

## Zyski ciepła

Wprowadzone zyski ciepła na poziomie całego budynku mogą być takie same dla lokali, jednak najczęściej tak nie jest. Czasami występuje konieczność określania zysków ciepła na poziomie lokalu, a nawet na poziomie pomieszczenia. Dzieje się tak, gdy mamy do czynienia z budynkami o funkcji mieszanej. Dlatego wewnętrzne zyski ciepła należy określać dla lokalu, a w niektórych przypadkach na poziomie pomieszczenia. Program obliczeniowy powinien działać tak, by każdy nowowprowadzany lokal miał automatycznie przyjmowane wartości z danych budynku, które następnie będzie można skorygować (patrz: ekrany 5 i 6).

Dla budynków mieszkalnych warto wykorzystać metodę obliczeniową opisaną w normie PN-EN 02025, wg której można oszacować wewnętrzne zyski ciepła. Strumienie ciepłe można określić w zależności od liczby mieszkańców, od c.w.u. na mieszkańca i na mieszkanie, od gotowania, oświetlenia oraz od urządzeń elektrycznych.

Wewnętrzne zyski ciepła (bez zysków od instalacji grzewczych i ciepłej wody) [W/m<sup>2</sup>]

Dom jednorodzinny

3,0

3,4 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 40%, sypialnie - 40%, inne - 20%

3,0 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 35%, sypialnie - 35%, inne - 30%

5,5 pokój dzienny i kuchnia

3,0 sypialnia

Dom wielorodzinny

4,6

5,2 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 40%, sypialnie - 40%, inne - 20%

4,1 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 35%, sypialnie - 35%, inne - 30%

8,8 pokój dzienny i kuchnia

4,3 sypialnia

Biuro

5,7

7,4 biuro - powierzchnia biurowa (60%)

3,1 biuro - powierzchnia pozostała (40%)

Inne

3,1 szkoła

5,0 urząd

Zyski od ludzi zależnie od klasy gęstości zasiedlenia

KLASA	POW. OGZREWANA [m <sup>2</sup> /os.]	J.P.	
15	I	1,0	0,15
10	II	2,5	0,25
5	III	5,5	0,27
3	IV	14,0	0,42
2	V	20,0	0,40

Zyski od urządzeń (wyposażenia)

STRUMIEŃ [W/m <sup>2</sup> ]	JEDNOCZESNOŚĆ UŻYTK.	
3	15	0,20
1	5	0,15
4	8	0,50
3	15	0,20
3	10	0,25
3	10	0,25
1	5	0,20
2	4	0,50
2	4	0,50
1	4	0,25

EKRAN 5. Zyski ciepła wg rozporządzenia [1]

CERTO - lokal

Dane ogólne Zyski C.O. i chłodzenie Wentylacja C.W.U. Urządzenia pomocnicze Zmiany

Moc wewnętrznych zysków ciepła

wspólna dla całego budynku

indywidualna dla lokalu

obliczeniowa

Strumienie ciepłe (dobowe)

Od mieszkańców: 65 W/mieszkaniec

Od c.w.u.: 15 W/mieszkaniec

Od c.w.u.: 25 W/mieszkaniec

Od gotowania: 110 W/mieszkaniec

Od oświetlenia: 45 W/mieszkaniec

Od urządzeń elektrycznych: 95 W/mieszkaniec

Strumień ciepły - oświetlenie [W]

15 mieszkanie < 50 m<sup>2</sup>

30 mieszkanie < 50 m<sup>2</sup> z dziećmi

30 mieszkanie 50 - 100 m<sup>2</sup>

45 mieszkanie 50 - 100 m<sup>2</sup> z dziećmi

45 mieszkanie > 100 m<sup>2</sup>

60 mieszkanie > 100 m<sup>2</sup> z dziećmi

OK Anuluj

EKRAN 6. Zyski ciepła wg PN-EN 02025

Trzeba jednak pamiętać, że dla dużych lokali mieszkalnych powinna być możliwość korekty ww. wartości na poziomie pomieszczenia. Trudno przecież przyjąć np. zyski od gotowania dla pokoi poddasza, na którym nie ma kuchni. Dla lokali niemieszkalnych dochodzi jeszcze jedna możliwość kształtowania strumieni zysków ciepła, które określa się na poziomie pomieszczenia.

