

## **PORÓWNANIE METODYKI OKREŚLANIA ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC CIEPLNĄ DO OGRZEWANIA BUDYNKÓW WG NORM PN-B-03406:1994 I PN-EN 12831:2006**

MICHAŁ STRZESZEWSKI<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa  
Politechnika Warszawska  
ul. Nowowiejska 20, 00-653 Warszawa  
michal.strzeszewski@is.pw.edu.pl  
www.is.pw.edu.pl/~michal\_strzeszewski

### **1. WPROWADZENIE**

Norma PN-EN 12831:2006 [14], zastąpiła w katalogu Polskich Norm dotychczasową normę PN-B-03406:1994 [8]. Norma PN-EN 12831:2006 jest tłumaczeniem „bez wprowadzania jakichkolwiek zmian” normy europejskiej EN 12831:2003 [12]. Norma europejska zmienia w wielu miejscach znacząco dotychczasową metodykę obliczania zapotrzebowania na moc cieplną do ogrzewania budynków, jak również może prowadzić do innych wyników obliczeń. Zmianę tę trudno – zdaniem autora – uzasadnić zdecydowaną przewagą nowego sposobu obliczeń. Wynika ona przede wszystkim z procesu ujednoczenia norm w obrębie Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Przy czym, obowiązek stosowania nowej normy pojawi się wraz z nowelizacją Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [15], w zakresie i terminie, które zostaną podane w rozporządzeniu [2]. W związku z tym do czasu wejścia w życie zmiany powyższego rozporządzenia istnieje paradoksalna sytuacja, w której obowiązkowe jest wykonywanie obliczeń wg normy archiwalnej.

### **2. NOWE NAZEWNICTWO I OZNACZENIA**

Zmianą która najszybciej rzuca się w oczy jest nowy system pojęć i oznaczeń wielkości fizycznych. Wiele nowych terminów to typowe kalki językowe. Przykładowo dotychczasowe określenie „obliczeniowy” zostało zastąpione słowem „projektowy” (ang. design), a „zapotrzebowanie na ciepło” przez „obciążenie cieplne” (ang. heat load). Porównanie ważniejszych wielkości fizycznych i ich symboli, występujących w normie PN-EN 12831:2006 oraz dotychczasowej normie PN-B-03406:1994, zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie wybranych wielkości i symboli występujących w normach PN-EN 12831:2006 i PN-B-03406:1994 [14, 8]

PN-EN 12831:2006			PN-B-03406:1994		
Pojęcie	Symbol	Jednostka	Pojęcie	Symbol	Jednostka
całkowita projektowa strata ciepła	$\Phi$	W	zapotrzebowanie na ciepło	$Q$	W
projektowe obciążenie cieplne	$\Phi_{HL}$	W	straty ciepła przez przenikanie	$Q_p$	W
projektowa strata ciepła przez przenikanie	$\Phi_T$	W	zapotrzebowanie na ciepło do wentylacji	$Q_w$	W
projektowa wentylacyjna strata ciepła	$\Phi_V$	W	–	–	–
nadwyżka mocy cieplnej wymagana do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania	$\Phi_{RH}$	W	–	–	–
współczynnik projektowej straty ciepła	$H$	W/K	–	–	–
projektowa temperatura wewnętrzna <sup>1</sup>	$\theta_{int}$	°C	obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniu	$t_i$	°C
projektowa temperatura zewnętrzna	$\theta_e$	°C	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	$t_e$	°C
średnia roczna temperatura zewnętrzna	$\theta_{m,e}$	°C	–	–	–

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

### 3. DANE KLIMATYCZNE

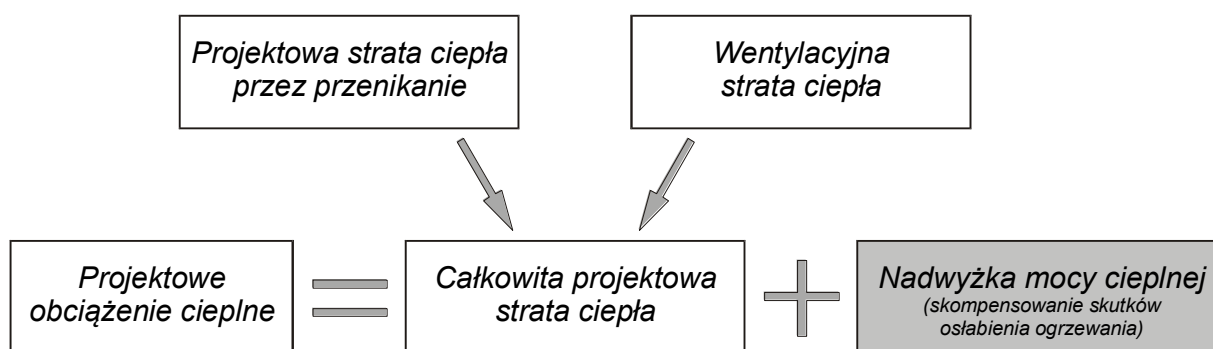
W zakresie danych klimatycznych nie ma większych zmian w stosunku do normy PN-82/B-02403 [7]. Podział Polski na strefy klimatyczne i temperatury zewnętrzne pozostają takie same. Główną zmianą jest uzupełnienie danych o wartości średniorocznej temperatury zewnętrznej (tabela 2). Wprowadzona została również pewna zmiana porządkowa. Zgodnie z koncepcją normy PN-EN 12831, dane klimatyczne podane są w załączniku krajowym do tej normy, a nie w osobnej normie.

