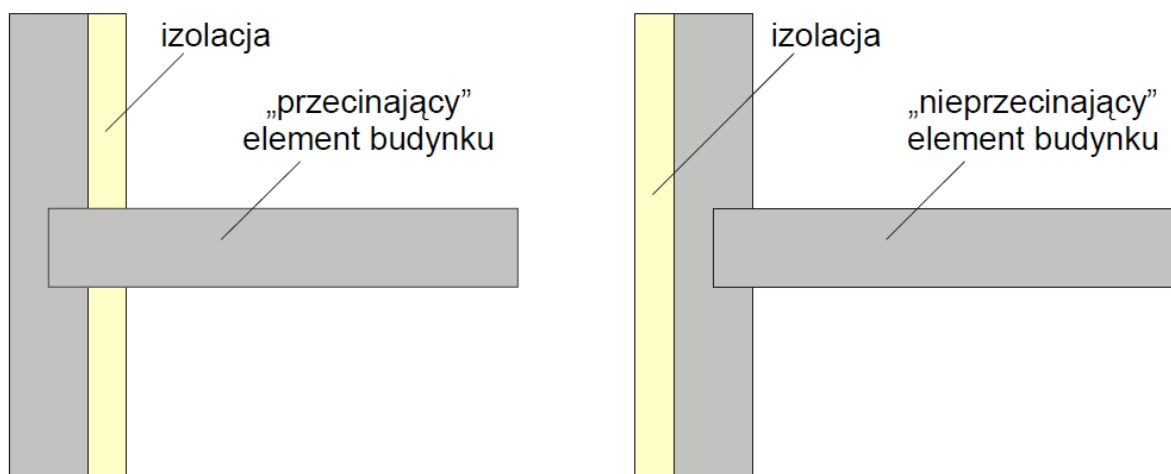
Tabela 9.3.3/13 Współczynnik poprawkowy  $\Delta U_{Tb}$  dotyczący poziomych elementów budynku [5]

Element budynku			$\Delta U_{Tb}$ W/m2K
Lekka podłoga (drewno, metal itd.)			0
Ciężka podłoga (beton, itd.)	Liczba boków będących w kontakcie ze środowiskiem zewnętrznym	1	0,05
		2	0,10
		3	0,15
		4	0,20

Tabela 9.3.3/14 Współczynnik poprawkowy  $\Delta U_{Tb}$  dotyczący otworów [5]

Powierzchnia elementu budynku	$\Delta U_{Tb}$ W/m2K
0-2 m <sup>2</sup>	0,50
>2-4m <sup>2</sup>	0,40
>4-9m <sup>2</sup>	0,30
>9 – 20	0,20
>20m <sup>2</sup>	0,10





Rysunek 9.3.3/3 Opis „przecinającego” i „nieprzecinającego” izolację elementu budynku [7]

Współczynnik przenikania ciepła liniowego mostka cieplnego  $\Psi_1$  powinien być określony według normy EN ISO 10211-2 (dla obliczeń numerycznych) lub w przypadku oceny przybliżonej powinien być on oszacowany z wykorzystaniem wartości stabilaryzowanych, podanych w normie EN ISO 14683.

Wartości stabilaryzowane podane w normie EN ISO 14683 znalazły zastosowanie do obliczeń w odniesieniu do całego budynku. W przypadku obliczeń metodą „pomieszczenie po pomieszczeniu”, konieczny jest podział wartości współczynnika przenikania ciepła mostka pomiędzy pomieszczenia, jeśli mostek cieplny znajduje się na granicy pomieszczeń (np. strop przecinający izolację ściany zewnętrznej). Podział ten według normy PN-EN 12831:2006 pozostaje do uznania projektanta.

W obliczeniach nie uwzględnia się nieliniowych mostków cieplnych.

#### Uproszczona metoda w odniesieniu do liniowych strat ciepła przez przenikanie

W obliczeniach strat ciepła przez przenikanie, mostki cieplne można uwzględnić metodą uproszczoną. Polega ona na przyjęciu skorygowanej wartości współczynnika przenikania ciepła:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} \quad [\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}] \quad (9.3.3/12)$$

gdzie:

$U_{kc}$  - Skorygowany współczynnik przenikania ciepła elementu budynku  $k$ , z uwzględnieniem liniowych mostków cieplnych  $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ ;

$U_k$  - Współczynnik przenikania ciepła elementu budynku [ $W/(m^2 \cdot K)$ ];

$\Delta U_{tb}$  - Współczynnik korekcyjny w zależności od typu elementu budynku [ $W/(m^2 \cdot K)$ ].

Orientacyjne wartości współczynnika poprawkowego  $\Delta U_{Tb}$  zostały przedstawione powyżej w tabelach 9.3.3/12, 9.3.3/13 oraz tabeli 9.3.3/14. Pojęcie elementu budynku „przecinającego” i „nieprzecinającego” izolację zostało już przedstawione na rysunku 9.3.3/3.

Niekwestionowaną zaletą uproszczonej metody uwzględniania mostków cieplnych jest łatwość jej stosowania, natomiast za wadę można uznać tzw. „gruby ołówek”, ponieważ obliczone straty ciepła mogą w niektórych przypadkach być znacznie zawyżone.

#### b) Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną

Norma PN-EN 12831:2006 wprowadza odmienny sposób określania strat ciepła w przypadku przestrzeni nieogrzewanej, przyległej do przestrzeni ogrzewanej. Do tej pory obliczenia wykonywało się analogicznie, jak w przypadku przenikania bezpośrednio na zewnątrz, przyjmując obliczeniową temperaturę w przestrzeni przyległej według normy PN-82/B-02403. Należy zaznaczyć, że granica tych przestrzeni stanowiła granicę analizowanego systemu. Obecnie model, który został przedstawiony w nowej normie rozpatruje wymianę ciepła między przestrzenią ogrzewaną ( $i$ ) i otoczeniem ( $e$ ) poprzez przestrzeń nieogrzewaną ( $u$ ). Współczynnik projektowych strat ciepła przez przenikanie  $H_{T,iue}$  z przestrzeni ogrzewanej do otoczenia oblicza się następująco:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot b_u \quad [W/K] \quad (9.3.3/13)$$

gdzie:

$b_u$  - współczynnik redukcji temperatury, uwzględniający różnicę między temperaturą przestrzeni nieogrzewanej i projektową temperaturą zewnętrzną.