Następnie należy określić parametry instalacji: c.o., chłodzenia, wentylacji, ciepłej wody oraz oświetlenia na poziomie lokalu.

Ogrzewanie, wentylacja i chłodzenie. Przy określaniu wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej  $EP = Q_p/A_f$  należy obliczyć energię pierwotną:

$$Q_p = Q_{p,H} + Q_{p,W} + Q_{p,C} \text{ [kWh/a]}$$

gdzie:

$$Q_{p,H} = w_H \cdot Q_{K,H} + w_{el} \cdot E_{el,pom,H} \text{ [kWh/a]},$$

$$Q_{p,W} = w_W \cdot Q_{K,W} + w_{el} \cdot E_{el,pom,W} \text{ [kWh/a]},$$

$$Q_{p,C} = w_C \cdot Q_{K,C} + w_{el} \cdot E_{el,pom,C} \text{ [kWh/a]}.$$

TABELA 3. Współczynniki do obliczenia energii pierwotnej

$Q_{p,H}$	roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system grzewczy i wentylacyjny do ogrzewania i wentylacji	kWh/a
$Q_{p,W}$	roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system do podgrzania ciepłej wody	kWh/a
$Q_{K,H}$	roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system grzewczy i wentylacyjny do ogrzewania i wentylacji	kWh/a
$Q_{K,W}$	roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system do podgrzania ciepłej wody	kWh/a
$E_{el,pom,H}$	roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	kWh/a
$E_{el,pom,W}$	roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody	kWh/a
$W_i$	współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii (lub energii) końcowej do ocenianego budynku ( $w_{el}$ , $w_H$ , $w_W$ ), który określa dostawca energii lub nośnika energii; ( $w_{el}$ – dotyczy energii elektrycznej, $w_H$ – dotyczy ciepła dla ogrzewania, $w_W$ – dotyczy ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej)	-

Wskaźnik nieodnawialnej energii pierwotnej		$W_i$
Paliwa	Olej opałowy	1,1
	Gaz ziemny	1,1
	Propan - butan	1,1
	Węgiel kamienny	1,1
	Węgiel brunatny	1,1
	biomasa	0,2
	energia słoneczne	0
ciepło scentralizowane z kogeneracji	energia nieodnawialna	0,8
	energia odnawialna	0,15
Ciepło scentralizowane z ciepłowni	energia z węgla	1,3
	energia z gazu lub oleju	1,2

Energia elektryczna system PV	Ogniwa fotowoltaniczna	0,7
Energia elektryczna*		3

Opis użytych we wzorach współczynników podano w tabeli 3. Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej  $w_1$  na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku – podano w tabeli 4.

Sprawność na c.o. i wentylację. Sprawność systemu grzewczego składa się ze sprawności składowych:

$$\eta = \eta_{H,g} * \eta_{H,d} * \eta_{H,s} * \eta_{H,e},$$

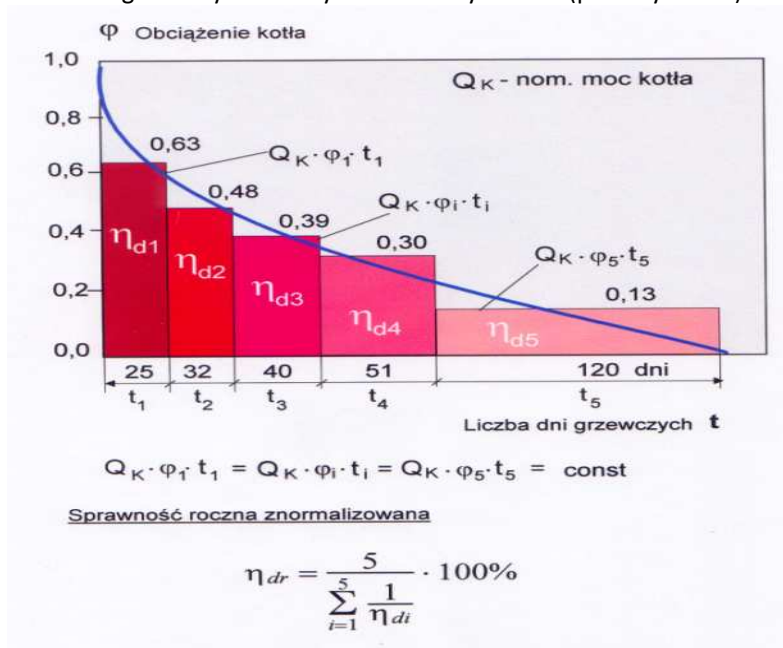
$\eta_{H,g}$  - sprawność wytwarzania,

$\eta_{H,d}$  - sprawność przesyłania (transportu) ciepła,

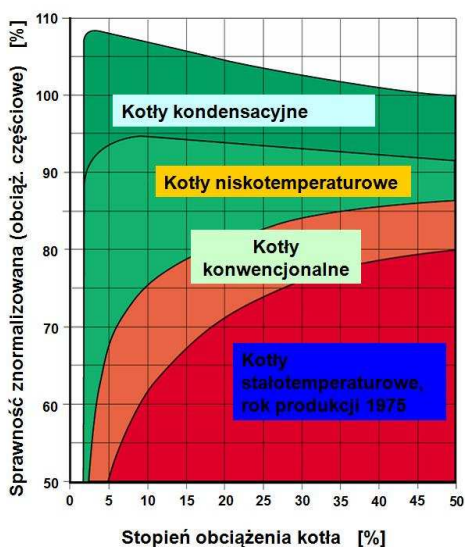
$\eta_{H,s}$  - sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego,

$\eta_{H,e}$  - sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana.

Sprawności te można przyjmować z tabel zawartych w rozporządzeniu [1] lub na podstawie danych producentów urządzeń grzewczych. Należy jednak pamiętać, że wartości podawane przez producentów w DTR-kach oznaczają sprawność znormalizowaną, podawaną przy optymalnym obciążeniu kotła. Sprawność ta jest jednak zmienna w okresie grzewczym i zależy od wielu czynników (patrz rys. 1 i 2).



RYS. 1. Obciążenie kotła w przykładowym sezonie grzewczym



RYS. 2. Znormalizowana sprawność różnych kotłów w zależności od obciążenia

Sprawność znormalizowana jest zazwyczaj o około 10-15% wyższa od średniorocznej sprawności wytwarzania, jaką należy wprowadzić do obliczeń. Jeżeli producent podaje sprawność wytwarzania 109%, to należy liczyć się z tym, że sprawność średnioroczna będzie niższa o co najmniej 10% i wyniesie 99%.

W celu określenia sprawności instalacji grzewczej można wartość taką obliczyć według metodologii określonej w rozporządzeniu ws. metodologii [1] lub przyjąć ją zgodnie z tabelami zamieszczonymi w tym samym rozporządzeniu (patrz ekrany 7-10 oraz proponowany do zestawiania potrzebnych danych formularz 2).

#### EKRAN 7. Średnioroczna sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$ , zgodnie z rozporządzeniem [1]

Sprawność wytwarzania ciepła - c.o. [%]	
<b>Kotły węglowe</b>	<b>Kotły niskotemperaturowe</b>
82 (wyprodukowane po 2000 r.)	89 (do 50 kW)
70 (wyprodukowane w latach 1980-2000)	94 (50 - 120 kW)
58 (wyprodukowane przed 1980 r.)	96 (120 - 1200 kW)
<b>Kotły na biomasę</b>	<b>Kotły gazowe kondensacyjne</b>
63 (słoma) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100 kW	94 (do 50 kW (70/55°C))
72 (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100 kW	97 (do 50 kW (55/45°C))
70 (słoma) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy powyżej 100 kW	95 (50 - 120 kW (70/55°C))
75 (słoma) automatyczne o mocy 100 - 600 kW	98 (50 - 120 kW (55/45°C))
85 (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) automatyczne o mocy 100 - 600 kW	94 (120 - 1200 kW (70/55°C))
85 (słoma, drewno) automatyczne z mechanicznym podawaniem paliwa o mocy powyżej 500 kW	96 (120 - 1200 kW (55/45°C))
<b>Pozostałe</b>	<b>Węzeł cieplny kompaktowy</b>
94 (podgrzewacze elektryczne - przepływowe)	98 (z obudową - do 100 kW)
100 (podgrzewacze elektrotermiczne)	99 (z obudową - powyżej 100 kW)
99 (elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe kablowe)	91 (bez obudowy - do 100 kW)
95 (ogrzewanie podłogowe elektryczno-wodne)	93 (bez obudowy - 100 - 300 kW)
65 (piece kaflowe)	95 (bez obudowy - powyżej 300 kW)
84 (piece olejowe pomieszczeniowe)	<b>Pompy ciepła</b>
75 (piece gazowe pomieszczeniowe)	380 (woda/woda - budynek nowy)
86 (kotły na paliwo gazowe lub płynne z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania)	350 (woda/woda - budynek istniejący)
	350 (glikol/woda - budynek nowy)
	330 (glikol/woda - budynek istniejący)
	270 (powietrze/woda - budynek nowy)
	250 (powietrze/woda - budynek istniejący)