Tabela 2. Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna [14]

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

#### 4. „CAŁKOWITA PROJEKTOWA STRATA CIEPŁA” A „PROJEKTOWE OBCIĄŻENIE CIEPLNE”

Norma PN-B-03406:1994 zakładała, że zapotrzebowanie na ciepło jest równe stratom ciepła w warunkach ustalonych. Natomiast nowa norma w „projektowym obciążeniu cieplnym” (odpowiednik „zapotrzebowania na moc cieplną”) umożliwi uwzględnienie dodatkowo nadwyżki mocy cieplnej do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania (rys. 1). Jednak bardzo wyraźnie zaznacza, że uwzględnienie tej nadwyżki jest opcjonalne i należy to uzgodnić z inwestorem.



Rys. 1. Porównanie pojęć „całkowita projektowa strata ciepła” i „projektowe obciążenie cieplne”

Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej oblicza się w następujący sposób:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}, \quad W \quad (1)$$

gdzie:

- $\Phi_{T,i}$  – projektowa strata ciepła ogrzewanej przestrzeni ( $i$ ) przez przenikanie, W;
- $\Phi_{V,i}$  – projektowa wentylacyjna strata ciepła ogrzewanej przestrzeni ( $i$ ), W;
- $\Phi_{RH,i}$  – nadwyżka mocy cieplnej wymagana do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania strefy ogrzewanej ( $i$ ), W.

W normie PN-B-03406:1994 zrezygnowano z występującego wcześniej „dodatku na przerwy w działaniu ogrzewania” (czyli odpowiednika wprowadzonej obecnie „nadwyżki mocy cieplnej”). W momencie wprowadzenia normy PN-B-03406:1994 wycofanie tego dodatku uzasadniono względami ekonomicznymi [8]. Miało to zapobiegać znacznemu wzrostowi kosztów elementów instalacji (źródeł ciepła, grzejników, przewodów). Dlatego założono ciągłość działania instalacji przy temperaturze równej lub niższej niż  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Zdaniem autora, można przypuszczać, że również po zmianie normy inwestorzy w zdecydowanej większości przypadków, z wymienionych powyżej powodów, będą decydowali się na nieuwzględnianie nadwyżki mocy cieplnej do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania w mocy szczytowej.

## 5. CAŁKOWITA PROJEKTOWA STRATA CIEPŁA

Całkowitą projektową stratę ciepła przestrzeni ogrzewanej w podstawowych przypadkach wg normy PN-EN 12831 oblicza się w następujący sposób:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, \quad \text{W} \quad (2)$$

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 (2) jest zbliżony do wzoru wg normy PN-B-03406:1994:

$$Q = Q_p(1 + d_1 + d_2) + Q_w, \quad \text{W} \quad (3)$$

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, W;

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

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

Główna różnica między nową i starą metodyką obliczeń polega na tym, że w nowym wzorze nie występują dodatki do strat ciepła przez przenikanie. Nowa norma w podstawowym przypadku nie uwzględnia wpływu przegród chłodzących ani zysków ciepła od nasłonecznienia.

## 6. WSPÓŁCZYNNIK PROJEKTOWEJ STRATY CIEPŁA

Dużą zmianą jest wprowadzenie współczynnika projektowej straty ciepła  $H$ . Wg definicji podanej w normie, jest to projektowa strata ciepła podzielona przez różnicę temperatury, a jego jednostką jest W/K. Co istotne strumień jest zawsze odnoszony do różnicy temperatury wewnętrznej i zewnętrznej niezależnie od różnicy temperatury, występującej w danym przypadku. Zmiana ta wydaje się – delikatnie mówiąc – dyskusyjna. Komplikuje ona bowiem obliczenia i sprawia że są mniej czytelne z punktu widzenia fizyki budowli.

## 7. MOSTKI CIEPLNE

Wg nowej normy, liniowe mostki cieplne należy uwzględniać w obliczeniach w jeden z następujących sposobów:

1. wg normy EN ISO 10211-2 [11] (obliczenia numeryczne),
2. w sposób przybliżony z wykorzystaniem wartości stabelaryzowanych podanych w normie EN ISO 14683 [10]
3. lub metodą uproszczoną z użyciem współczynnika korekcyjnego, którego wartości podano w załączniku krajowym do normy PN-EN 12831.

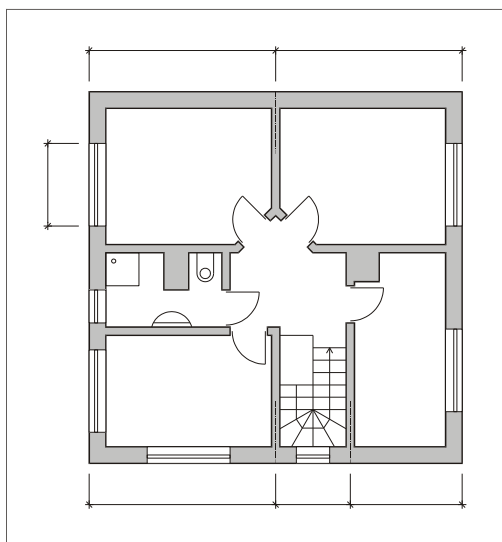
Zdaniem autora najlepsza do zastosowania w praktyce projektowej wydaje się metoda druga. Indywidualne modelowanie numeryczne poszczególnych mostków cieplnych wydaje się zbyt pracochłonne w obliczeniach praktycznych. Natomiast metoda uproszczona obarczona jest dużym błędem – prowadzi do zawyżonych wyników.

## 8. WYMIARY

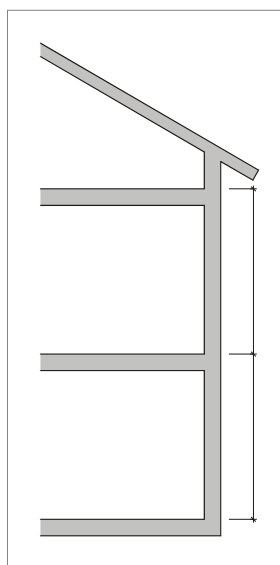
Norma europejska PN-EN 12831:2006 wraz z polskim załącznikiem wprowadza stosowanie wymiarów zewnętrznych (rys. 2 i 3). Jak wykazuje analiza współczynników przenikania ciepła mostków cieplnych, wymiary zewnętrzne prowadzą do zawyżenia strat ciepła na drodze przenikania i dopiero „tzw. uwzględnienie mostka cieplnego”, którego współczynnik przenikania ciepła ma często wartość ujemną de facto koryguje zawyżone wymiary.

Na rysunku 4 pokazano przykład potencjalnego mostka cieplnego w narożu budynku. Wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła tego mostka dla wymiarów zewnętrznych wynosi  $-10 \text{ W/mK}$ , natomiast dla wymiarów wewnętrznych (nie przewidziane w Polsce)  $+10 \text{ W/mK}$ . Oznacza to, że wymiary wewnętrzne są zawyżone, a wymiary zewnętrzne – zaniżone. Można z tego wyciągnąć wniosek, że dotychczas stosowany system określania w wymiarów (w osiach przegród ograniczających) był znacznie bardziej miarodajny z punktu widzenia wymiany ciepła.

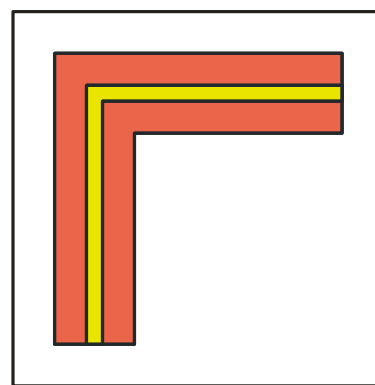
Należy zwrócić uwagę, że uwzględnienie mostków cieplnych w oparciu o ich współczynniki przenikania ciepła (wg normy EN ISO 14683 [10]) będzie prowadzić do stosunkowo precyzyjnych wyników (błędy wynikające z zawyżonych powierzchni przegród zostaną skorygowane). Natomiast uwzględnianie mostków cieplnych metodą uproszczoną nie pozwoli na taką korektę i spowoduje znaczne (często nawet kilkunastoprocentowe zawyżenie strat ciepła na drodze przenikania).



Rys. 2. Przykład wymiarów poziomych



Rys. 3. Przykład wymiarów pionowych



Rys. 4. Przykładowe miejsce potencjalnego mostka cieplnego. Na podstawie [10]

## 9. STRATY CIEPŁA DO GRUNTU

Nowa norma wprowadza również inną metodykę dotyczącą strat ciepła do gruntu (przez grunt). Strumień strat ciepła w tym przypadku może być obliczony:

- w sposób szczegółowy wg normy EN ISO 13370 [9]
- lub w sposób uproszczony, opisany w normie PN-EN 12831:2006.

Praktyczną zaletą nowego podejścia jest brak podziału podłogi na gruncie na I i II strefę. Straty ciepła w tym przypadku określane są w oparciu o tzw. wymiar charakterystyczny podłogi  $B'$ . Takie podejście przyspieszy prowadzenie obliczeń.

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P}, \text{ m} \quad (4)$$

gdzie:

- $A$  – pole powierzchni podłogi,  $\text{m}^2$ ;
- $P$  – obwód podłogi (uwzględniający tylko ściany zewnętrzne), m.

## 10. „STRATY CIEPŁA DO SĄSIADA”

Dużą „nowością” wprowadzoną przez normę PN-EN 12831:2006 jest uwzględnianie w obliczeniach obciążenia cieplnego poszczególnych pomieszczeń strat ciepła do pomieszczeń o tej samej funkcji, ale należących do innej jednostki budynku (mieszkania, lokalu użytkowego). Do tej pory, jeśli np. rozpatrywana była ściana pomiędzy dwoma pokojami mieszkalnymi, to w obu pokojach przyjmowano temperaturę  $+20^\circ\text{C}$ . W związku z tym, różnica temperatury wynosiła 0 K, a straty ciepła 0 W. Takie podejście było uzasadnione w czasach, kiedy w praktyce nie występowała możliwość indywidualnej regulacji temperatury wewnętrznej. Jednak teraz ten sposób obliczeń nie zawsze jest uzasadniony. Obecnie istnieje obowiązek zapewnienia indywidualnej regulacji, a użytkownicy często z tej możliwości korzystają, np. obniżając temperaturę wewnętrzną w czasie swojej nieobecności w lokalu.

Zgodnie z nową normą – przy doborze grzejników – należy przyjmować, że temperatura w pomieszczeniu ogrzewanym, należącym do innego lokalu, może w warunkach eksploatacyjnych spaść do średniej arytmetycznej z temperatury wewnętrznej w „naszym” pomieszczeniu i średniorocznej temperatury zewnętrznej.

Zdaniem autora uwzględnianie możliwości obniżenia temperatury w sąsiednich lokalach jest krokiem we właściwym kierunku. Jednak metoda przyjęta w normie wydaje się zdecydowanie zbyt asekuracyjna. W przypadku braku izolacji przegród pomiędzy poszczególnymi lokalami może ona prowadzić do znaczącego zwiększenia wielkości grzejników.

Należy zwrócić uwagę, że „straty ciepła do sąsiada” nie uwzględnia się w mocy całego budynku (w celu doboru źródła ciepła).

## 11. WENTYLACJA

Zmianie uległ również sposób określania zapotrzebowania na ciepło do wentylacji. Nowa norma mówi w tym miejscu o „wentylacyjnej stracie ciepła”, co wydaje się krokiem do tyłu w nawiązaniu do normy PN-EN 12831:2006 w przypadku wentylacji naturalnej, jako wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjmuje się większą z następujących wartości:

- wartość strumienia powietrza infiltracyjnego,
- minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego, wymagana ze względów higienicznych.

Przy czym w przypadku większości typowych budynków do 10 m wysokości, o strumieniu powietrza wentylacyjnego decyduje strumień powietrza higienicznego [1].

Minimalny strumień objętości powietrza, wymagany ze względów higienicznych, dopływający do przestrzeni ogrzewanej określa się – podobnie jak w normie PN-B-03406:1994 – w oparciu o krotność wymiany powietrza. :

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i, \text{ m}^3/\text{h} \quad (5)$$

gdzie:

- $n_{min}$  – minimalna krotność wymiany powietrza na godzinę (tabela 3),  $\text{h}^{-1}$ ;
- $V_i$  – kubatura przestrzeni ogrzewanej ( $i$ ) (obliczona na podstawie wymiarów wewnętrznych),  $\text{m}^3$ .

Zmianie uległa krotność wymiany wymagana ze względów higienicznych. Obecnie krotność ta zależy od przeznaczenia pomieszczenia. Załącznik krajowy przewiduje trzy wartości od 0,5 do 2 wymian na godzinę (tabela 3).

Tabela 3. Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego [14]

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

W przypadku kuchni i łazienki z oknem istnieje różnica między polskim załącznikiem krajowym (0,5 wymiany) i załącznikiem europejskim (1,5 wymiany). Zdaniem autora w tych pomieszczeniach, z uwagi na możliwość znacznej emisji wilgoci oraz dopływu dużej ilości powietrza zewnętrznego, właściwszym jest przyjmowanie 1,5 wymiany powietrza na godzinę.

## 12. PORÓWNANIE WYNIKÓW

Wyniki otrzymane wg nowej normy mogą różnić się nawet znacznie w stosunku do normy dotychczasowej. Poza tym również obliczenia wykonane wg nowej normy mogą dawać rozbieżne wyniki w zależności od następujących czynników:

- wybór metody uwzględniania mostków cieplnych,
- wybór metody określania strat ciepła do gruntu,
- założenia dotyczące osłabienia ogrzewania.

W artykule „Obciążenie cieplne pomieszczeń wg norm PN-EN 12831 i PN-B-03406” [4] F. Ruszel przedstawił wyniki przykładowych obliczeń wg obydwóch norm. Wyniki obliczeń wg nowej normy w przypadku niektórych pomieszczeń były nawet ponad dwa razy wyższe w porównaniu z normą dotychczasową. Należy oczekiwać, że różnice będą mniejsze, jeśli:

- mostki cieplne będą uwzględniane w oparciu o ich współczynniki przenikania ciepła, a nie metodą uproszczoną,
- izolowane będą przegrody budowlane pomiędzy lokalami (ograniczenie strat ciepła do sąsiada),
- nie zostanie przewidziana nadwyżka mocy do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania.

### 13. PODSUMOWANIE

Prawdopodobnie najważniejszą zaletą wprowadzenia nowej metodyki jest jej ujednoczenie na obszarze Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego. Ułatwi to inżynierom świadczenie usług projektowych w innych krajach Unii Europejskiej oraz wykonywanie obliczeń dla budynków zlokalizowanych w innych krajach. Należy jednak pamiętać, że mimo ujednoczenia samej metodyki, szczegółowe wymagania w poszczególnych krajach członkowskich podane są w załącznikach krajowych do normy i mogą się różnić.

W celu praktycznej możliwości wykonywania obliczeń wg nowej metodyki niezbędne jest odpowiednie dostosowanie programów komputerowych. W szczególności programy te powinny umożliwiać uwzględnianie mostków cieplnych w oparciu o ich współczynniki przenikania ciepła, a nie jedynie metodą uproszczoną.

#### **Bibliografia:**

1. Markert H.: Europäische Norm DIN EN 12831. Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast. Die neue Norm ist gültig – Übergangsfrist für DIN 4701 bis Oktober 2004, BHKS-Almanach 2004.
2. Płuciennik M.: PN-EN 12831 zastąpi PN-B-03406:1994, Polski Instalator Nr Specjalny 7-8/2006.
3. Rubik M.: Nowe normy z dziedziny ogrzewnictwa w przededniu wdrożenia w Polsce Dyrektywy Europejskiej 2002/1WE, COW 10/2005.
4. Ruszel F.: Obciążenie cieplne pomieszczeń wg norm PN-EN 12831 i PN-B-03406, COW 3/2008.
5. Strzeszewski M.: Norma PN-EN 12831. Nowe podejście do obliczania zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków, COW 10/2006.
6. Strzeszewski M.: Kluczowe zmiany w metodyce obliczania zapotrzebowania na ciepło zawarte w PN-EN 12831. Nowe obliczenia kontra stare, Polski Instalator 10/2006.
7. PN-82/B-02403. Ogrzewnictwo – Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.
8. PN-B-03406:1994. Obliczanie zapotrzebowania ciepła pomieszczeń o kubaturze do 600 m<sup>3</sup>.
9. PN-EN ISO 13370:2001. Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania.
10. PN-EN ISO 14683:2001. Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. PN-EN ISO 10211-2:2002. Mostki cieplne w budynkach – Obliczanie strumieni cieplnych i temperatury powierzchni – Część 2: Liniowe mostki cieplne.
12. EN 12831:2003. Heating Systems in Buildings – Method for Calculation of the Design Heat Load.
13. DIN EN 12831:2003. Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast.
14. PN-EN 12831:2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
15. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r. z późniejszymi zmianami).