Współczynnik redukcyjny temperatury  $b_u$  może być określony za pomocą jednego z następujących sposobów:

- Jeśli temperatura przestrzeni nieogrzewanej jest znana, tj. gdy temperatura przestrzeni nieogrzewanej  $\theta_u$  w warunkach projektowych jest określona lub obliczona, wartość  $b_u$  oblicza się według poniższego wzoru:

$$b_u = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_u}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad (9.3.3/14)$$

- Jeśli temperatura przestrzeni nieogrzewanej  $\theta_u$  nie jest znana:

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (9.3.3/15)$$

gdzie:

$H_{iu}$  - współczynnik strat ciepła z przestrzeni ogrzewanej (i) do przyległej przestrzeni nieogrzewanej (u), z uwzględnieniem:

- strat ciepła przez przenikanie (z przestrzeni ogrzewanej do przestrzeni nieogrzewanej);
- wentylacyjnych strat ciepła (strumień powietrza między przestrzenią ogrzewaną i nieogrzewaną);

$H_{ue}$  - współczynnik strat ciepła z przestrzeni nieogrzewanej (u) do otoczenia (e), z uwzględnieniem:

- strat ciepła przez przenikanie (do otoczenia i do gruntu);
- wentylacyjnych strat ciepła (między przestrzenią nieogrzewaną a otoczeniem).
- Powołanie się na załącznik krajowy do normy PN-EN 12831:2006, w którym podano wartości  $b_u$  dla każdego przypadku. Jeśli brak jest takich wartości należy posłużyć się wartościami znajdującymi się w poniższej tabeli:

Tabela 9.3.3/15 Współczynnik zmniejszania temperatury  $b_u$  [5]

Przestrzeń nieogrzewana	$b_u$
Pomieszczenie	
tylko z 1 ścianą zewnętrzną	0,4
z przynajmniej 2 ścianami zewnętrznymi bez drzwi zewnętrznych	0,5
z przynajmniej 2 ścianami zewnętrznymi z drzwiami zewnętrznymi (np. hale, garaże)	0,6
z trzema ścianami zewnętrznymi (np. zewnętrzna klatka schodowa)	0,8
Podziemie1	
bez okien/drzwi zewnętrznych	0,5
z oknami/drzwiami zewnętrznymi	0,8
Poddasze	

przestrzeń poddasza silnie wentylowana (np. pokrycie dachu z dachówek lub innych materiałów tworzących pokrycie nieciągłe) bez deskowania papą lub płyt łączonych brzegami	1,0
inne nieizolowane dachy	0,9
izolowany dach	0,7
Wewnętrzne przestrzenie komunikacyjne (bez zewnętrznych ścian, krotność wymiany powietrza mniejsza niż 0,5 h1)	0
Swobodnie wentylowane przestrzenie komunikacyjne (powierzchnia otworów/kubatura powierzchni > 0,005 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	1,0
Przestrzeń podpodłogowa (podłoga nad przestrzenią nieprzechodnią)	0,8
Przejścia lub bramy przelotowe nieogrzewane, obustronnie zamknięte	0,9

c) Straty ciepła przez grunt – współczynnik straty ciepła  $H_{T,Ig}$

Strumień strat ciepła przez podłogi, ściany podziemia, stykające się pośrednio lub bezpośrednio z gruntem, zależy od kilku czynników. Zaliczają się do nich:

- powierzchnia;
- odkryty obwód płyty podłogowej;
- zagłębienie podłogi podziemia poniżej poziomu terenu;
- właściwości cieplne gruntu. [5]

Strumień strat ciepła do gruntu może być obliczony według normy EN ISO 13370:

- w sposób szczegółowy
- lub w sposób uproszczony, zamieszczony w normie PN-EN 12831:2006. W tym przypadku straty ciepła spowodowane mostkami cieplnymi nie są uwzględnione.

Sposób uproszczony, który został zamieszczony w normie PN-EN 12831:2006 polega na wykorzystywaniu tabel i wykresów, sporządzonych dla wybranych przypadków. Norma PN-EN 12831:2006 przedstawia także uproszczony sposób obliczeń dla podziemia nieogrzewanego i podłogi podniesionej z wykorzystaniem współczynnika zmniejszania temperatury  $b_u$ .

Zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 współczynnik projektowych strat ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej ( $i$ ) do gruntu ( $g$ ) w warunkach ustalonych oblicza się w następujący sposób:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left( \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \text{ [W/K]} \quad (9.3.3/16)$$

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 [ $m^2$ ];

$U_{equiv,k}$  - równoważny współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k) [ $W/m^2 \cdot K$ ];

$G_w$  - współczynnik uwzględniający wpływ wody gruntowej;

przy czym współczynnik redukcji temperatury wynosi:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (9.3.3/17)$$

gdzie:

$\theta_{int,i}$  - projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i) [ $^{\circ}C$ ];

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

$\theta_e$  - projektowa temperatura zewnętrzna [ $^{\circ}C$ ].

Współczynnik projektowych ciepła przez przenikanie w stanie ustalonym  $H_{T,ig}$ , powinien zostać obliczony według normy PN-EN ISO 13370:2001 lub określony na podstawie danych krajowych. W przypadku braku wartości krajowych Załącznik krajowy do normy PN-EN 12831:2006 podaje dwie wartości orientacyjne współczynnika  $G_w$  oraz wartość  $f_g$ :

-  $G_w = 1,15$  jeśli odległość między założonym poziomem wody gruntowej i płytą podłogi jest mniejsza niż 1 m;

-  $G_w = 1,00$  w pozostałych przypadkach;

-  $f_g = 1,45$

Na rysunkach 9.3.3/5, 9.3.3/6, 9.3.3/7, 9.3.3/8 oraz w następujących tabelach: 9.3.3/16, 9.3.3/17, 9.3.3/18, 9.3.3/19, 9.3.3/20, 9.3.3/21, 9.3.3/22 przedstawiono wartości

$U_{equiv,k}$  w odniesieniu do różnych schematów podłóg wyszczególnionych w normie EN ISO 13370:2001, w funkcji wartości  $U$  elementu budynku charakterystycznego parametru  $B'$ . Na wyżej wymienionych rysunkach i w tablicach założono, że wartość współczynnika przewodzenia gruntu jest równa  $\lambda_g = 2,0$  [W/m·K], nie uwzględniono wpływu bocznej izolacji.

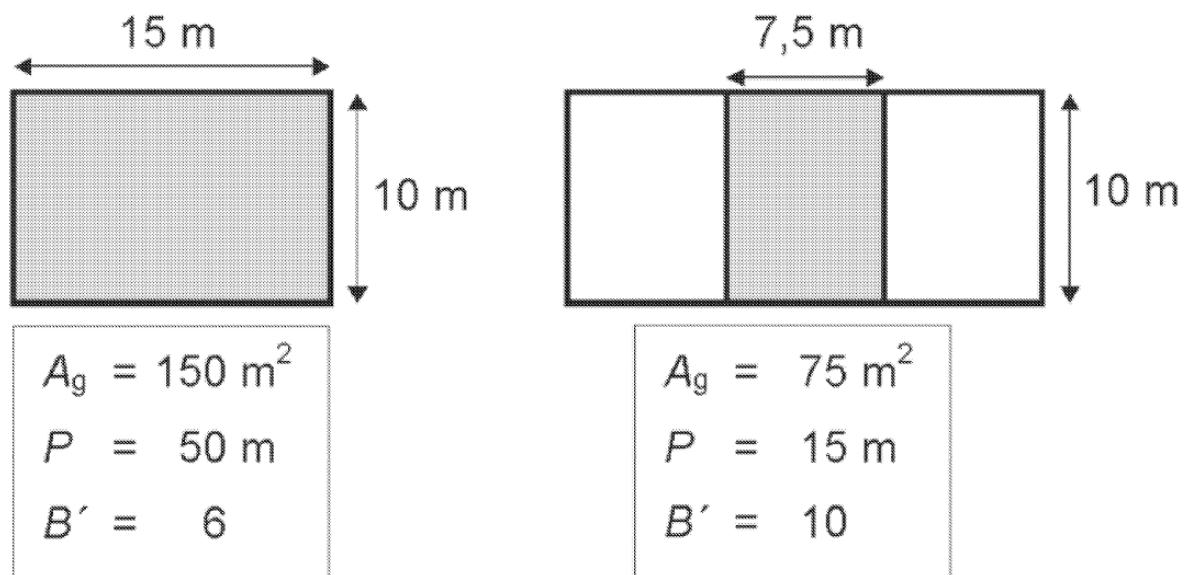
Kluczowym pojęciem dla określania strat ciepła przez podłogę do gruntu jest wymiar charakterystyczny podłogi  $B'$ , określony równaniem:

$$B' = \frac{A_g}{0,5P} \quad (9.3.3/18)$$

gdzie:

$A_g$  - pole powierzchni podłogi [ $m^2$ ]. W odniesieniu do całego budynku jest całkowitą powierzchnią partu. W odniesieniu do części budynku, tzn. pojedynczego budynku w zabudowie szeregowej  $A_g$  jest powierzchnią rozpatrywanego parteru;

$P$  – obwód podłogi (uwzględniający tylko ściany zewnętrzne) [m]. W odniesieniu do całego budynku,  $P$  jest całkowitym obwodem budynku. W odniesieniu do części budynku, tzn. pojedynczego budynku w zabudowie szeregowej,  $P$  odpowiada jedynie długości ścian zewnętrznych oddzielających rozpatrywaną przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego. [5]



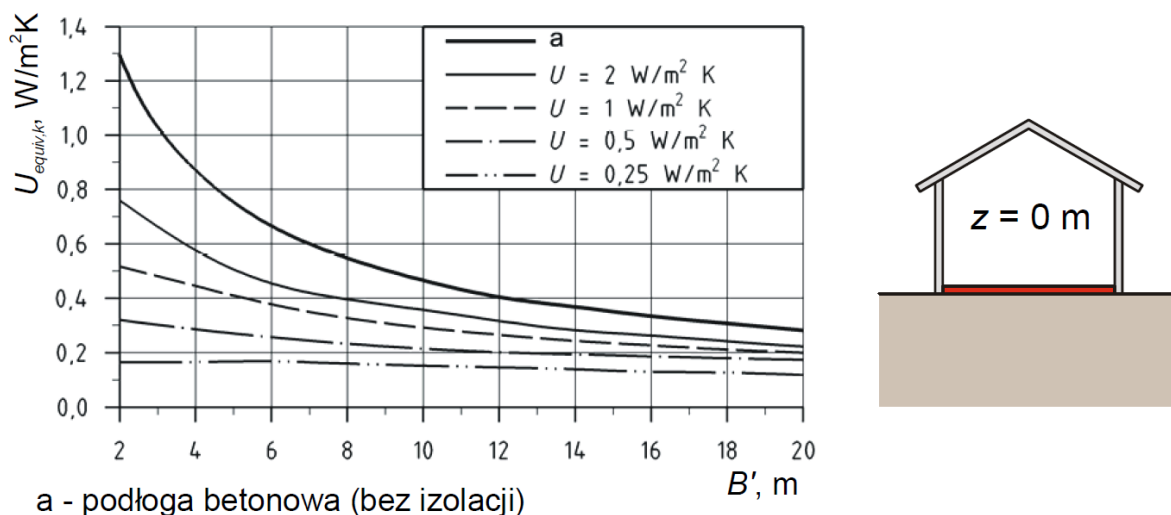
Rysunek 9.3.3/4 Określenie charakterystycznego parametru  $B'$  [5]

Wymiar charakterystyczny podłogi  $B'$  obliczany jest w normie PN-EN ISO 13370:2001 w odniesieniu do całego budynku. Natomiast zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 wymiar ten dla poszczególnych pomieszczeń powinien być określany w jeden z następujących sposobów:

- w odniesieniu do wszystkich pomieszczeń bez ścian zewnętrznych stosuje się wartość  $B'$  obliczoną dla całego budynku;
- w odniesieniu do wszystkich pomieszczeń z dobrze izolowaną podłogą ( $U_{\text{podłogi}} < 0,5$  [ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ ]) również stosuje się wartość  $B'$  obliczoną dla całego budynku;
- w odniesieniu do innych pomieszczeń (pomieszczenia ze ścianami zewnętrznymi oraz jednocześnie ze słabo izolowaną podłogą) wartość  $B'$  należy obliczać oddzielnie dla każdego pomieszczenia, metodą „pomieszczenie po pomieszczeniu”, która uchodzi za bezpieczną.

#### *Płyta podłogowa na poziomie terenu*

Równoważny współczynnik przenikania ciepła podłogi podziemia został podany w tabeli 9.3.3/16, jako funkcję współczynnika przenikania ciepła podłogi i charakterystycznego parametru  $B'$  – rysunek 9.3.3/5, stąd też jego wartości można odczytać z tabeli 9.3.3/16 lub odczytać z rysunku 9.3.3/5.



Rysunek 9.3.3/5 Wartość  $U_{\text{equiv,bf}}$  podłogi podziemia w odniesieniu do płyty podłogowej na poziomie terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości  $B'$  [7]

Objaśnienia:

a – podłoga betonowa (bez izolacji)

b – wartość  $B'$  [m]

Tablica 9.3.3/16 Wartości  $U_{\text{equiv,bf}}$  podłogi podziemia w odniesieniu do płyty podłogowej na poziomie terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości  $B'$  [5]

Wartość $B'$ m	Równoważny współczynnik przenikania ciepła podłogi $U_{\text{equiv,bf}}$ (dla $z = 0$ m)				
	W/m <sup>2</sup> K				
	bez izolacji	$U_{\text{podłogi}} =$ 2,0 W/m <sup>2</sup> K	$U_{\text{podłogi}} =$ 1,0 W/m <sup>2</sup> K	$U_{\text{podłogi}} =$ 0,5 W/m <sup>2</sup> K	$U_{\text{podłogi}} =$ 0,25 W/m <sup>2</sup> K
2	1,30	0,77	0,55	0,33	0,17
4	0,88	0,59	0,45	0,30	0,17
6	0,68	0,48	0,38	0,27	0,17
8	0,55	0,41	0,33	0,25	0,16
10	0,47	0,36	0,30	0,23	0,15
12	0,41	0,32	0,27	0,21	0,14
14	0,37	0,29	0,24	0,19	0,14
16	0,33	0,26	0,22	0,18	0,13
18	0,31	0,24	0,21	0,17	0,12
20	0,28	0,22	0,19	0,16	0,12

#### *Podziemne ogrzewanie z płytą poniżej poziomu terenu*

Zasada obliczeń równoważnego współczynnika przenikania ciepła w odniesieniu do ogrzewanego podziemia, częściowo lub całkowicie położonego poniżej poziomu terenu jest w zasadzie podobna do obliczeń stosowanych w przypadku podłogi na poziomie terenu, ale z tą różnicą, że dotyczy dwóch typów elementów budynku tzn.  $U_{\text{equiv,bf}}$  w odniesieniu do elementów podłogi i  $U_{\text{equiv,bf}}$  w odniesieniu do elementów ściany.

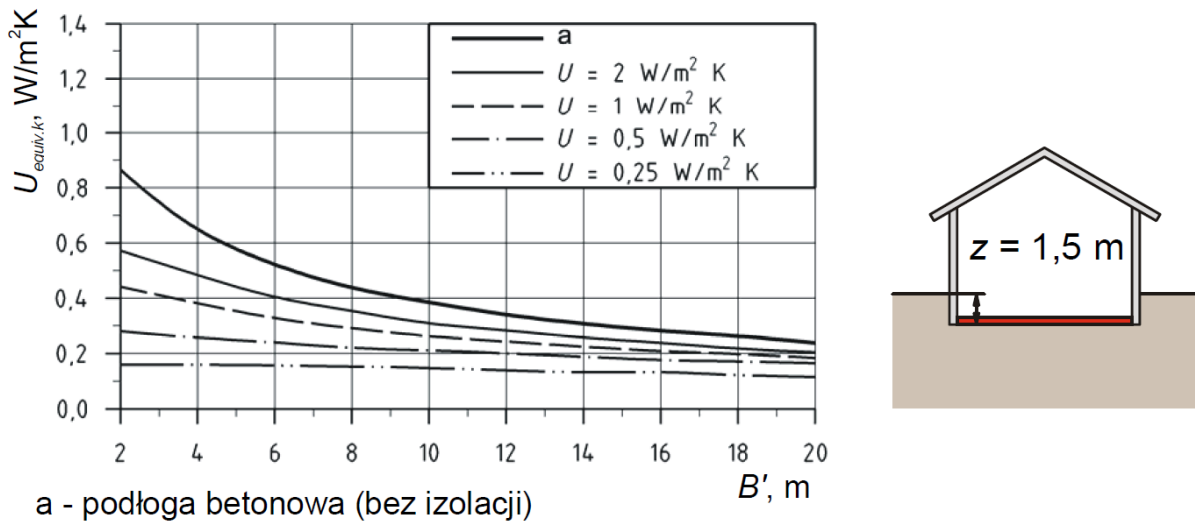
Wartości równoważnego współczynnika przenikania ciepła w odniesieniu do elementów podłogi dla tego przypadku zostały zamieszczone na rysunkach 9.3.3/6, 9.3.3/7 oraz w następujących tablicach 9.3.3/17, 9.3.3/18.

Natomiast wartości równoważnego współczynnika przenikania ciepła w odniesieniu do elementów ścian zostały zamieszczone na rysunku 9.3.3/8 oraz w tablicy 9.3.3/19.

W przypadku ogrzewanego podziemia z podłogą usytuowaną częściowo poniżej poziomu terenu, straty ciepła bezpośrednio do otoczenia przez te części podziemia, które są ponad poziomem terenu, są określane według punktu „Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz



– współczynnik straty ciepła  $H_{T,ie}$ ” bez uwzględniania wpływu gruntu. W obliczeniach brane są pod uwagę tylko te części elementów budynku, które znajdują się ponad poziomem terenu.



Rysunek 9.3.3/6 Wartość  $U_{equiv,bf}$  podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 1,5 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości  $B'$  [7]

Objaśnienia:

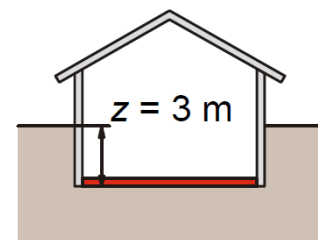
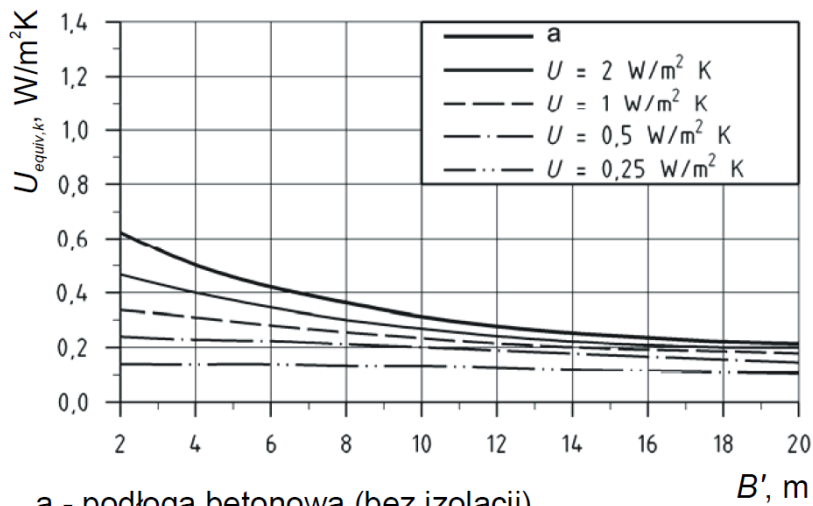
a – podłoga betonowa (bez izolacji)

b – wartość  $B'$  [m]

Tabela 9.3.3/17 Wartość  $U_{equiv,bf}$  podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 1,5 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości  $B'$  [5]

Wartość $B'$ m	Równoważny współczynnik przenikania ciepła podłogi $U_{equiv,bf}$ (dla $z=1,5$ m)				
	W/m <sup>2</sup> K				
	bez izolacji	$U_{podtogi} = 2,0$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{podtogi} = 1,0$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{podtogi} = 0,5$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{podtogi} = 0,25$ 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	0,40	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	0,30	0,25	0,22	0,18	0,13
16	0,28	0,23	0,20	0,17	0,12
18	0,25	0,22	0,19	0,16	0,12
20	0,24	0,20	0,18	0,15	0,11



a - podłoga betonowa (bez izolacji)

Rysunek 9.3.3/7 Wartość  $U_{\text{equiv,bf}}$  podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 3,0 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości  $B'$  [7]

Objaśnienia:

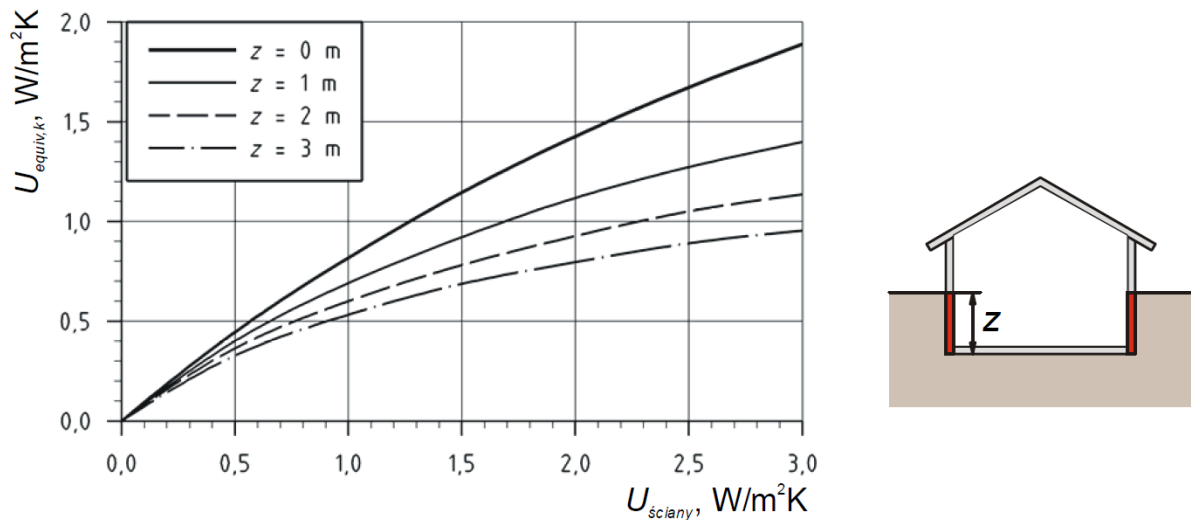
a – podłoga betonowa (bez izolacji)

b – wartość  $B'$  [m]

Tabela 9.3.3/18 Wartość  $U_{\text{equiv,bf}}$  podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 3,0 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości  $B'$  [5]

Wartość $B'$ m	Równoważny współczynnik przenikania ciepła podłogi $U_{\text{equiv,bf}}$ (dla $z=3,0$ m) W/m <sup>2</sup> K				
	bez izolacji	$U_{\text{pocitogi}} =$ 2,0 W/m <sup>2</sup> K	$U_{\text{pocitogi}} =$ 1,0 W/m <sup>2</sup> K	$U_{\text{pocitogi}} =$ 0,5 W/m <sup>2</sup> K	$U_{\text{pocitogi}} =$ 0,25 W/m <sup>2</sup> K
2	0,63	0,46	0,35	0,24	0,14
4	0,51	0,40	0,33	0,24	0,14
6	0,43	0,35	0,29	0,22	0,14
8	0,37	0,31	0,26	0,21	0,14
10	0,32	0,27	0,24	0,19	0,13

12	0,29	0,25	0,22	0,18	0,13
14	0,26	0,23	0,20	0,17	0,12
16	0,24	0,21	0,19	0,16	0,12
18	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11
20	0,21	0,18	0,16	0,14	0,11



Rysunek 9.3.3/8 Wartość  $U_{\text{equiv,bf}}$  ściany ogrzewanego w funkcji współczynnika przenikania ciepła ścian i głębokości z poniżej poziomu terenu [7]

Objaśnienia:

a – podłoga betonowa (bez izolacji)

b – wartość B' [m]

Tabela 9.3.3/19 Wartość  $U_{\text{equiv,bf}}$  ściany ogrzewanego podziemia w funkcji współczynnika przenikania ciepła ścian i głębokości z poniżej poziomu terenu [5]

U ściany W/m2K	Równoważny współczynnik przenikania ciepła ściany $U_{\text{equiv,bf}}$ W/m2K			
	z = 0m	z = 1m	z = 2m	z = 3m
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,44	0,39	0,35	0,32
0,75	0,63	0,54	0,48	0,43
1,00	0,81	0,68	0,59	0,53
1,25	0,98	0,81	0,69	0,61
1,50	1,14	0,92	0,78	0,68

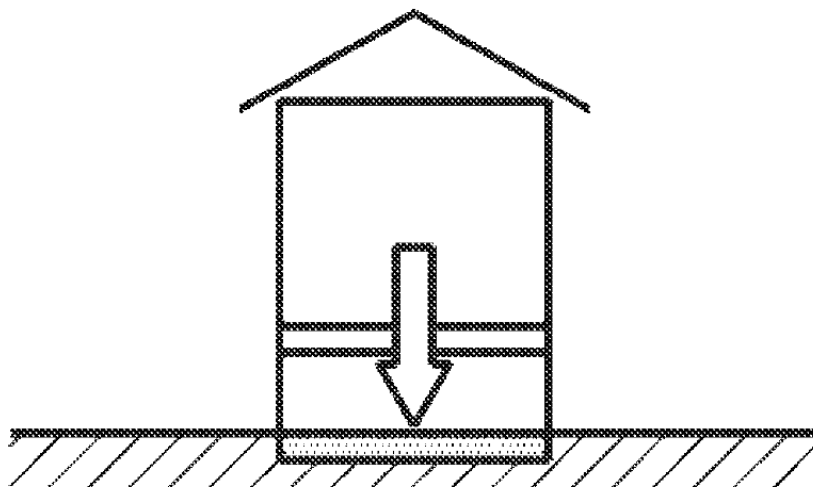
1,75	1,28	1,02	0,85	0,74
2,00	1,42	1,11	0,92	0,79
2,25	1,55	1,19	0,98	0,84
2,50	1,67	1,27	1,04	0,88
2,75	1,78	1,34	1,09	0,92
3,00	1,89	1,41	1,13	0,96

### *Podziemie nieogrzewane*

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie podłogi oddzielającej przestrzeń ogrzewaną od podziemia nie ogrzewanego oblicza się zgodnie z punktem „Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną”. Natomiast wartość  $U$  podłogi oblicza się według wzoru przedstawionego w przypadku podłogi bez izolacji na gruncie, tzn. że nie stosuje się równania 9.3.3/16 (a co za tym idzie współczynników  $f_{g1}$ ,  $f_{g2}$ , i  $G_w$ ).

### *Podłoga podwieszona*

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie podłogi podwieszonej oblicza się zgodnie z punktem „Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną”. Natomiast wartość  $U$  podłogi oblicza się według wzoru przedstawionego w przypadku podłogi bez izolacji na gruncie, tzn. że nie stosuje się równania 9.3.3/16 (a co za tym idzie współczynników  $f_{g1}$ ,  $f_{g2}$ , i  $G_w$ ).



Rysunek 9.3.3/9 [5]

Straty ciepła między przestrzeniami ogrzewanym do różnych wartości temperatury  
współczynnik straty ciepła  $H_{t,ij}$

Współczynnik straty ciepła  $H_{t,ij}$  wyraża ciepło przekazane przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do sąsiedniej przestrzeni (j) ogrzewanej do znacząco innej temperatury. Może być to przyległe pomieszczenie w tej samej części budynku (np łazienka, pokój do badań lekarskich, pomieszczenie magazynowe), pomieszczenie należące do przyległej części budynku (np. mieszkanie) lub pomieszczenie należące do przyległego budynku, które może być nieogrzewane. Współczynnik ten oblicza się w następujący sposób:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \text{ [W/K]} \quad (9.3.3/19)$$

gdzie:

$f_{ij}$  - współczynnik redukcyjny temperatury uwzględniający różnicę temperatury przyległej przestrzeni projektowej temperatury zewnętrznej, podany za pomocą zależności:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{przyległej przestrzeni}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad (9.3.3/20)$$

W przypadku braku krajowych wartości temperatury przyległych przestrzeni ogrzewanych, wartości orientacyjne temperatury przyległych przestrzeni ogrzewanych zostały podane w tabeli 9.3.3/20;

$A_k$  - powierzchnia elementu budynku (k) w metrach kwadratowych (m<sup>2</sup>);

$U_k$  - współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k) [W/m<sup>2</sup>·K]. [5]

Tabela 9.3.3/20 Temperatura przyległych przestrzeni ogrzewanych [5]

Ciepło przekazywane z przestrzeni ogrzewanej (i) do:	$\theta_{\text{przyległej przestrzeni}}$ °C
sąsiednie pomieszczenie w tej samej jednostce budynku	$\theta_{\text{przyległej przestrzeni}}$ powinna być określona: – np. dla łazienki, magazynu – np. wpływ pionowego gradientu
sąsiednie pomieszczenie należy do innej jednostki budynku (np. mieszkanie)	$\frac{\theta_{\text{int},i} + \theta_{\text{m,e}}}{2}$
sąsiednie pomieszczenie należące do oddzielnego budynku (ogrzewanego lub nieogrzewanego)	$\theta_{\text{m,e}}$

$\theta_{\text{m,e}}$  – roczna średnia temperatura zewnętrzna

### **Projektowa wentylacyjna strata ciepła**

Zgodnie z normą PN-EN 12831:2006 w miejsce dotychczasowego pojęcia „zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji” zostało wprowadzone pojęcie „projektowa wentylacyjna strata ciepła”.

Obowiązująca dotychczas norma PN-B-03406:1994 wyznaczała zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji na podstawie strumienia powietrza wymaganego ze względów higienicznych. Obecnie według normy PN-EN 12831:2006 należy również określić strumień powietrza infiltrującego i przyjąć za odpowiednią większą z tych dwóch wartości.

Według normy PN-EN 12831:2006 projektową wentylacyjną stratę ciepła  $\Phi_{V,i}$  przestrzeni ogrzewanej  $i$  oblicza się według poniższego wzoru:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (9.3.3/21)$$

gdzie:

$H_{V,i}$  – współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła [W/K];

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

$\theta_e$  – projektowa temperatura zewnętrzna [°C].

Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła  $H_{V,i}$  przestrzeni ogrzewanej  $i$  oblicza się według poniższego wzoru:

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p \quad [\text{W/K}] \quad (9.3.3/22)$$

gdzie:

$\dot{V}_i$  – strumień objętości powietrza wentylacyjnego przestrzeni ogrzewanej (i) [m<sup>3</sup>/s];

$\rho$  – gęstość powietrza w temperaturze  $\theta_{int,i}$  [kg/m<sup>3</sup>];

$c_p$  – ciepło właściwe powietrza w temperaturze  $\theta_{int,i}$  [kJ/kg·K].

Zakładając, że  $\rho$  i  $c_p$  są wielkościami stałymi, równanie 9.3.3/22 redukuje się do poniższej postaci:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i \quad [\text{W/K}] \quad (9.3.3/23)$$

gdzie:

$\dot{V}_i$  – strumień objętości powietrza wentylacyjnego przestrzeni ogrzewanej (i) [m<sup>3</sup>/h].

Procedura obliczeniowa dotycząca sposobu określania strumienia objętości powietrza wentylacyjnego zależy od rozpatrywanego przypadku, a więc tego, czy w pomieszczeniu znajduje się instalacja wentylacyjna czy nie:

- Bez instalacji wentylacyjnej

W przypadku braku instalacji wentylacyjnej zakłada się, że powietrze dopływające do pomieszczenia charakteryzuje się parametrami powietrza zewnętrznego. Z tego powodu można założyć, że straty ciepła są proporcjonalne do różnicy między projektową temperaturą wewnętrzną i temperaturą powietrza zewnętrznego.

Jako wartość strumienia powietrza strefy ogrzewanej  $i$ , która służy do obliczenia współczynnika projektowej wentylacyjnej straty ciepła, przyjmowana jest maksymalna wartość strumienia powietrza na drodze infiltracji, na skutek przepływu powietrza przez szczeliny i połączenia w obudowie budynku, lub minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego, wymaganego ze względów higienicznych:

$$\dot{V}_i = \max\left(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}\right) \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (9.3.3/24)$$

gdzie:

$\dot{V}_{inf,i}$  - powinien być określony według punktu „Infiltracja przez obudowę budynku-strumień powietrza”;

$\dot{V}_{min,i}$  - powinien być określony według punktu „Strumień objętości powietrza ze względów higienicznych”.

Dokładną metodę określania strumienia objętości powietrza w budynku zawarto w normie PN-EN 13465. Natomiast norma PN-EN 12831:2006 przedstawia zależności uproszczone.

- Z instalacją wentylacyjną

W przypadku istnienia instalacji wentylacyjnej dostarczane powietrze nie zawsze charakteryzuje się cieplnymi parametrami powietrza zewnętrznego, na przykład:

- gdy stosowany jest odzysk ciepła;
- gdy stosowane jest centralne podgrzanie powietrza zewnętrznego;
- gdy dostarczane jest powietrze z przestrzeni przyległych.

W tych przypadkach wprowadzony został współczynnik redukcyjny temperatury uwzględniający różnicę między temperaturą powietrza dostarczanego, a projektową temperaturą zewnętrzną.

W instalacjach z nadwyżką strumienia powietrza usuwanego, powietrze to jest zastępowane powietrzem zewnętrznym przenikającym przez obudowę budynku, które również należy uwzględnić. [5]

Równanie określające strumień powietrza wentylacyjnego strefy ogrzewanej ( $i$ ), który jest stosowany do obliczania współczynnika projektowej wentylacyjnej straty ciepła, przedstawia się następująco:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} \cdot f_{v,i} + \dot{V}_{mech,inf,i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (9.3.3/25)$$

gdzie:

$\dot{V}_{inf,i}$  - strumień objętości powietrza infiltrującego do przestrzeni ogrzewanej  $i$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ];

$\dot{V}_{su,i}$  - strumień objętości powietrza doprowadzanego do przestrzeni ogrzewanej  $i$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ];

$\dot{V}_{mech,inf,i}$  - nadmiar strumienia objętości powietrza usuwanego z przestrzeni ogrzewanej  $i$ , określony zgodnie z punktem „Nadmiar strumienia powietrza usuwanego”, [ $\text{m}^3/\text{h}$ ];

$f_{v,i}$  - współczynnik redukcji temperatury, określany jako:

$$f_{v,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

$\theta_{su,i}$  - temperatura powietrza dostarczanego do przestrzeni ogrzewanej  $i$  (albo z instalacji centralnego ogrzewania powietrznego, z sąsiedniej przestrzeni ogrzewanej lub nieogrzewanej, lub ze środowiska zewnętrznego) °C. W przypadku gdy stosowana jest instalacja do odzysku ciepła,  $\theta_{su,i}$  może być obliczona na podstawie sprawności instalacji odzysku ciepła.  $\theta_{su,i}$  może być wyższa lub niższa od temperatury powietrza wewnętrznego;

$\dot{V}_i$  - powinien być równy minimalnemu strumieniowi objętości wymienianego powietrza według punktu „Strumień objętości powietrza ze względów higienicznych lub większy. [5]

Metoda określania strumienia objętości powietrza w budynku w sposób dokładny została przedstawiona w normie EN 13465.

Uprozczone metody określania strumieni objętości powietrza przedstawiono w punkcie „Infiltracja przez obudowę budynku – strumień powietrza” i punkcie „Strumienie powietrza doprowadzanego przez instalację wentylacyjną”.



- Strumień objętości powietrza ze względów higienicznych  $\dot{V}_{\min,i}$

Minimalny strumień objętości powietrza wymagany jest ze względów higienicznych. W przypadku braku informacji krajowych minimalny strumień objętości powietrza  $\dot{V}_{\min,i}$  ogrzewanej przestrzeni  $i$  może być obliczany w następujący sposób:

$$\dot{V}_{\min,i} = n_{\min} \cdot V_i \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (9.3.3/26)$$

gdzie:

$n_{\min}$  - minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego na godzinę [ $\text{h}^{-1}$ ];

$V_i$  - kubatura przestrzeni ogrzewanej  $i$ , obliczona na podstawie wymiarów wewnętrznych [ $\text{m}^3$ ].

Wartości minimalnej krotności wymiany powietrza zewnętrznego zostały podane w tabeli 9.3.3/21. Krotności wymiany powietrza podane w tabeli 9.3.3/21 są oparte na wymiarach wewnętrznych. W przypadku gdy w obliczeniach stosowane są wymiary zewnętrzne, wartości krotności wymiany powietrza podane w tabeli 9.3.3/21 powinny być pomnożone przez stosunek między kubaturą wewnętrzną i zewnętrzną (jako wartość przybliżoną można przyjąć 0,8).

Dalsze informacje dotyczące strumieni powietrza można uzyskać z CR 1752.

Tabela 9.3.3/21 Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego  $n_{\min}$  [5]

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

W przypadku otwartych kominków należy przyjmować wyższe wartości strumienia powietrza, wymagane ze względu na proces spalania.

- Infiltracja przez obudowę budynku – strumień powietrza  $\dot{V}_{inf,i}$

Strumień objętości powietrza infiltrującego  $\dot{V}_{inf,i}$  przestrzeni ogrzewanej  $i$ , spowodowany wiatrem i efektem kominowym działającym na obudowę budynku, może być obliczony za pomocą poniższego wzoru:

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (9.3.3/27)$$

gdzie:

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

$n_{50}$  – krotność wymiany powietrza zewnętrznego na godzinę [h<sup>-1</sup>], wynikająca z różnicy ciśnienia 50 Pa między wnętrzem, a otoczeniem budynku, z uwzględnieniem wpływu nawiewników powietrza;

$e_i$  – współczynnik osłonięcia;

$\varepsilon_i$  – współczynnik poprawkowy uwzględniający wzrost prędkości wiatru w zależności od wysokości położenia przestrzeni ogrzewanej ponad poziomem terenu.

Współczynnik poprawkowy  $\varepsilon_i$  został wprowadzony do równania 9.3.3/27 ze względu na fakt, że wartość  $n_{50}$  dotyczy całego budynku. W obliczeniach należy uwzględniać najgorszy przypadek, w którym całe infiltrujące powietrze wpływa do budynku po jednej jego stronie.

Wartość  $\dot{V}_{inf,i}$  powinna być równa zero lub większa. [5]

Wartości orientacyjne krotności wymiany powietrza  $n_{50}$  dotycząca całego budynku wynikające z różnicy ciśnienia między wnętrzem, a otoczeniem równej 50 Pa zostały przedstawione w tabeli 9.3.3/22.

Tabela 9.3.3/22 Krotność wymiany powietrza dotyczące całego budynku  $n_{50}$  [5]

Konstrukcja	$n_{50}$ h1		
	Stopień szczelności obudowy budynku (jakość uszczelek okiennych)		
	wysoki (wysoka jakość uszczelek w oknach i drzwiach)	średni (okna z podwójnym oszkleniem, uszczelki standardowe)	niski (pojedynczo oszkłone okna, bez uszczelki)

budynki jednorodzinne	<4	4–10	>10
inne mieszkania lub budynki	< 2	2–5	> 5

Wartości orientacyjne współczynnika osłonięcia  $e$  zostały przedstawione w tabeli 9.3.3/23, natomiast wartości orientacyjne współczynnika poprawkowego ze względu na wysokość  $\varepsilon$  zostały przedstawione w tabeli 9.3.3/24

Tabela 9.3.3/23 Współczynnik osłonięcia  $e$  [5]

Klasy osłonięcia	$e$		
	Ilość odsłoniętych otworów w przestrzeni ogrzewanej (okna i drzwi)		
	0	1	>1
Brak osłonięcia (budynek w wietrznej przestrzeni, wysokie budynki w centrach miast)	0	0,03	0,05
Średnie osłonięcie (budynki na prowincji z drzewami lub innymi budynkami wokół nich, przedmieścia)	0	0,02	0,03
Dobrze osłonięte (budynki średnio wysokie w centrach miast, budynki w lasach)	0	0,01	0,02

Tabela 9.3.3/24 Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość  $\varepsilon$  [5]

Wysokość przestrzeni ogrzewanej ponad poziomem terenu (wysokość środka pomieszczenia ponad poziomem terenu)	$\varepsilon$
0—10	1,0
>10—30 m	1,2
>30 m	1,5

- Strumień powietrza doprowadzanego przez instalację wentylacyjną

➤ Strumień powietrza doprowadzanego  $\dot{V}_{su,i}$

Jeżeli instalacja wentylacyjna nie jest zidentyfikowana, wentylacyjne straty ciepła są obliczane tak, jak w przypadku budynku bez instalacji wentylacyjnej.

W przypadku gdy instalacja wentylacyjna jest zidentyfikowana, strumień powietrza dostarczanego do przestrzeni ogrzewanej  $i$ ,  $\dot{V}_{su,i}$  określony jest na podstawie projektu instalacji wentylacyjnej przez jej projektanta.

W przypadku, gdy dostarczane powietrze pochodzi z przyległego pomieszczenia (przyległych pomieszczeń), ma ono właściwości cieplne powietrza w tym pomieszczeniu (tych pomieszczeniach). W przypadku, gdy dostarczane powietrze dopływa do pomieszczenia kanałem wentylacyjnym, jest ono zwykle ogrzane. W obydwu przypadkach, warunki przepływu powietrza powinny zostać określone, a odpowiednie strumienie powietrza powinny być uwzględnione we właściwych pomieszczeniach. [5]

➤ Nadmiar strumienia powietrza usuwanego  $\dot{V}_{mech,inf,i}$

Nadmiar strumienia powietrza usuwanego w każdej instalacji wentylacyjnej stanowi kompensowany strumieniem powietrza zewnętrznego przenikającego przez obudowę budynku.

W przypadku gdy nadmiar strumienia powietrza usuwanego nie jest inaczej określony, może on być obliczony w odniesieniu do całego budynku, co przedstawia poniższy wzór:

$$\dot{V}_{mech,inf,i} = \max \left( \dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0 \right) \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (9.3.3/28)$$

gdzie:

$\dot{V}_{ex}$  - strumień objętości powietrza usuwanego w odniesieniu do całego budynku [m<sup>3</sup>/h];

$\dot{V}_{su}$  - strumień objętości powietrza doprowadzonego w odniesieniu do całego [m<sup>3</sup>/h].

W budynkach mieszkalnych strumień objętości powietrza doprowadzanego w odniesieniu do całego budynku jest często przyjmowany jako równy zeru.

Początkowo wartość  $\dot{V}_{mech,inf,i}$  jest określana w odniesieniu do całego budynku. Następnie, rozdział tego strumienia powietrza zewnętrznego na każdą przestrzeń w budynku jest obliczany na podstawie przepuszczalności każdej strefy proporcjonalnie do

przepuszczalności całego budynku. W przypadku, gdy przepuszczalności nie zostały określone, rozdział strumienia powietrza zewnętrznego może zostać obliczony w sposób uproszczony, proporcjonalnie do kubatury każdej przestrzeni, określonej według następującej zależności:

$$\dot{V}_{mech,inf,i} = \dot{V}_{mech,inf} \cdot \frac{V_i}{\sum V_i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (9.3.3/29)$$

gdzie:

$V_i$  – kubatura przestrzeni  $i$

Równanie 9.3.3/29 może być stosowane odpowiednio do określania strumienia powietrza doprowadzonego do każdej przestrzeni w przypadku, gdy podany jest strumień powietrza wentylacyjnego w odniesieniu do całego budynku.

- Przestrzenie ogrzewane z przerwami lub osłabieniem

Przestrzenie ogrzewane z przerwami lub osłabieniem wymagają nadwyżki mocy cieplnej, tak aby osiągnąć w żądanym czasie wymaganą projektową temperaturę wewnętrzną po okresie osłabienia. Nadwyżka mocy cieplnej zależy od następujących czynników:

- pojemności cieplnej elementów budynku;
- czasu nagrzewania;
- spadku temperatury w okresie osłabienia;
- charakterystyk układu regulacyjnego.

Nadwyżka mocy cieplnej nie zawsze może być potrzebna, na przykład jeżeli:

- układ regulacyjny jest w stanie wyłączyć osłabienie w okresie najzimniejszych dni;
- straty ciepła (straty wentylacyjne) mogą być zmniejszone w okresie osłabienia.

Nadwyżka mocy cieplnej powinna być uzgodniona z klientem.

Nadwyżka mocy cieplnej może być określona dokładną metodą z zastosowaniem procedur obliczeń dynamicznych.

Podana niżej uproszczona metoda obliczeniowa może być zastosowana do określenia nadwyżki mocy cieplnej wymaganej w odniesieniu do źródła ciepła i grzejników w następujących przypadkach:

- w odniesieniu do budynków mieszkalnych:
  - okres ograniczenia (nocne osłabienie) nie jest dłuższy niż 8 godzin;
  - konstrukcja budynku nie jest lekka (taka jak konstrukcje szkieletowe drewniane).

- w odniesieniu do budynków niemieszkalnych:

- okres ograniczenia nie jest dłuższy niż 48 h (osłabienie weekendowe);
- okres użytkowania podczas dni roboczych jest dłuższy niż 8 h dziennie;
- projektowa temperatura wewnętrzna jest zawarta między 20 °C a 22 °C . [5]

Zwraca się uwagę na fakt, że w przypadku grzejników o dużej pojemności cieplnej potrzebny jest dłuższy czas nagrzewania.

➤ Metoda uproszczona określania nadwyżki mocy cieplnej

Nadwyżka mocy cieplnej wymagana do kompensacji skutków osłabionego ogrzewania  $\Phi_{RH,i}$  w przestrzeni ogrzewanej  $i$  obliczana jest w sposób następujący:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W] \quad (9.3.3/30)$$

gdzie:

$A_i$  - powierzchnia podłogi przestrzeni ogrzewanej  $i$  [ $m^2$ ];

$f_{RH}$  - współczynnik korekcyjny zależny od czasu nagrzewania założonego obniżenia temperatury wewnętrznej podczas osłabienia [ $W/m^2$ ].

Wartości orientacyjne współczynnika nagrzewania  $f_{RH}$  podano w tabelach 9.3.3/25 oraz 9.3.3/26. Przedstawione wartości odnoszą się do wymiarów wewnętrznych powierzchni podłogi i mogą być stosowane w odniesieniu do pomieszczeń ze średnią wysokością nie przekraczającą 3,5 m.

Efektywna masa budynku została sklasyfikowana w trzech następujących kategoriach:

- duża masa budynku (betonowe podłogi, sufity połączone ze ścianami z cegły lub betonu);
- średnia masa budynku (betonowe podłogi, sufity oraz lekkie ściany);
- lekka masa budynku (podwieszane sufity podniesione podłogi oraz lekkie ściany). [5]

Tabela 9.3.3/25 Współczynnik nagrzewania w budynkach niemieszkalnych, osłabienie nocne maksimum przez 12 h [5]

Czas nagrzewania, godz.	Współczynnik nagrzewania $f_{RH}, W / m^2$								
	Zakładane obniżenie temperatury podczas osłabienia								
	2			3K			4K		
	masa budynku			masa budynku			masa budynku		
	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża
1	1	23	2	27	30	27	36	27	31

2	9	16	2	18	20	23	22	24	25
3	6	13	1	11	16	18	18	18	18
4	4	11	1	6	13	16	11	16	16
W dobrze izolowanych szczelnych budynkach wystąpienie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K nie jest bardzo prawdopodobne. Zależy to od warunków klimatycznych i masy cieplnej budynku.									

Tabela 9.3.3/26 Współczynnik nagrzewania w budynkach niemieszkalnych, osłabienie nocne maksimum przez 8 h [5]

Czas nagrzewania godz.	Współczynnik nagrzewania $f_{RH}$ , $W / m^2$		
	Zakładane obniżenie temperatury podczas osłabienia		
	1	2K	3K
	masa budynku duża	masa budynku duża	masa budynku duża
1	1	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13
W dobrze izolowanych szczelnych budynkach wystąpienie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K nie jest bardzo prawdopodobne. Zależy to od warunków klimatycznych i masy cieplnej budynku.			

## VI. PROJEKTOWE OBCIĄŻENIE CIEPLNE

Projektowe obciążenie cieplne może zostać obliczone w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej, części budynku oraz do całego budynku, w celu określenia obciążenia cieplnego do doboru grzejników, wymiennika ciepła, źródła ciepła itd.

### *Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej*

Projektowe obciążenie cieplne  $\Phi_{HL,i}$  dla przestrzeni ogrzewanej  $i$  oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [W] \quad (9.3.3/31)$$

gdzie:

$\Phi_{T,i}$  - straty ciepła przez przenikanie przestrzeni ogrzewanej  $i$  [W];

$\Phi_{V,i}$  - wentylacyjne straty ciepła przestrzeni ogrzewanej  $i$  [W];

$\Phi_{RH,i}$  - nadwyżka mocy cieplnej wymagana do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania strefy ogrzewanej  $i$  [W]. [5]

### **Projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku**

W obliczeniach projektowego obciążenia cieplnego części budynku lub całego budynku nie należy uwzględniać ciepła wymienianego przez przenikanie lub wentylację wewnątrz ogrzewanej obudowy części budynku, tzn. strat cieplnych między mieszkaniami.

Projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku  $\Phi_{HL}$  oblicza się według poniższego wzoru:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad [\text{W}] \quad (9.3.3/32)$$

gdzie:

$\sum \Phi_{T,i}$  - suma strat ciepła przez przenikanie wszystkich przestrzeni ogrzewanych z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku [W];

$\sum \Phi_{V,i}$  - wentylacyjne straty ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku [W].

W równaniu 9.3.3/32 stosuje się całkowity strumień powietrza w budynku. W sytuacji, gdy strumień powietrza w odniesieniu do każdej strefy został określony z przyjęciem najbardziej niekorzystnych warunków w każdej z nich, nie należy sumować strumieni powietrza wszystkich przestrzeni, ponieważ niekorzystne warunki występują jednocześnie tylko w części tych przestrzeni. Strumień powietrza w odniesieniu do budynku  $\sum \dot{V}_i$  oblicza się w sposób następujący:

w przypadku braku instalacji wentylacyjnej:

$$\sum \dot{V}_i = \max \left( 0,5 \cdot V_{\text{inf},i}, V_{\text{min},i} \right) \quad (9.3.3/33)$$



w przypadku instalacji wentylacyjnej:

$$\sum \dot{V}_i = 0,5 \cdot \sum \dot{V}_{inf,i} + (1 - n_v) \cdot \sum \dot{V}_{su,i} + \sum \dot{V}_{mech,inf,i} \quad (9.3.3/34)$$

gdzie:

$n_v$  - sprawność instalacji odzysku ciepła z usuwanego powietrza. W przypadku braku instalacji odzysku ciepła  $n_v = 0$ .

Do zwymiarowania źródła ciepła stosuje się średnią z 24 h. W przypadku gdy dostarczane powietrze jest ogrzewane przez sąsiednią instalację, należy uwzględnić to w obliczeniach wymaganego obciążenia cieplnego;

$\sum \Phi_{RH,i}$  - suma nadwyżek mocy cieplnej wszystkich przestrzeni ogrzewanych wymaganych do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania [W]. [5]

#### Bibliografia

- [1] PN-EN ISO 6946:2008
- [2] PN-B-03406:1994
- [3] PN-EN ISO 13370:2008
- [4] PN-EN 12524:2003
- [5] PN-EN 12831:2006
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami, aż do Dz.U. Nr 239 poz. 1597
- [7] Strzeszewski M., Wereszczyński P.: „*Norma PN-EN 12831:2006 - Nowa metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego – Poradnik*” Warszawa 2009r.