### EKRAN 8. Sprawność przesyłania (transportu) ciepła – $\eta_{H,d}$ [1]

Sprawność transportu ciepła - c.o. [%]	
100	źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy)
100	ogrzewanie mieszkaniowe (kocioł gazowy lub miniwęzeł)
97	ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanym
94	ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach NIEogrzewanym
89	ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, bez izolacji cieplnej na przewodach, armaturze i urządzeniach, które są zainstalowane w pomieszczeniach NIEogrzewanym
95	ogrzewanie powietrzne

### EKRAN 9. Sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego – $\eta_{H,s}$

Sprawność akumulacji ciepła - c.o. [%]	
95	bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55°C wewnątrz osłony termicznej budynku
93	bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55°C na zewnątrz osłony termicznej budynku
97	bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45°C wewnątrz osłony termicznej budynku
95	bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45°C na zewnątrz osłony termicznej budynku
100	brak zasobnika buforowego

### EKRAN 10. Sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana – $\eta_{H,e}$

Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła [%]	
98	elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe
95	podłogowe: kablowe, elektryczno-wodne
90	elektryczne grzejniki akumulacyjne: konwektorowe i podłogowe kablowe
94	elektryczne ogrzewanie akumulacyjne bezpośrednie
80	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna, bez regulacji miejscowej
89	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja miejscowa
98	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna adaptacyjna i miejscowa
97	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna i miejscowa (zakres P - 1K)
93	centralne ogrzewanie z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna i miejscowa (zakres P - 2K)
95	ogrzewanie podłogowe - regulacja centralna, bez miejscowej
97	ogrzewanie podłogowe lub ściennie - regulacja centralna i miejscowa
83	ogrzewanie miejscowe - brak regulacji automatycznej w pomieszczeniu

### FORMULARZ 2. WYMAGANE DANE DO CHRAKTERYSTYKI:

rodzaj paliwa	1	2	3	4
współczynnik nieodnawialnej energii pierwotnej				
udział procentowy paliwa				
typ kotła				
$\eta_{H,g}$ - sprawność wytwarzania				
$\eta_{H,d}$ - sprawność przesyłania				

$\eta_{H,s}$ - sprawność akumulacji				
$\eta_{H,e}$ - sprawność wykorzystania i regulacji				

Dla nowych budynków w większości przypadków można przyjąć, że sprawności instalacji c.o. wynoszą :

$\eta_{H,d}$ - sprawność przesyłania (transportu) ciepła	97%
$\eta_{H,s}$ - sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego	100%
$\eta_{H,e}$ - sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana	98%

**Sprawność chłodzenia.** Jeżeli budynek jest chłodzony – w podobny sposób należy określić parametry chłodzenia. Chłodzenie może występować w wybranych pomieszczeniach, dlatego najlepiej jest opisywać parametry chłodzenia na poziomie pomieszczenia. Sprawność instalacji chłodzenia oblicza się ze wzoru:

$$\eta_{C,tot} = ESEER \eta_{C,s} \eta_{C,d} \eta_{C,e}$$

gdzie:

**ESEER** – średni europejski współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu

Współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu ESEER

SYSTEM BEZPOŚREDNI SYSTEM POŚREDNI

SPRĘŻARKOWA WYTWORNICA WODY LODOWEJ

Półhermetyczne sprężarki tłokowe, skraplacz chłodzony powietrzem

- 3,70 woda
- 3,50 wodny roztwór glikolu
- 5,25 wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling

Półhermetyczne sprężarki tłokowe, skraplacz chłodzony wodą

- 3,90 woda
- 3,70 wodny roztwór glikolu
- 5,55 wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling

Sprężarki spiralne, skraplacz chłodzony powietrzem

- 3,70 woda
- 3,50 wodny roztwór glikolu
- 5,25 wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling

Sprężarki spiralne, skraplacz chłodzony wodą

- 3,90 woda
- 3,70 wodny roztwór glikolu
- 5,55 wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling

Sprężarki śrubowe, skraplacz chłodzony powietrzem

- 3,70 woda
- 3,50 wodny roztwór glikolu
- 5,25 wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling

Sprężarki śrubowe, skraplacz chłodzony wodą

- 3,90 woda
- 3,70 wodny roztwór glikolu
- 5,55 wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling

Sprężarki przepływowe, skraplacz chłodzony wodą

- 4,30 woda
- 4,10 wodny roztwór glikolu
- 6,15 wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling

0,70 Bromolitowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana wodą o temperaturze 95°C

0,80 Bromolitowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana parą wodną o nadciśnieniu 2,0 bar

$\eta_{C,s}$  – średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w budynku

Sprawność urządzeń do akumulacji chłodu [%]

- 95 bufor w systemie chłodniczym o parametrach 6/12°C wewnątrz osłony termicznej budynku
- 93 bufor w systemie chłodniczym o parametrach 6/12°C wewnątrz osłony termicznej budynku
- 97 bufor w systemie chłodniczym o parametrach 15/18°C wewnątrz osłony termicznej budynku
- 95 bufor w systemie chłodniczym o parametrach 15/18°C wewnątrz osłony termicznej budynku
- 100 brak zasobnika buforowego

$\eta_{C,d}$  – średnia sezonowa sprawność transportu nośnika chłodu w budynku

Sprawność transportu energii chłodniczej [%]

90 chłodzenie bezpośrednie - scentralizowane - jednoprzewodowa instalacja powietrzna

Chłodzenie bezpośrednie - zdecentralizowane

- 100 klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem
- 100 klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym wodą
- 100 klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem
- 100 klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym wodą
- 98 klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem
- 98 klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym wodą
- 96 system VRV

Chłodzenie pośrednie - instalacja wody lodowej 5/12°C

- 92 układ prosty (bez podziału na obiegi)
- 96 układ z podziałem na obieg pierwotny i wtórny
- 98 układ zasilający belki chłodzące (15/18°C)

$\eta_{C,e}$  – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w budynku

Sprawność regulacji i wykorzystania chłodu [%]

Instalacja wody lodowej z termostaticznymi zaworami przelotowymi przy odbornikach

- 92 regulacja skokowa
- 94 regulacja ciągła

Instalacja wody lodowej z zaworami trójdrogowymi przy odbornikach

- 95 regulacja skokowa
- 97 regulacja ciągła

Poszczególne wartości należy określić na podstawie oddzielnych obliczeń lub wykorzystując podpowiedzi z rozporządzenia [1] (patrz: ekrany 11-14 i formularz 3).

**FORMULARZ 3. CHŁODZENIE. WYMAGANE DANE DO CHRAKTERYSTYKI**

LOKAL					
Pomieszczenie	1)	2)	3)	4)	5)
Temperatura chłodzenia					
nośnik energii					
system					
ESEER - średni europejski współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu					
$\eta_{C,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w budynku					
$\eta_{C,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu nośnika chłodu w budynku					
$\eta_{C,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w					

budynku					
---------	--	--	--	--	--

**inż. Jerzy Żurawski**  
**Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska**

Przy sporządzaniu artykułu wykorzystano program CERTO.

**Przepisy prawne:**

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2008.201.1240).

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2008.201.1238 ze zm.).

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. z 2008.201.1239 ze zm.).

**Przywołane normy:**

- PN-EN 12831 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- PN-EN ISO 13370:2008 Ciepłe właściwości użytkowe budynków – Przenoszenie ciepła przez grunt.
- PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.
- PN-ISO 9972:1999 Izolacja cieplna. Określanie szczelności budynku. Pomiar ciśnieniowy przy użyciu wentylatora.
- PN-EN 13465:2006 Wentylacja budynków – Metody obliczeniowe do wyznaczania wartości strumienia objętości powietrza w mieszkaniach.
- PN-B-02025: 2001 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego.
- PN-83/B-03430/Az3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania.
- PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
- PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania.