



**INFRASTRUKTURA  
I ŚRODOWISKO**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
FUNDUSZ SPÓJNOŚCI



## **Załącznik nr 2 do SIWZ**

Projekt pn.  
„Kompleksowa termomodernizacja wybranych budynków publicznych uczelni  
artystycznych  
w Polsce. Przygotowanie dokumentacji.  
**Akademia Muzyczna im. I.J. Paderewskiego w Poznaniu**”,  
dofinansowanego ze środków UE w ramach POIiŚ,  
Priorytet IX – Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność  
energetyczna,  
Działanie 9.3 - Wspieranie efektywności energetycznej  
i wykorzystania odnawialnych źródeł energii w budynkach publicznych”

**WYTYCZNE W SPRAWIE METODOLOGII OBLICZANIA  
PLANOWANEGO EFEKTU ENERGETYCZNEGO I  
EKOLOGICZNEGO PROJEKTU,  
ORAZ SPORZĄDZENIA AUDYTU ENERGETYCZNEGO.**

## Spis treści:

1. Wytyczne do obliczenia efektu energetycznego projektu
  - 1.1. Wytyczne do obliczania efektu energetycznego w wyniku modernizacji budynku - obliczenia zapotrzebowania na energię końcową budynku (przed i po modernizacji)
    - 1.1.1. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania
    - 1.1.2. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową do przygotowania ciepłej wody użytkowej
      - 1.1.2.1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania ciepłej wody
      - 1.1.2.2. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody
    - 1.1.3. Wytyczne do obliczania rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody
    - 1.1.4. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową do chłodzenia
      - 1.1.4.1. Sprawność całkowita systemu chłodniczego
      - 1.1.4.2. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy
        - 1.1.4.2.1. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – przepływ ciepła przez przenikanie
        - 1.1.4.2.2. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – przepływ ciepła przez wentylację
        - 1.1.4.2.3. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – zyski ciepła od nasłonecznienia
        - 1.1.4.2.4. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – wewnętrzne zyski ciepła
        - 1.1.4.2.5. Parametry dynamiczne budynku
        - 1.1.4.2.6. Parametry wewnętrzne
        - 1.1.4.2.7. Zbiór danych klimatycznych
        - 1.1.4.2.8. Roczne zapotrzebowanie chłodu użytkowego dla chłodzenia budynku
      - 1.1.5. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby urządzeń energii pomocniczej dla systemu chłodzenia
      - 1.1.6. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do oświetlenia
  2. Wytyczne do obliczania efektu ekologicznego projektu
    - 2.1. Zestawienie efektu ekologicznego
    - 2.2. Procedura obliczania efektu ekologicznego
  3. Wytyczne do sporządzenia audytu energetycznego

## 1. Wytyczne do obliczenia efektu energetycznego projektu

W celu obliczenia efektu energetycznego (oszczędności energii) wynikającego z realizacji projektu należy skorzystać z następującego wzoru:

$$\Delta E = E_1 - E_2 \text{ [kWh/rok]} \quad (1)$$

gdzie:

$E_1$  – zapotrzebowanie na energię końcowa przed realizacją projektu [kWh/rok],

$E_2$  – zapotrzebowanie na energię końcowa po realizacji projektu [kWh/rok]

Zapotrzebowanie na energię końcowa przed i po realizacji projektu należy obliczać zgodnie z wytycznymi podanymi w punkcie 1.1. i 1.2.

Audytor zobowiązany jest do określenia ilości energii końcowej przed i po realizacji projektu oraz ujęcie tych wartości w poniższym zestawieniu (tabela 1).

Tabela 1. Zestawienie zapotrzebowania na energię końcowa (wg nośników energii) dla stanu przed i po realizacji projektu.

Nośnik energii	Zapotrzebowanie na energię końcowa w kWh/rok		
	Stan przed realizacją projektu	Stan po realizacji projektu	Różnica <sup>1)</sup> (kol.2 – kol.3)
1	2	3	4
Olej opałowy			
Gaz ziemny			
Gaz płynny			
Węgiel kamienny			
Węgiel brunatny			
Biomasa			
Inny (podać jaki).....			
Ciepło sieciowe z ciepłowni			
Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę			
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni			
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni opartej wyłącznie na energii odnawialnej (biogaz, biomasa)			
Energia elektryczna zużyta na potrzeby budynku <sup>1)2)3)</sup>			
Energia elektryczna wyprodukowana w miejscu, zużyta na potrzeby budynku lub sprzedana do sieci <sup>1)3)</sup> (podać ze znakiem minus)			
1) Wartość energii elektrycznej uwzględnia ilość energii elektrycznej na potrzeby danego budynku: oświetlenie wbudowane, energia pomocnicza, energia elektryczna do napędu urządzeń chłodniczych dla klimatyzacji oraz np. ogrzewanie, c.w.u. (pompy cyrkulacyjne) 2) Dla energii elektrycznej, zakłada się, że wykazywana w tej pozycji tabeli energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci energetycznej. 3) Eksport energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej dotyczy wyłącznie wniosków wzorcowych			

## 1.1. Wytyczne do obliczania efektu energetycznego w wyniku modernizacji budynku - obliczenia zapotrzebowania na energię końcową budynku (przed i po modernizacji)

W przypadku budynków użyteczności publicznej zapotrzebowanie na energię końcową obejmuje sumę rocznego zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody, oświetlenia wbudowanego oraz energii pomocniczej<sup>1</sup> a także w przypadku, gdy występuje, do chłodzenia budynku<sup>2</sup>.

### 1.1.1. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania.

Metoda określania rocznego zapotrzebowania energii końcowej do ogrzewania i wentylacji wykorzystuje pkt 3 Załącznika nr 5 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno - użytkową oraz sposobu sporządzania i wzoru świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. nr 201, poz. 1240).

1 – Na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody.

2 – Wraz z energią pomocniczą na potrzeby chłodzenia

Roczne zużycie energii końcowej do ogrzewania określa się ze wzoru:

$$Q_{k,H} = Q_{H,Nd} / \eta_{H,tot} [kWh/rok] \quad (2)$$

gdzie:

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} * \eta_{H,s} * \eta_{H,d} * \eta_{H,e} \quad (3)$$

gdzie:

- $Q_{H,Nd}$  – zapotrzebowanie na energię użytkową (ciepło użytkowe) przez budynek kWh/rok
- $\eta_{H,tot}$  – średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego budynku – od wytwarzania (konwersji) ciepła do przekazania w pomieszczeniach
- $\eta_{H,g}$  – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej)
- $\eta_{H,s}$  – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku ( w obrębie osłony bilansowej lub poza nią).
- $\eta_{H,d}$  – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią)
- $\eta_{H,e}$  – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w budynku (w obrębie osłony bilansowej)

#### Uwagi:

- Jeżeli występuje kilka nośników energii lub kilka wydzielonych stref i instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku.
- W budynkach z instalacją wentylacyjną wyposażoną w oddzielne źródło ciepła do ogrzewania powietrza wentylacyjnego, wykorzystującym taki sam nośnik energii jak w źródle instalacji ogrzewczej, roczne zapotrzebowanie na energię końcową na ogrzewanie i wentylację należy obliczać ze wzorów (2) i (3), przyjmując w obliczeniach średnie

wartości sprawności cząstkowych w instalacji grzewczej i wentylacyjnej obliczone z uwzględnieniem udziałów strat ciepła przez przenikanie i straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w całkowitej stracie ciepła.

- Zyski ciepła od instalacji transportu nośnika ciepła i modułów pojemnościowych, jeżeli są one zlokalizowane wewnątrz osłony izolacyjnej budynku, to są wliczane do wewnętrznych zysków ciepła.
- Jeżeli instalacja transportu nośnika ciepła jest izolowana i położona w brzdach, to nie uwzględnia się tej części instalacji w obliczeniach strat ciepła.

Sprawności uwzględnione we wzorze (3) należy wyznaczyć w oparciu o:

- Obowiązujące przepisy,
- Dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń,
- Wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu,
- Dostępne dane katalogowe urządzeń, elementów instalacji grzewczej i wentylacyjnej obiektu.

Tabela 2. Sprawności wytwarzania ciepła (dla ogrzewania) w źródłach  $\eta_{H,g}$

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H,g}$
1	Kotły węglowe wyprodukowane po 2000r.	0,82
2	Kotły węglowe wyprodukowane w latach 1980-2000	0,65-0,75
3	Kotły węglowe wyprodukowane przed 1980r.	0,50-0,65
4	Kotły na biomasę (słoma) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100 kW	0,63
5	Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100 kW	0,72
6	Kotły na biomasę (słoma) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy powyżej 100 kW	0,70
7	Kotły na biomasę (słoma) automatyczne o mocy do 100 kW do 600 kW	0,75
8	Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) automatyczne powyżej 100 kW do 600kW	0,85
9	Kotły na biomasę (słoma, drewno) automatyczne z mechanicznym podawaniem paliwa o mocy powyżej 500 kW	0,85
10	Podgrzewacze elektryczne – przepływowe	0,94
11	Podgrzewacze elektrotermiczne	1,00
12	Elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe kablowe	0,99
13	Ogrzewanie podłogowe elektryczno – wodne	0,95
14	Piece kaflowe	0,60 – 0,70
15	Piece olejowe pomieszczeniowe	0,84
16	Piece gazowe pomieszczeniowe	0,75
17	Kotły na paliwo gazowe lub płynne z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwunastawną regulacją procesu spalania	0,86
18	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub płynne z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym - do 50kW - 50 – 120 kW - 120 – 1200 kW	0,87 – 0,91 0,91 – 0,97 0,94 – 0,98
19	Kotły gazowe kondensacyjne <sup>1)</sup> - do 50 kW (70/55°C) - do 50 kW (55/45°C) - 50 – 120 kW (70/55°C) - 50 – 120 kW (55/45°C) - 120 – 1200 kW (70/55°C) - 120 – 1200 kW (55/45°C)	0,91 – 0,97 0,94 – 1,00 0,91 – 0,98 0,95 – 1,01 0,92 – 0,99 0,96 – 1,02
20	Pompy ciepła woda/woda w istniejących budynkach	3,8/3,5 <sup>2)</sup>
21	Pompy ciepła glikol/woda w istniejących budynkach	3,5/3,3
22	Pompy ciepła powietrze/woda w istniejących budynkach	2,7/2,5

23	Węzeł cieplny kompaktowy z obudowa	
	- do 100 kW	0,98
	- powyżej 100 kW	0,99
24	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy	
	- do 100 kW	0,91
	- 100 – 300 kW	0,93
	- powyżej 300 kW	0,95

1 – sprawność odniesiona do wartości opałowej paliwa

2 – sezonowy współczynnik wydajności grzewczej pompy ciepła (SPF)

Uwagi:

- 1) Przyjęta sprawność dla rozpatrywanego przypadku powinna uwzględniać stan kotła i jego średniosezonowe obciążenie cieplne
- 2) W przypadku trudności oceny stanu faktycznego należy przyjmować wartość średnią z podanego zakresu sprawności.

Tabela 3. Sprawność układu akumulacji ciepła w systemie grzewczym  $\eta_{H,s}$

Lp.	Parametry zasobnika i jego usytuowanie	$\eta_{H,s}$
1	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55oC wewnątrz osłony termicznej budynku	0,93 – 0,97
2	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55oC na zewnątrz osłony termicznej budynku	0,91 – 0,95
3	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45oC wewnątrz osłony termicznej budynku	0,95 – 0,99
4	Bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45oC na zewnątrz osłony termicznej budynku	0,93 – 0,97
5	Brak zasobnika buforowego	1,00

Tabela 5. Sprawność przesyłu (dystrybucji) ciepła  $\eta_{H,d}$  (wartości średnie)

Lp.	Rodzaj instalacji grzewczej	$\eta_{H,d}$
1	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła <sup>1)</sup> usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armatura i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych	0,96 – 0,98
2	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,92 – 0,95
3	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, bez izolacji cieplnej na przewodach, armaturze i urządzeniach, które są zainstalowane w pomieszczeniach nieogrzewanych	0,87 – 0,90
4	Ogrzewanie powietrzne	0,95

1 - Węzeł cieplny, kotłownia gazowa, olejowa, węglowa, biopaliwa.

Tabela 6. Sprawności regulacji i wykorzystania ciepła  $\eta_{H,e}$

Lp.	Rodzaj instalacji	$\eta_{H,e}$
1	Elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe	0,98
2	Podłogowe: kablowe, elektryczno – wodne	0,95
3	Elektryczne grzejniki akumulacyjne: konwektorowe i podłogowe kablowe	0,90
4	Elektryczne ogrzewanie akumulacyjne bezpośrednie	0,91 – 0,97
5	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej, bez regulacji miejscowej	0,75 – 0,85
6	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji miejscowej	0,86 – 0,91
7	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku	0,98 – 0,99

	regulacji centralnej adaptacyjnej i miejscowej	
8	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej (zakres P – 1K)	0,97
9	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej (zakres P – 2K)	0,93
10	Ogrzewanie podłogowe w przypadku regulacji centralnej, bez miejscowej	0,94 – 0,96
11	Ogrzewanie podłogowe lub ściennie w przypadku regulacji centralnej i miejscowej	0,97 – 0,98
12	Ogrzewanie miejscowe przy braku regulacji automatycznej w pomieszczeniu	0,80 – 0,85

Sprawności elementów instalacji wyznacza się ze wzorów:

$$\Delta Q_{H,e} = Q_{H,nd} * (1/\eta_{H,e} - 1) [kWh/rok] \quad (4)$$

$$\eta_{H,d} = (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e}) / (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d}) \quad (5)$$

$$\eta_{H,s} = (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d}) / (Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,e} + \Delta Q_{H,d} + \Delta Q_{H,s}) \quad (6)$$

gdzie;

$\Delta Q_{H,e}$  – uśrednione sezonowe straty ciepła w wyniku niedoskonałej regulacji i przekazania ciepła w budynku  $kWh/rok$

$\Delta Q_{H,d}$  – uśrednione sezonowe straty ciepła instalacji transportu (dystrybucji) nośnika ciepła w budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią)  $kWh/rok$

$\Delta Q_{H,s}$  – uśrednione sezonowe straty ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią)  $kWh/rok$

Straty ciepła sieci transportu nośnika ciepła oraz zbiornika buforowego określa się ze wzorów:

$$\Delta Q_{H,d} = \Sigma(l_i * q_h * t_{SG}) * 10^{-3} [kWh/rok] \quad (7)$$

$$\Delta Q_{H,s} = \Sigma(V_S * q_S * t_{SG}) * 10^{-3} [kWh/rok] \quad (8)$$

gdzie:

$l_i$  – długość i-tego odcinka sieci dystrybucji nośnika ciepła  $m$

$q_{li}$  – jednostkowe straty ciepła przewodów ogrzewań wodnych, wg Tabeli  $W/m$

$t_{SG}$  – czas trwania sezonu grzewczego  $h$

$V_S$  – pojemność zbiornika buforowego  $dm^3$

$q_S$  – jednostkowe straty ciepła zbiornika buforowego, wg Tabeli  $W/dm^3$

Tabela 7. Jednostkowe straty ciepła przez przewody centralnego ogrzewania qli

Parametry	Izolacja termiczna przewodów	Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku				Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku			
		DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
90/70°C stałe	Nieizolowane	39,3	65,0	106,8	163,2	34,7	57,3	94,2	144,0
	½ grubości wg WT <sup>1)</sup>	20,1	27,7	38,8	52,4	17,8	24,4	34,2	46,2
	grubości wg WT	10,1	12,6	12,1	12,1	8,9	11,1	10,7	10,7
	2xgrubości wg WT	7,6	8,1	8,1	8,1	6,7	7,1	7,1	7,1
90/70°C regulowane	Nieizolowane	24,3	40,1	66,0	100,8	19,6	32,5	53,4	81,6
	½ grubości wg WT <sup>1)</sup>	12,4	17,1	24,0	32,4	10,1	13,9	19,4	26,2
	grubości wg WT	6,2	7,8	7,5	7,5	5,0	6,3	6,0	6,0
	2xgrubości wg WT	4,7	5,0	5,0	5,0	3,8	4,0	4,0	4,0
70/55°C regulowane	Nieizolowane	18,5	30,6	50,3	76,8	13,9	22,9	37,7	57,6
	½ grubości wg WT <sup>1)</sup>	9,5	13,0	18,3	24,7	7,1	9,8	13,7	18,5
	grubości wg WT	4,7	5,9	5,7	5,7	3,6	4,4	4,3	4,3
	2xgrubości wg WT	3,6	3,8	3,8	3,8	2,7	2,8	2,8	2,8
55/45°C	Nieizolowane	14,4	23,9	39,3	60,0	9,8	16,2	26,7	40,8
	½ grubości wg WT <sup>1)</sup>	7,4	10,2	14,3	19,3	5,0	6,9	9,7	13,1

regulowane	grubości wg WT	3,7	4,6	4,4	4,4	2,5	3,1	3,0	3,0
	2xgrubości wg WT	2,8	3,0	3,0	3,0	1,9	2,0	2,0	2,0
35/28°C regulowane	Nieizolowane	8,1	13,4	22,0	33,6	3,5	5,7	9,4	14,4
	½ grubości wg WT <sup>1)</sup>	4,1	5,7	8,0	10,8	1,8	2,4	3,4	4,6
	grubości wg WT	2,1	2,6	2,5	2,5	0,9	1,1	1,1	1,1
	2xgrubości wg WT	1,6	1,7	1,7	1,7	0,7	0,7	0,7	0,7

- 1) Grubości izolacji podane w Rozporządzeniu *Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późn. Zm.) dalej oznaczone „WT”.

Tabela 8. Jednostkowe straty ciepła przez zbiornik buforowy(zasobnik) w układzie centralnego ogrzewania qS

Lokalizacja bufora	Pojemność [dm <sup>3</sup> ]	Parametry termiczne 70/55°C i wyżej			Parametry termiczne 55/45°C i niżej		
		Izolacja 10 cm	Izolacja 5 cm	Izolacja 2 cm	Izolacja 10 cm	Izolacja 5 cm	Izolacja 2 cm
Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku	100	0,7 – 0,9	1,1 – 1,4	2,0 – 2,7	0,3 – 0,5	0,5 – 0,8	0,9 – 1,6
	200	0,5 – 0,7	0,8 – 1,1	1,6 – 2,1	0,2 – 0,4	0,4 – 0,7	0,7 – 1,3
	500	0,4 – 0,5	0,6 – 0,8	1,2 – 1,6	0,2 – 0,3	0,3 – 0,5	0,5 – 1,0
	1000	0,3 – 0,4	0,5 – 0,6	1,0 – 1,3	0,1 – 0,2	0,2 – 0,4	0,4 – 0,8
	2000	0,2 – 0,3	0,4 – 0,5	0,8 – 1,0	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,6
Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku	100	0,5 – 0,7	0,8 – 1,1	1,5 – 2,2	0,1 – 0,4	0,2 – 0,6	0,4 – 1,1
	200	0,4 – 0,6	0,6 – 0,9	1,2 – 1,7	0,1 – 0,3	0,2 – 0,4	0,3 – 0,9
	500	0,3 – 0,4	0,5 – 0,7	0,9 – 1,3	0,1 – 0,2	0,1 – 0,3	0,2 – 0,6
	1000	0,2 – 0,3	0,4 – 0,5	0,7 – 1,0	0,1 – 0,2	0,1 – 0,3	0,2 – 0,5
	2000	0,2	0,3 – 0,4	0,6 – 0,8	0,0 – 0,1	0,1 – 0,2	0,1 – 0,4

Tabela 9. Izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego dla nowej instalacji wg WT 2014

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 [W/(m \cdot K)]$ <sup>1)</sup>
1	2	3
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	Równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg lp. 1 – 4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	50% wymagań z lp. 1 – 4
6	Przewody ogrzewań centralnych, przewody wody ciepłej i cyrkulacji instalacji ciepłej wody użytkowej wg lp. 1 – 4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	50% wymagań z lp. 1 – 4
7	Przewody wg lp. ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części ogrzewanej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone w części nieogrzewanej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku <sup>2)</sup>	50% wymagań z lp. 1 – 4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku <sup>2)</sup>	100% wymagań z lp. 1 – 4
Uwaga:		
1) Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodzenia ciepła niż podany w		



tabeli – należy skorygować grubość warstwy izolacyjnej  
2) Izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

### 1.1.2. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową do przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody  $Q_{cw}$  określone jest przez audytora na podstawie analizy i prognozy zużycia ciepła, obliczone zgodnie z Polska Normą PN – EN 15316-3:2007 „Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji”, lub zgodnie z pkt 4.1. i 4.2. Załącznika nr 5 „Rozporządzenie Ministra infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno – użytkową oraz sposobu sporządzania i wzoru świadectw ich charakterystyki energetycznej” (Dz. U. nr 201, poz. 1240).

#### 1.1.2.1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania ciepłej wody.

Wartość rocznego zapotrzebowania na energię końcową do przygotowania ciepłej wody określana jest według ww. rozporządzenia ze wzoru:

$$Q_{K,W} = Q_{W,Nd} / \eta_{W,tot} \text{ [kWh / rok]} \quad (9)$$

gdzie:

$Q_{K,W}$  zapotrzebowanie ciepła użytkowego do podgrzania ciepłej wody kWh/rok  
 $\eta_{W,tot}$  średnia sezonowa sprawność systemu przygotowania ciepłej wody

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} * \eta_{W,d} * \eta_{W,s} * \eta_{W,e} \quad (10)$$

gdzie:

$\eta_{W,g}$  średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej)  
 $\eta_{W,d}$  średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią)  
 $\eta_{W,s}$  średnia sezonowa sprawność wykorzystania (przyjmuje się 1,0)

Uwagi:

1. Jeżeli istnieje kilka nośników energii lub kilka wydzielonych instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku.
2. Zyski ciepła od instalacji transportu ciepłej wody i modułów pojemnościowych, jeżeli są one zlokalizowane wewnątrz osłony izolacyjnej budynku, to są wliczane do wewnętrznych zysków ciepła.
3. Jeżeli instalacja transportu ciepłej wody jest zaizolowana i położona w brzdach, to nie uwzględnia się tej części instalacji w obliczeniach strat ciepła.

Sprawności cząstkowe uwzględnione we wzorze (9) oraz dane do wzoru należy wyznaczać w oparciu:

- obowiązujące przepisy,
- dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń,
- wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu,
- dostępne dane katalogowe urządzeń, elementów instalacji ciepłej wody użytkowej obiektu.

Wyznaczenie sprawności elementów instalacji:

$$\eta_{W,d} = Q_{W,nd} / (Q_{W,nd} + \Delta Q_{W,d}) \quad (11)$$

$$\eta_{W,s} = (Q_{W,nd} + \Delta Q_{W,d}) / (Q_{W,nd} + \Delta Q_{W,d} + \Delta Q_{W,s}) \quad (12)$$

gdzie:

$\Delta Q_{W,d}$  uśrednione roczne straty ciepła instalacji transportu (dystrybucji) ciepłej wody użytkowej w budynku (w osłonie bilansowej lub poza nią) *kWh/rok*

$\Delta Q_{W,s}$  uśrednione sezonowe straty ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią) *kWh/rok*

Straty ciepła sieci transportu ciepłej wody użytkowej oraz zasobnika ciepłej wody:

$$\Delta Q_{W,d} = \Sigma(l_i * q_{li} * t_{CW}) * 10^{-3} \quad [kWh/rok] \quad (13)$$

$$\Delta Q_{W,s} = \Sigma(V_s * q_s * t_{CW}) * 10^{-3} \quad [kWh/rok] \quad (14)$$

gdzie:

$l_i$  długość i-tego odcinka sieci ciepłej wody użytkowej m

$q_{li}$  jednostkowe straty ciepła przewodów ciepłej wody, wg tabeli 10 W/m

$t_{CW}$  czas działania układu ciepłej wody w ciągu roku h

$V_s$  pojemność zasobnika ciepłej wody  $dm^3$

$Q_s$  jednostkowe straty ciepła zasobnika ciepłej wody, wg Tabeli  $W/dm^3$

Tabela 10. Jednostkowe straty ciepła przez przewody ciepłej wody użytkowej  $q_i$  [W/m]

Przewody o temp. °C	Izolacja termiczna przewodów	Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku				Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku			
		DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100	DN 10-15	DN 20-32	DN 40-65	DN 80-100
Przewody ciepłej wody użytkowej - przepływ zmienny 55°C	Nieizolowane	24,9	33,2	47,7	68,4	14,9	19,9	28,6	41,0
	½ grubości wg WT <sup>1)</sup>	5,7	8,8	13,5	20,7	3,4	5,3	8,1	12,4
	grubości wg WT	4,1	4,6	4,6	4,6	2,5	2,7	2,7	2,7
	2xgrubości wg WT	3,0	3,4	3,2	3,2	1,8	2,0	1,9	1,9
Przewody cyrkulacyjne – stały przepływ 55°C	Nieizolowane	53,5	71,3	102,5	147,1	37,3	49,8	71,5	102,6
	½ grubości wg WT <sup>1)</sup>	12,3	18,9	29,0	44,6	8,6	13,2	20,2	31,1
	grubości wg WT	8,8	9,8	9,8	9,8	6,1	6,8	6,8	6,8
	2xgrubości wg WT	6,5	7,2	6,9	6,9	4,5	5,1	4,8	4,8

Tabela 11. Jednostkowe straty ciepła przez zasobnik ciepłej wody użytkowej  $q_s$  [W/dm<sup>3</sup>]

Lokalizacja zasobnika	Pojemność [dm <sup>3</sup> ]	Pośrednio podgrzewane, biwalentne zasobniki solarne, zasobniki elektryczne całodobowe			Małe zasobniki elektryczne	Zasobnik gazowe
		Izolacja 10 cm	Izolacja 5 cm	Izolacja 2 cm		
Na zewnątrz osłony izolacyjnej budynku	25	0,68	1,13	2,04	2,80	3,13
	50	0,54	0,86	1,58	2,80	3,07
	100	0,43	0,65	1,23	2,80	3,02
	200	0,34	0,49	0,95		2,96
	500	0,25	0,34	0,68		2,89
	1000	0,20	0,26	0,53		2,84
	1500	0,18	0,22	0,46		2,81
	2000	0,16	0,20	0,41		2,78

Wewnątrz osłony izolacyjnej budynku	25	0,55	0,92	1,66	2,28	2,55
	50	0,44	0,70	1,29	2,28	2,50
	100	0,35	0,53	1,00	2,28	2,46
	200	0,28	0,40	0,78		2,41
	500	0,21	0,28	0,56		2,35
	1000	0,17	0,21	0,43		2,31
	1500	0,14	0,18	0,37		2,28
	2000	0,13	0,16	0,33		2,27

Przy braku danych, dla budynków istniejących można korzystać odpowiednio z wartości zryczałtowanych (z Tabel 12 – 14)

Tabela 12. Sprawność wytwarzania ciepła (dla przygotowania ciepłej wody) w źródłach  $\eta_{H,g}$

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H,g}$ ( $\varepsilon_{H,g}$ )
1	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem elektrycznym	0,84 – 0,99
2	Przepływowy podgrzewacz gazowy z zapłonem płomieniem dyżurnym	0,16 – 0,74
3	Kotły stałotemperaturowe (tylko ciepła woda)	0,40 – 0,72
4	Kotły stałotemperaturowe dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepła woda)	0,65 – 0,77
5	Kotły niskotemperaturowe o mocy do 50 kW	0,83 – 0,90
6	Kotły niskotemperaturowe o mocy ponad 50 kW	0,88 – 0,92
7	Kotły gazowe kondensacyjne o mocy do 50 kW <sup>1)</sup>	0,85 – 0,91
8	Kotły gazowe kondensacyjne o mocy ponad 50 kW	0,88 – 0,93
9	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem bez strat)	0,96 – 0,99
10	Elektryczny podgrzewacz przepływowy	0,99 -1,00
11	Pompy ciepła woda/woda	3,5 – 4,5 <sup>2)</sup>
12	Pompy ciepła glikol/woda	2,6 – 3,8
13	Pompy ciepła powietrze/woda	2,2 – 3,1
14	Węzeł cieplny kompaktowy z obudowa	0,88 – 0,90
15	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy	0,80 – 0,85
16	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową (ogrzewanie i ciepła woda)	0,94 – 0,97
17	Węzeł cieplny kompaktowy bez obudowy (ogrzewanie i ciepła woda)	0,88 – 0,96

- 1) sprawność odniesiona do wartości opałowej paliwa
- 2) sezonowy współczynnik wydajności grzejnej pompy ciepła (SPF)

Uwagi:

- 1) przyjęta sprawność dla rozpatrywanego przypadku powinna uwzględniać stan kotła i jego średniosezonowe obciążenie cieplne,
- 2) całoroczny tryb pracy w układzie centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej; w przypadku trudności oceny stanu faktycznego należy przyjmować wartość średnią z podanego zakresu sprawności.

Tabela 13. Sprawność przesyłu wody ciepłej użytkowej  $\eta_{W,d}$

Rodzaje instalacji ciepłej wody	Sprawność przesyłu wody ciepłej $\eta_{W,d}$
<b>1. Miejscowe przygotowanie ciepłej wody, instalacja ciepłej wody bez obiegów cyrkulacyjnych</b>	
Miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	1,0
Miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów poboru wody ciepłej w jednym pomieszczeniu sanitarnym, bez obiegu cyrkulacyjnego	0,8
<b>2. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne nieizolowane, przewody rozprzewadzające izolowane</b>	
Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	0,6
Instalacje średnie, 30 – 100 punktów poboru ciepłej wody	0,5
Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	0,4
<b>3. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i</b>	

przewody rozprowadzające izolowane <sup>1)</sup>	
Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	0,7
Instalacje średnie, 30 – 100 punktów poboru ciepłej wody	0,6
Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	0,5
4. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy <sup>2)</sup> , piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane	
Instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody	0,8
Instalacje średnie, 30 – 100 punktów poboru ciepłej wody	0,7
Instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	0,6

- 1) Przewody izolowane wykonane z rur stalowych lub miedzianych, lub przewody nieizolowane wykonane z rur z tworzyw sztucznych.
- 2) Ograniczenie czasu pracy pompy cyrkulacyjnej do ciepłej wody w godzinach nocnych lub zastosowanie pomp obiegowych ze sterowaniem za pomocą układów termostatycznych.

Tabela 14. Sprawność akumulacji ciepła w systemie ciepłej wody  $\eta_{W,s}$

Lp.	Parametry zasobnika ciepłej wody i jego usytuowanie	$\eta_{W,s}$
1	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1970 - tych	0,30 – 0,59
2	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1977 – 1995	0,55 – 0,69
3	Zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995 – 2000	0,60 – 0,74
4	Zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego	0,83 – 0,86

### 1.1.2.2. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody

Roczne zapotrzebowanie na ciepło użytkowe do przygotowania ciepłej wody wyznacza się z wzoru:

$$Q_{W,nd} = V_{CW,i} * L_i * c_w * \rho_w * (\Theta_{CW} - \Theta_O) k_t * t_{uz} / (1000 * 3600) [kWh/rok] \quad (15)$$

gdzie:

- $V_{CW,i}$  jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie  $dm^3/(j.o.)$  doba istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie Tabeli 16
- $L_i$  liczba jednostek odniesienia osoby
- $t_{uz}$  czas użytkowania (miesiąc, rok – przeważnie 365 dni), czas użytkowania należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje doby
- $k_t$  mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C wg dokumentacji projektowej lub Tabela 15
- $c_w$  ciepło właściwe wody, przyjmowane jako 4,19 kJ/(kgK) kJ/(kgK)
- $\rho_w$  gęstość wody, przyjmowana jako 1000 kg/m<sup>3</sup> kg/m<sup>3</sup>
- $\Theta_{CW}$  temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, 55°C °C
- $\Theta_O$  temperatura wody zimnej, przyjmowana jako 10°C °C

Tabela 15. Współczynnik korekcyjny temperatury ciepłej wody  $k_t$

Lp.	Temperatura wody na wypływie z zaworu czerpalnego °C	Współczynnik korekcyjny $k_t$
1	55	1,00
2	50	1,12
3	45	1,28

- 1) Dla pośrednich wartości temperatury wartości  $k_t$  należy interpretować liniowo

Tabela 16. Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej VCW dla różnych typów budynków

Lp.	Rodzaje budynków	Jednostka odniesienia	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{CW}$ o temperaturze 55°C
		[j.o.]	[dm <sup>3</sup> /(j.o.)* doba]
1. Budynki zamieszkania zbiorowego:			
1.1	Hotele z gastronomią	[miejsce noclegowe]	112
1.2	Hotele pozostałe	[miejsce noclegowe]	75
1.3	Budynki koszarowe	[łóżko]	70
2. Inne budynki:			
2.1.	Szkoły	[uczeń]	8
2.2.	Budynki biurowe, magazynowe	[pracownik]	7

### 1.1.3. Wytyczne do obliczania rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody

Zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody wyznacza się zgodnie z poniższą procedurą określoną na podstawie pkt 5 Załącznika nr 5 Dz. U. nr 201, poz. 1240.

Energia pomocnicza jest niezbędna w tym przypadku do utrzymania ruchu systemów technicznych ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Jako energia pomocnicza jest wykorzystywana energia elektryczna przeznaczona:

- W systemie ogrzewania do napędu: pomp obiegowych, pompy ładującej bufor, palnika, pompy obiegowej w systemie solarnym, pomp obiegów wtórnych, sterowników i napędów wykonawczych,
- W systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej do napędu: pompy cyrkulacyjnej, pompy ładującej zasobnik, pompy obiegowej w systemie solarnym, sterowników i napędów wykonawczych,
- W systemie wentylacji mechanicznej do napędu: wentylatorów, urządzeń do odzysku ciepła, sterowników i napędów wykonawczych.

Wyznaczanie zapotrzebowania na energię pomocniczą:

- System ogrzewania i wentylacji:

$$E_{el,pom,H} = \sum_i q_{el,H,i} * A_f * t_{el,i} * 10^{-3} \text{ [kWh/rok]} \quad (16)$$

$$E_{el,pom,V} = \sum_i q_{el,V,i} * A_f * t_{el,i} * 10^{-3} \text{ [kWh/rok]} \quad (17)$$

gdzie:

$q_{el,H,i}$  zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania, odnieś one do powierzchni użytkowej (ogrzewanej)  $W/m^2$

$q_{el,V,i}$  zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie wentylacji, odniesione do powierzchni użytkowej (ogrzewanej)  $W/m^2$

$A_f$  powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku  $m^2$

$t_{el,i}$  czas działania urządzenia pomocniczego w ciągu roku, zależny od programu eksploatacji budynku (instalacji) h/rok

- System przygotowania ciepłej wody użytkowej:

$$E_{el,pom,W} = \sum_i q_{el,W,i} * A_f * t_{el,i} * 10^{-3} \text{ [kWh/rok]} \quad (18)$$

gdzie:

$q_{el,w,i}$  zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie przygotowania ciepłej wody, odniesione do powierzchni użytkowej (ogrzewanej)  $W/m^2$

$A_f$  powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku  $m^2$

$t_{el,i}$  czas działania urządzenia pomocniczego w ciągu roku, zależny od programu eksploatacji instalacji ciepłej wody  $h/rok$

Uwaga:

Gdy istnieje kilka wydzielonych instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku. Dane należy wyznaczać w oparciu o:

- obowiązujące przepisy,
- dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń,
- wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu,
- dostępne dane katalogowe urządzeń, elementów instalacji ciepłej wody użytkowej obiektu.

Przy braku danych można korzystać odpowiednio z Tabeli 17.

Tabela 17. Średnie moce jednostkowe układów pomocniczych w systemie ogrzewania i przygotowania ciepłej wody odniesione do powierzchni  $A_f$  i średni czas ich pracy w ciągu roku

Lp.	Rodzaj urządzenia pomocniczego i instalacji	$q_{el,i}$ $W/m^2$	$t_{el,i}$ $h/rok$
1	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o $A_f$ do 250 $m^2$ z grzejnikami członowymi lub płytowymi,	0,2 – 0,7	5000-6000
2	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o $A_f$ ponad 250 $m^2$ z grzejnikami członowymi lub płytowymi, granica ogrzewania 10°C	0,1 – 0,4	4000-5000
3	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o $A_f$ do 250 $m^2$ z grzejnikami podłogowymi,	0,5 – 1,2	6000-7000
4	Pompy cyrkulacyjne ciepłej wody w budynku o $A_f$ do 250 $m^2$ , praca ciągła	0,1 – 0,4	8760
5	Pompy cyrkulacyjne ciepłej wody w budynku o $A_f$ ponad 250 $m^2$ , praca przerywana do 4 godz/dobę	0,05 – 0,1	7300
6	Pompy cyrkulacyjne ciepłej wody w budynku o $A_f$ ponad 250 $m^2$ , praca przerywana do 8 godz/dobę	0,05 – 0,1	5840
7	Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody w budynku o $A_f$ do 250 $m^2$	0,3 – 0,6	200-300
8	Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody w budynku o $A_f$ ponad 250 $m^2$	0,1 – 0,2	300-700
9	Pompa ładująca bufor w układzie ogrzewania w budynku o $A_f$ do 250 $m^2$	0,2 – 0,5	1500
10	Pompa ładująca bufor w układzie ogrzewania budynku o $A_f$ ponad 250 $m^2$	0,05 – 0,1	1500
11	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do podgrzewu ciepłej wody w budynku o $A_f$ do 250 $m^2$	0,8 – 1,7	200-350
12	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do podgrzewu ciepłej wody w budynku o $A_f$ ponad 250 $m^2$	0,1 – 0,6	300-450
13	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o $A_f$ do 250 $m^2$	0,3 – 0,6	1400-3000
14	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o $A_f$ ponad 250 $m^2$	0,05 – 0,2	2500-4500
15	Napęd pomocniczy pompy ciepła woda/woda w układzie przygotowania ciepłej wody	1,0 – 1,6	400
16	Napęd pomocniczy pompy ciepła glikol/woda w układzie przygotowania ciepłej wody	0,6 – 1,0	400
17	Napęd pomocniczy pompy ciepła woda/woda w układzie ogrzewania	1,0 – 1,6	1600
18	Napęd pomocniczy pompy ciepła glikol/woda w układzie ogrzewania	0,6 – 1,0	1600
19	Regulacja węzła cieplnego – ogrzewanie i ciepła woda	0,05 – 0,1	8760

20	Pompy i regulacja instalacji solarnej w budynku o $A_f$ do 500 m <sup>2</sup>	0,2 – 0,4	1000-1750
21	Pompy i regulacja instalacji solarnej w budynku o $A_f$ ponad 500 m <sup>2</sup>	0,1 – 0,3	1000-1750
22	Wentylatory w centrali nawiewno-wywiewnej, wymiana powietrza do 0,6h <sup>-1</sup>	0,2 – 0,6	6000-8760
23	Wentylatory w centrali nawiewno-wywiewnej, wymiana powietrza powyżej 0,6h <sup>-1</sup>	0,6 – 1,6	6000-8760
24	Wentylator w centrali wywiewnej, wymiana powietrza do 0,6h <sup>-1</sup>	0,1 – 0,5	6000-8760
25	Wentylator w centrali wywiewnej, wymiana powietrza powyżej 0,6h <sup>-1</sup>	0,5 – 1,1	6000-8760
26	Wentylatory miejscowego układu wentylacyjnego	1,1 – 3,0	6000-8760

Uwaga: w przypadku trudności oceny stanu faktycznego należy przyjmować wartości średnie z podanego zakresu zmian mocy jednostkowej lub czasu działania.

#### 1.1.4. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową do chłodzenia

Ilość energii końcowej niezbędnej dla pokrycia potrzeb chłodniczych budynku w roku wyznaczana jest zgodnie z poniższą procedurą określoną na podstawie pkt 3.1.2. Załącznika nr 6 Dz. U. nr 201, poz. 1240.

Konieczne poprawki wprowadzono na podstawie PN-EN ISO 13790:2009.

##### Uwaga nr 1:

W przypadku gdy oceniany budynek nie jest wyposażony w instalację chłodzenia lub jest on wyposażony w instalację chłodzenia, która niepodlega wg. Dz. U. nr 201, poz. 1240 Rozdział 1 §2 pkt 13 (tj. obsługuje nie więcej niż jedno pomieszczenie), natomiast w stanie po modernizacji jest wyposażony w instalację chłodzenia ze względu na wymagania techniczne lub prawne stawiane ocenianemu budynkowi, jako stan bazowy przed modernizacją budynku należy przyjąć do obliczeń zapotrzebowanie na chłód budynku wyposażonego w instalację chłodzenia z klimatyzatorami rozdzielonymi ze skraplaczami chłodzonymi powietrzem z współczynnikiem ESEER 2,8 w każdym pomieszczeniu, które powinno być chłodzone wg tych wymagań. W tym przypadku zapotrzebowanie na chłód budynku po modernizacji powinno być mniejsze od zapotrzebowania na chłód przed modernizacją, a różnica tego zapotrzebowania powinna mieć wartość dodatnią.

##### Uwaga nr 2:

W przypadku wykazania obniżenia zapotrzebowania na energię na potrzeby chłodzenia ocenianego budynku proponuje się określenie rocznego zapotrzebowania na energię do chłodzenia budynku przed i po jego modernizacji niezależnie od definicji systemu chłodniczego i liczby pomieszczeń chłodzonych za pomocą jednej instalacji chłodniczej.

Ilość energii końcowej niezbędnej dla pokrycia potrzeb chłodniczych budynku w roku wyznaczana jest z zależności:

$$Q_{K,C} = Q_{C,nd} / \eta_{C,tot} \quad [kWh/rok] \quad (19)$$

gdzie:

$Q_{C,nd}$  zapotrzebowanie na chłód użytkowy                      kWh/rok

$\eta_{C,tot}$  sprawność całkowita systemu chłodniczego

#### 1.1.4.1. Sprawność całkowita systemu chłodniczego

Sprawność całkowita systemu chłodniczego budynku wyznaczana jest z zależności:

$$\eta_{C,tot} = ESEER * \eta_{C,s} * \eta_{C,d} * \eta_{C,e} \quad (20)$$

gdzie:

- ESEER* średni europejski współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu z nośnika energii doprowadzanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) liczony zgodnie z wytycznymi Eurovent
- $\eta_{C,s}$  średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w budynku (w obrębie osłony bilansowej)
- $\eta_{C,d}$  średnia sezonowa sprawność transportu nośnika chłodu w budynku (w obrębie osłony bilansowej)
- $\eta_{C,e}$  średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w budynku (w obrębie osłony bilansowej)

Sprawności cząstkowe należy wyznaczać w oparciu o:

- obowiązujące przepisy,
- dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń,
- wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu,
- dostępne dane katalogowe urządzeń, elementów instalacji chłodniczej i wentylacyjnej obiektu.

Przy braku danych można korzystać odpowiednio z Tabeli 18 – 21

Średni europejski sezonowy współczynnik efektywności energetycznej urządzenia chłodniczego wyznaczany jest z równania;

$$ESEER = 0,03EER_{100\%} + 0,33EER_{75\%} + 0,41EER_{50\%} + 0,23EER_{25\%} \quad (21)$$

gdzie:

- $EER_{100\%}$  współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu z nośnika energii doprowadzonej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) przy 100% obciążeni
- $EER_{75\%}$  współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu z nośnika energii doprowadzonej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) przy 75% obciążeni
- $EER_{50\%}$  współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu z nośnika energii doprowadzonej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) przy 50% obciążeni
- $EER_{25\%}$  współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu z nośnika energii doprowadzonej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej) przy 25% obciążeni

Uwaga:

1. Jeżeli istnieje kilka nośników chłodu lub kilka wydzielonych stref i instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku.
2. Zyski ciepła instalacji transportu nośnika chłodu i modułów pojemnościowych, jeżeli są one zlokalizowane wewnątrz osłony izolacyjnej budynku, to są wliczane do wewnętrznych strat ciepła.



3. Jeżeli instalacja transportu nośnika chłodu jest zaizolowana i położona w brzdach, to nie uwzględnia się tej części instalacji w obliczeniach strat ciepła.
4. Dla wszystkich lokali użytkowych, które są podłączone do wspólnej instalacji chłodzenia, sprawności cząstkowe we wzorze (21) są takie same jak dla ocenianego budynku.

Tabela 18. Współczynniki efektywności energetycznej wytworzenia chłodu ESEER

Lp.	Rodzaj źródła chłodu i systemu chłodzenia	ESEER
<b>System bezpośredni</b>		
1	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem: a) klimatyzacja komfortu b) klimatyzacja precyzyjna	3,0 – 3,2 3,4 – 3,6
2	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym wodą: a) klimatyzacja komfortu b) klimatyzacja precyzyjna	3,2 – 3,4 3,6 – 3,8
3	Klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem a) klimatyzacja komfortu b) klimatyzacja precyzyjna	2,8 – 3,0 3,2 – 3,4
4	Klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym wodą a) klimatyzacja komfortu b) klimatyzacja precyzyjna	3,0 – 3,2 3,4 – 3,6
5	Klimatyzator rozdzielny (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	3,0
6	Klimatyzator rozdzielny (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym wodą	3,2
7	System VRV	3,3
<b>System pośredni</b>		
8	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – półhermetyczne sprężarki tłokowe, skraplacz chłodzony powietrzem: a) nośnik chłodu – woda b) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu c) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling	3,6 – 3,8 3,4 – 3,6 5,1 – 5,4
9	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – półhermetyczne sprężarki tłokowe, skraplacz chłodzony wodą: a) nośnik chłodu – woda b) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu c) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling	3,8 – 4,0 3,6 – 3,8 5,4 – 5,7
10	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – sprężarki spiralne, skraplacz chłodzony powietrzem: a) nośnik chłodu – woda b) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu c) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling	3,6 – 3,8 3,4 – 3,6 5,1 – 5,4
11	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – sprężarki spiralne, skraplacz chłodzony wodą: a) nośnik chłodu – woda b) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu c) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling	3,8 – 4,0 3,6 – 3,8 5,4 – 5,7
12	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – sprężarki śrubowe, skraplacz chłodzony powietrzem: a) nośnik chłodu – woda b) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu c) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling	3,6 – 3,8 3,4 – 3,6 5,1 – 5,4
13	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – sprężarki śrubowe, skraplacz chłodzony wodą: a) nośnik chłodu – woda b) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu c) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling	3,8 – 4,0 3,6 – 3,8 5,4 – 5,7
14	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – sprężarki przepływowe, skraplacz chłodzony wodą: a) nośnik chłodu – woda b) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu c) nośnik chłodu – wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling	4,2 – 4,4 4,0 – 4,2 6,0 – 6,3

15	Bromolitowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana wodą o temperaturze 95oC	0,70
16	Bromolitowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana parą wodną o nadciśnieniu 2,0 bar	0,80

Tabela 19. Wartości sprawności transportu energii chłodniczej  $\eta_{C,d}$

Lp.	Rodzaje systemu rozdziału	$\eta_{C,d}$
<b>Chłodzenie bezpośrednie – zdecentralizowane</b>		
1	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	1,0
2	Klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym wodą	1,0
3	Klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	1,0
4	Klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym wodą	1,0
5	Klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	0,98
6	Klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym wodą	0,98
7	System VRV	0,94 – 0,98
<b>Chłodzenie bezpośrednie – scentralizowane</b>		
8	Jednoprzewodowa instalacja powietrzna	0,90
<b>Chłodzenie pośrednie</b>		
9	Instalacja wody lodowej 5/12oC:	
	a) Układ prosty (bez podziału na obiegi)	0,92
	b) Układ z podziałem na obieg pierwotny i wtórny	0,96
	c) Układ zasilający belki chłodzące (15/18oC)	0,98

Tabela 20. Wartości sprawności urządzeń do akumulacji chłodu  $\eta_{C,s}$

Lp.	Parametry zbiornika buforowego i jego usytuowanie	$\eta_{C,s}$
1	Bufor w systemie chłodniczym o parametrach 6/12°C wewnątrz osłony termicznej budynku	0,93 – 0,97
2	Bufor w systemie chłodniczym o parametrach 6/12°C zewnątrz osłony termicznej budynku	0,91 – 0,95
3	Bufor w systemie chłodniczym o parametrach 15/18°C wewnątrz osłony termicznej budynku	0,95 – 0,99
4	Bufor w systemie chłodniczym o parametrach 15/18°C zewnątrz osłony termicznej budynku	0,93 – 0,97
5	Brak zasobnika buforowego	1,00

Tabela 21. Wartości sprawności regulacji i wykorzystania chłodu  $\eta_{C,e}$

Lp.	Rodzaje instalacji i jej wyposażenie	$\eta_{C,e}$
1	Instalacja wody lodowej z termostatycznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach:	
	a) regulacja skokowa	0,92
	b) regulacja ciągła	0,94
2	Instalacja wody lodowej z zaworami trójdrogowymi przy odbiornikach:	
	a) regulacja skokowa	0,95
	b) regulacja ciągła	0,97

#### 1.1.4.2. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy

Metodę określania zapotrzebowania na chłód użytkowy oparto o metodę przedstawioną w pkt 3.2 Załącznika nr 6 Dz. U. nr 201, poz. 1240.

Do obliczeń zapotrzebowania na energię końcową dla potrzeb chłodzenia budynku wykorzystuje się prostą metodę obliczeń miesięcznych, której model matematyczny jest oparty na bilansach energii w stanie ustalonym. Metoda obliczeń umożliwia wyznaczenie miesięcznych wartości

zużycia ciepła na cele chłodu dostarczanego bezpośrednio do wydzielonej strefy cieplnej budynku o regulowanej wartości temperatury powietrza wewnętrznego.

W wykorzystywanej metodzie efekty dynamiczne w bilansowaniu budynku uwzględniane są poprzez wprowadzenie współczynników korekcyjnych.

Przewiduje się dwa przypadki dla wydzielanych stref cieplnych budynku o regulowanej wartości temperatury powietrza wewnętrznego:

- budynek jednostrefowy o regulowanej wartości temperatury powietrza wewnętrznego.
- budynek wielostrefowy o różnych wartościach regulowanej temperatury powietrza wewnętrznego stref bez wzajemnego oddziaływania na siebie tych stref.

Zastosowanie metody obliczeń dla pojedynczych stref w budynku o różnych funkcjach użytkowych wymaga zastosowania średniej ważonej temperatury. W tym przypadku regulowane wartości temperatury dla chłodzenia wyznaczane są z zależności:

$$\theta_{int,C,set} = \frac{\sum_s A_{f,s} \theta_{int,C,set}}{\sum_s A_{f,s}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (22)$$

gdzie:

$A_{f,s}$  powierzchnia użytkowa pojedynczej strefy  $s$   $\text{m}^2$

$\theta_{int,C,set}$  temperatura zadana (obliczeniowa) strefy  $s$  dla trybu chłodzenia  $^{\circ}\text{C}$

Obliczenia dla budynku wielostrefowego bez uwzględnienia oddziaływań termicznych i powietrznych między strefami prowadzone są jak dla pojedynczych stref. Powierzchnia styku poszczególnych stref traktowana jest jako powierzchnia adiabatyczna.

Ilość chłodu dla pokrycia potrzeb chłodniczych budynku dla każdej jego strefy w danym miesiącu w przypadku chłodzenia ciągłego wyznaczana jest z zależności:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} * Q_{C,ht} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (23)$$

natomiast w przypadku chłodzenia z przerwami:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,interm} \quad [\text{kWh/m-c}] \quad (24)$$

gdzie:

$Q_{C,nd}$  ilość chłodu niezbędna na pokrycie potrzeb chłodzenia budynku (strefy) w okresie miesięcznym  $\text{kWh/m-c}$

$Q_{C,nd,cont}$  ilość chłodu niezbędna na pokrycie potrzeb chłodzenia ciągłego budynku (strefy) w okresie miesięcznym  $\text{kWh/m-c}$

$Q_{C,nd,interm}$  ilość chłodu niezbędna na pokrycie potrzeb chłodzenia z przerwami budynku (strefy) w okresie miesięcznym, wyznaczane na podstawie PN-EN ISO 13790:2009  $\text{kWh/m-c}$

$Q_{C,ht}$  całkowity przepływ ciepła przez przenikanie i wentylacje dla trybu chłodzenia w okresie miesięcznym  $\text{kWh/m-c}$

$Q_{C,gn}$  całkowite zyski ciepła dla trybu chłodzenia w okresie miesięcznym  $\text{kWh/m-c}$

$\eta_{C,ls}$  współczynnik efektywności wykorzystania strat ciepła w trybie chłodzenia

Dla każdej strefy budynku oraz dla każdego miesiąca całkowite straty ciepła wyznaczane są z równania:

$$Q_{C,ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad (25)$$

natomiast całkowite zyski ciepła z zależności:

$$Q_{C,gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (26)$$

gdzie:

$Q_{C,ht}$	całkowity przepływ ciepła przez przenikanie i wentylację w okresie miesięcznym	kWh/m-c
$Q_{tr}$	całkowity przepływ ciepła przez przenikanie w okresie miesięcznym	kWh/m-c
$Q_{ve}$	całkowity przepływ ciepła przez wentylację w okresie miesięcznym	kWh/m-c
$Q_{C,gn}$	całkowite zyski ciepła w okresie miesięcznym	kWh/m-c
$Q_{int}$	wewnętrzne zyski ciepła w okresie miesięcznym	kWh/m-c
$Q_{sol}$	zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez przegrody przezroczyste w okresie miesięcznym	kWh/m-c

Zgodnie z normą PN-EN ISO 13790:2009 obliczenie zapotrzebowania energii do chłodzenia należy wykonać dla całego roku tj. od stycznia do grudnia.

#### 1.1.4.2.1. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – przepływ ciepła przez przenikanie

Ilość ciepła przenikającego w danym miesiącu w strefie budynku  $s$  wyznaczana jest z zależności:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\Theta_{i_{nt,C,set}} - \Theta_e) * t_M * 10^{-3} \text{ [kWh/m-c]} \quad (27)$$

gdzie:

$H_{tr,adj}$	współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie przez wszystkie przegrody zewnętrzne	W/K
$\Theta_{i_{nt,C,set}}$	temperatura zadana (obliczeniowa) strefy budynku dla trybu chłodzenia	°C
$\Theta_e$	średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej	°C
$t_M$	liczba godzin w miesiącu	h/m-c

Współczynnik strat ciepła  $H_{tr,adj}$  wyznaczany jest dla wszystkich przegród strefy budynku, przez które następuje przenikanie ciepła zgodnie ze wzorem:

$$H_{tr} = \sum_i [ b_{tr,i} * (A_i * U_i + \sum_i l_i * \Psi_i) ] \text{ [W/K]} \quad (28)$$

gdzie:

$b_{tr,i}$	współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody (Tabela 22) dla przegród pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i środowiskiem zewnętrznym $b_{tr,i} = 1$	
$A_i$	pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze, obliczanej wg wymiarów zewnętrznych przegrody; wymiary okien i drzwi przyjmuje się jako wymiary otworów w ścianie	m <sup>2</sup>
$U_i$	współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i stroną zewnętrzną, obliczany w przypadku przegród nieprzezroczystych według normy PN-EN ISO 6946, w przypadku okien, świetlików i drzwi przyjmuje się według Aprobaty Technicznej lub zgodnie z normą wyrobu PN-EN 14351-1; w odniesieniu do ścian osłonowych metalowo-szklanych według Aprobaty Technicznej lub zgodnie z normą wyrobu PN-EN 13830, a w przypadku podłogi na gruncie przyjmowany jako $U_{gr}$ i obliczany wg PN-EN 12831:2006 biorąc pod uwagę:	

- 1) wielkość zagłębienia terenu  $z$
- 2) wielkość współczynnika przenikania ciepła  $U$  dla konstrukcji podłogi, obliczonego wg zasad podanych w normie PN-EN ISO 6946:2008 z uwzględnieniem oporu przejmowania ciepła od strony wewnętrznej budynku i z pominięciem oporu przejmowania ciepła od strony gruntu
- 3) wielkość parametru  $B'$ , który określa się z zależności

$$B' = A_g / 0,5P \quad (29)$$

gdzie:

$A_g$  powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej łącznie ze ścianami zewnętrznymi i wewnętrznymi; w odniesieniu do wolnostojącego budynku  $A_g$  jest całkowitą powierzchnią rzutu parteru, a w odniesieniu do budynku w zabudowie szeregowej  $A_g$  jest powierzchnią rzutu parteru rozpatrywanego budynku

$P$  obwód rozpatrywanej płyty podłogowej; w odniesieniu do budynku wolnostojącego  $P$  jest całkowitym obwodem budynku, a w odniesieniu do budynku w zabudowie szeregowej  $P$  odpowiada jedynie sumie długości ścian zewnętrznych oddzielających rozpatrywaną przestrzeń ogrzewana od środowiska zewnętrznego.

Jako wartość  $U_{gr}$  przyjmuje się ekwiwalentną wartość określoną na podstawie wyliczonych wartości  $B'$  oraz  $U$ ,  $U_{gr} = U_{equiv,bf}$ .

$l_i$  długość i-tego mostka liniowego mostka cieplnego m

$\Psi_i$  liniowy współczynnik przenikania ciepła mostka cieplnego przyjęty wg PN-EN ISO 14683:2008 lub obliczony zgodnie z PN-EN ISO 10211:2008

Współczynniki przenikania liniowych mostków ciepła wyznacza się w oparciu o:

- dokumentację techniczną
- tablice mostków cieplnych
- obliczenia szczegółowe mostków cieplnych.

Tabela 22. Współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatury  $b_{tr}$

Lp.	Rodzaj przestrzeni nieogrzewanej oddzielonej rozpatrywaną przegrodą od ogrzewanej przestrzeni budynku	$b_{tr}$
1	<b>Pomieszczenie:</b>	
	a) tylko z 1 ścianą zewnętrzną	0,4
	b) z przynajmniej 2 ścianami zewnętrznymi bez drzwi zewnętrznych	0,5
	c) z przynajmniej 2 ścianami zewnętrznymi z drzwiami zewnętrznymi np. (hale, garaże)	0,6
	d) z trzema ścianami zewnętrznymi (np. zewnętrzna klatka schodowa)	0,8
2	<b>Podziemie:</b>	
	a) bez okien / drzwi zewnętrznych	0,5
	b) z oknami / drzwiami zewnętrznymi	0,8
3	<b>Poddasze:</b>	
	a) przestrzeń poddasza silnie wentylowana (np. pokrycie dachu z dachówek lub innych materiałów tworzących pokrycie nieciągłe) bez deskowania pokrytego papą lub płyt łączonych brzegami	1,0
	b) inne nieizolowane dachy	0,9
	c) izolowany dach	0,7
4	<b>Wewnętrzne przestrzenie komunikacyjne</b> (bez zewnętrznych ścian, krotność wymiany powietrza mniejsza niż $0,5h^{-1}$ )	0
5	<b>Swobodnie wentylowane przestrzenie komunikacyjne</b> (powierzchnia otworów / kubatura powierzchni $> 0,005 m^2 / m^3$ )	1,0
6	<b>Przestrzenie podpodłogowa:</b>	
	a) podłoga nad przestrzenia nieprzechodnią	0,8
	b) podłoga na gruncie	0,6
7	<b>Przejścia lub bramy przelotowe nieogrzewane, obustronnie zamknięte</b>	0,9

#### 1.1.4.2.2. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – przepływ ciepła przez wentylację

Ilość ciepła przepływającego w danym miesiącu w strefie budynku związanego z wentylacją strefy budynku wyznaczana jest z zależności:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} (\Theta_{int,C,set} - \Theta_e) * t_M * 10^{-3} [kWh/m-c] \quad (30)$$

gdzie:

$H_{ve,adj}$  współczynnik strat mocy cieplnej na wentylację W/K  
 $\Theta_{int,C,set}$  temperatura zadana (obliczeniowa) strefy budynku dla trybu chłodzenia °C  
 $\Theta_e$  średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej °C  
 $t_M$  liczba godzin w miesiącu h/m-c

Współczynnik strat ciepła przez wentylację  $H_{ve,adj}$  wyznaczany jest dla wszystkich stref budynku, do których następuje przepływ powietrza zgodnie ze wzorem:

$$H_{ve} = \rho_a c_a \sum_k (b_{ve,k} * V_{ve,k,mn}) [W/K] \quad (31)$$

gdzie:

$\rho_a c_a$  pojemność cieplna powietrza, 1200 J/(m<sup>3</sup>K)  
 $b_{ve,k}$  współczynnik korekcyjny dla strumienia k  
 $V_{ve,k,mn}$  uśredniony w czasie strumień powietrza k m<sup>3</sup>/s  
 $k$  identyfikator strumienia powietrza

Strumienie powietrza wentylacyjnego występujące we wzorze (31) należy wyznaczać w oparciu o:

- obowiązujące przepisy,
- dokumentację techniczną budynku i instalacji wentylacyjnej, program użytkowania budynku,
- wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu.

Najczęściej występujące przypadki:

- budynek z wentylacją naturalną (32)

$$\begin{aligned} b_{ve,1} &= 1 & V_{ve,1,mn} &= V_o [m^3/s] \\ b_{ve,2} &= 1 & V_{ve,2,mn} &= V_{inf} [m^3/s] \end{aligned}$$

- budynek z wentylacją mechaniczną wywiewną (33)

$$\begin{aligned} b_{ve,1} &= 1 & V_{ve,1,mn} &= V_{ex} [m^3/s] \\ b_{ve,2} &= 1 & V_{ve,2,mn} &= V_x [m^3/s] \end{aligned}$$

-budynek z wentylacją mechaniczną nawiewną (34)

$$\begin{aligned} b_{ve,1} &= 1 & V_{ve,1,mn} &= V_{su} [m^3/s] \\ b_{ve,2} &= 1 & V_{ve,2,mn} &= V_x [m^3/s] \end{aligned}$$

-budynek z wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną (35)

$$\begin{aligned} b_{ve,1} &= 1 - \eta_{oc} & V_{ve,1,mn} &= V_f [m^3/s] \\ b_{ve,2} &= 1 & V_{ve,2,mn} &= V_x [m^3/s] \end{aligned}$$

-budynek z wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną działająca okresowo (36)

$$\begin{aligned} b_{ve,1} &= \beta(1 - \eta_{oc}) & V_{ve,1,mn} &= V_f [m^3/s] \\ b_{ve,2} &= \beta & V_{ve,2,mn} &= V_x [m^3/s] \\ b_{ve,3} &= (1 - \beta)(1 - \eta_{oc}) & V_{ve,3,mn} &= V_o [m^3/s] \\ b_{ve,4} &= (1 - \beta) & V_{ve,4,mn} &= V'_x [m^3/s] \end{aligned}$$

-dodatkowy strumień powietrza  $V_x$  przy pracy wentylatorów wywołany wpływem wiatru i waporu termicznego, wyznacza się z zależności:

$$V_x = \frac{V * \frac{n_{50}}{2600} * e}{1 + \frac{e}{f} * \left( \frac{V_{su} - V_{ex}}{V_x * \frac{n_{50}}{2600}} \right)^2} \quad (37)$$

gdzie:

- $V_o, V_{su}, V_{ex}$  obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego, wymagany ze względów higienicznych, liczony zgodnie z PN-83/B-03430/AZ3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.  $m^3/s$
- $V_o$  strumień powietrza wentylacji naturalnej kanałowej  $m^3/s$
- $V_{su}$  strumień powietrza nawiewanego mechanicznie  $m^3/s$
- $V_{ex}$  strumień powietrza wywiewanego mechanicznie  $m^3/s$
- $V_f$  strumień powietrza większy ze strumieni: nawiewanego  $V_{su}$  i wywiewanego  $V_e$   $m^3/s$
- $V_x$  dodatkowy strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności przy pracy wentylatorów, wywołany wpływem wiatru i wyporem termicznym  $m^3/s$
- $V_{inf}$  strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności, spowodowany działaniem wiatru i waporu termicznego  $m^3/s$
- $V'_x$  dodatkowy strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności, spowodowany działaniem wiatru i waporu termicznego – przy włączonych wentylatorach wentylacji mechanicznej;  $V'_x = V * n_{50} * e / 3600$   $m^3/s$
- $V$  kubatura wewnętrzna wentylowana  $m^3$
- $\eta_{oc}$  skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego; z dodatkowym gruntowym powietrznym wymiennikiem  $\eta_{oc} = 1 - (1 - \eta_{oc1}) * (1 - \eta_{GWC})$ ; przy czym;  $\eta_{oc1}$  – skuteczność wymiennika od odzysku ciepła z powietrza wywiewanego,  $\eta_{GWC}$  – skuteczność gruntowego powietrznego wymiennika ciepła; przy braku urządzeń do odzysku ciepła  $\eta_{oc} = 0$
- $\beta$  udział czasu włączenia wentylatorów wentylacji mechanicznej w okresie bilansowania (miesiąc, rok)
- $n_{50}$  krotność wymiany powietrza w budynku wywołana różnicą ciśnień 50 Pa

Tabela 23. Współczynniki osłonięcia e i f, stosowane do obliczeń dodatkowego strumienia powietrza wg wzoru (37)

Współczynnik e dla klasy osłonięcia	Więcej niż jedna nieosłonięta fasada	Jedna nieosłonięta fasada
Nieosłonięte: budynki na otwartej przestrzeni, wysokie budynki w centrum miast	0,10	0,03
Średnie osłonięcie: budynki wśród drzew lub innych budynków, budynki na przedmieściach	0,07	0,02
Mocno osłonięte: budynki średniej wysokości w miastach, budynki w lasach	0,04	0,01
<b>Współczynnik f</b>	15	20

Przy braku danych, dodatkowy strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności, dla budynków istniejących można przyjąć:

- dla budynku poddanego próbie szczelności  $n_{50}$  (h-1 przy 50 Pa)

$$V_{inf} = 0,05 * n_{50} * \text{kubatura wentylowana} / 3600 [m^3/s] \quad (38)$$

- dla budynku bez próby szczelności

$$V_{inf} = 0,2 * n_{50} * \text{kubatura wentylowana} / 3600 [m^3/s] \quad (39)$$

#### 1.1.4.2.3. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – zyski ciepła od nasłonecznienia.

Obliczanie zysków ciepła od nasłonecznienia dla strefy budynku uwzględniają:

- Orientację przegród nasłonecznionych w strefie budynku,
- Powierzchnię efektywną przegród nasłonecznionych w strefie budynku,
- Współczynniki absorpcji i transmisji promieniowania dla poszczególnych przegród,
- Współczynniki przenikania dla poszczególnych przegród,

- Obecność stałych i ruchomych elementów zacieniających.

Całkowite zyski ciepła od nasłonecznienia w danym miesiącu dla danej strefy budynku wyznaczane są z zależności:

$$Q_{sol} = [\sum_k \Phi_{sol,mn,k} + \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,mn,u,l}] * t_M * 10^{-3} \quad [kWh/m-c] \quad (40)$$

gdzie:

- $\Phi_{sol,mn,k}$  wartość średnia miesięczna strumienia ciepła przekazywanego przez źródło promieniowania słonecznego do powierzchni nasłonecznionej  $k$  W
- $\Phi_{sol,mn,u,l}$  wartość średnia miesięczna strumienia ciepła przekazywanego przez źródło promieniowania słonecznego zlokalizowane w przyległej strefie o nieregulowanej temperaturze W
- $b_{tr,l}$  współczynnik korekcyjny dla przyległej strefy o nieregulowanej temperaturze
- $t_M$  liczba godzin w miesiącu h/m-c

Zyski ciepła od nasłonecznienia w danym miesiącu dla danej strefy budynku dla poszczególnych kategorii tych zysków wyznaczane są zgodnie z poniższą procedurą. Zyski ciepła dla poszczególnych elementów obudowy budynku:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k} \quad [W] \quad (41)$$

gdzie:

- $F_{sh,ob,k}$  współczynnik zacienienia powierzchni nasłonecznionej  $k$  związany z zewnętrznymi elementami zacieniającymi, określony zgodnie z Rozdziałem 11.4.4. PN – EN ISO 13790:2009
- $A_{sol,k}$  efektywne pole powierzchni nasłonecznionej  $k$ , określane według wzoru (45) z PN – EN ISO 13790:2009  $m^2$
- $I_{sol,k}$  średnia miesięczna wartość promieniowania słonecznego na powierzchnię  $k$ , dla danej orientacji przegrody oraz jej kąta nachylenia  $W/m^2$
- $F_{r,k}$  współczynnik kierunkowy dla danej przegrody  $k$  i powierzchni nieba, określony zgodnie z Rozdziałem 11.4.6. PN – EN ISO 13790:2009
- $\Phi_{r,k}$  strumień ciepła oddawanego przez przegrodę  $k$  w kierunku nieba na drodze promieniowania W

$$A_{sol,k} = F_{sh,GL,k} g_{gl,k} (1 - F_{F,k}) A_{w,p,k} \quad [m^2] \quad (42)$$

gdzie:

- $F_{sh,GL,k}$  współczynnik zacienienia powierzchni nasłonecznionej  $k$  związany z ruchomymi elementami zacieniającymi, określany zgodnie z Rozdziałem 11.4.3. PN – EN ISO 13790:2009
- $g_{gl,k}$  współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla przegrody  $k$
- $F_{F,k}$  współczynnik uwzględniający udział powierzchni ramy w całkowitej powierzchni przegrody nasłonecznionej  $k$
- $A_{w,p,k}$  całkowite pole powierzchni przegrody nasłonecznionej  $k$   $m^2$

$$\Phi_{r,k} = R_{se} U_C A_C h_r \Delta \Theta_{er} \quad [W] \quad (43)$$

gdzie:

- $R_{se}$  współczynnik oporu cieplnego zewnętrznej powierzchni przegrody  $m^2K/W$
- $U_C$  współczynnik przenikania ciepła dla przegrody  $W/(m^2K)$
- $A_C$  pole powierzchni przegrody nasłonecznionej  $m^2$
- $h_r$  współczynnik zewnętrznego promieniowania cieplnego  $W/(m^2K)$



$\Delta\Theta_{er}$  średnia różnica temperatur powietrza zewnętrznego i nieba °C

$$h_r = 4 * \varepsilon * \sigma * (\Theta_{ss} + 273)^3 \quad [W/(m^2K)] \quad (44)$$

gdzie:

$\varepsilon$  emisyjność powierzchni zewnętrznej przegrody  
 $\sigma$  stała Stefana-Boltzmannna  $W/(m^2K^4)$   
 $\Theta_{ss}$  średnia arytmetyczna temperatura powierzchni przegrody i nieba °C

#### 1.1.4.2.4. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – wewnętrzne zyski ciepła.

Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła dla strefy budynku obejmują:

- Zyski ciepła od osób użytkujących strefę budynku,
- Zyski ciepła od oświetlenia,
- Zyski ciepła od instalacji rurowych prowadzonych w budynku
- Zyski ciepła od urządzeń i procesów zachodzących w budynku

Całkowite wewnętrzne zyski ciepła w danym miesiącu dla danej strefy budynku wyznaczone są z zależności:

$$Q_{int} = [\sum_k \Phi_{int,mn,k} + \sum_l (1-b_{tr,l}) \Phi_{int,mn,u,l}] * t_M * 10^{-3} \quad [kWh/m-c] \quad (45)$$

gdzie:

$\Phi_{sol,mn,k}$  wartość średnia miesięczna strumienia ciepła przekazywanego przez źródło k wewnętrznego źródła ciepła W  
 $\Phi_{sol,mn,u,l}$  wartość średnia miesięczna strumienia ciepła przekazywanego przez wewnętrzne źródło ciepła zlokalizowane w przyległej strefie o nieregulowanej temperaturze W  
 $b_{tr,l}$  współczynnik korekcyjny dla przyległej strefy o nieregulowanej temperaturze  
 $t_M$  liczba godzin w miesiącu h/m-c

Szczątkowe wewnętrzne zyski ciepła w danym miesiącu dla danej strefy budynku dla poszczególnych kategorii tych zysków wyznaczone są ze wzoru:

$$Q_{int} = q_{int} * A_f * t_M * 10^{-3} \quad [kWh/m-c] \quad (46)$$

gdzie:

$q_{int}$  obciążenie cieplne pomieszczenia zyskami wewnętrznymi  $W/m^2$   
 $A_f$  powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze w budynku  $m^2$   
 $t_M$  liczba godzin w miesiącu h/m-c

Wielkość zysków wewnętrznych występujących we wzorze (46) należy wyznaczać w oparciu o:

- a) dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz program użytkowania budynku,
- b) wiedzę techniczną oraz wizję lokalną

Przy braku danych, dla budynków istniejących można przyjąć wartości z Tabeli 24.

Tabela 24. Średnia moc jednostkowa wewnętrznych zysków ciepła (bez zysków od instalacji grzewczych i ciepłej wody) – odniesiona do powierzchni  $A_f$ .

Lp.	Rodzaj budynku	$q_{int}$ W/m <sup>2</sup>
1	Szkoły	1,5-4,7
2	Urzędy	3,5-6,4

#### 1.1.4.2.5. Parametry dynamiczne budynku.

Współczynnik efektywności wykorzystania strat ciepła w trybie chłodzenia wyznaczany jest z zależności:

dla  $\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}} \neq 1$  i  $\gamma_C > 0$ :

$$\eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}} \quad (47)$$

dla  $\gamma_C = 1$

$$\eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1} \quad (48)$$

dla  $\gamma_C < 0$

$$\eta_{C,ls} = 1 \quad (49)$$

Parametr numeryczny  $a_C$  zależny jest od stałej czasowej, wyznaczany jest dla budynku lub strefy budynku w funkcji stałej czasowej wg zależności:

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} \quad (50)$$

gdzie:

$a_{C,0}$       bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 2  
 $\tau$             stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku h  
 $\tau_{C,0}$         stała czasowa referencyjna równa 50 h

przy czym:

$$\tau = \frac{C_m}{3600(H_{tr,adj} + H_{vs,adj})} \quad [h] \quad (51)$$

gdzie:

$C_m$       wewnętrzna pojemność cieplna strefy budynku lub całego budynku    J/K  
 $H_{tr,adj}$     współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie przez wszystkie przegrody zewnętrzne    W/K  
 $H_{vs,adj}$     współczynnik strat mocy cieplnej na wentylacje    W/K

$$C_m = \sum_j \sum_i (c_{ij} * \rho_{ij} * d_{ij} * A_j) \quad [J/K] \quad (52)$$

gdzie:

$c_{ij}$       ciepło właściwe materiału warstwy i-tej w elemencie j-tym    J/(kgK)  
 $\rho_{ij}$       gęstość materiału warstwy i-tej w elemencie j-tym    kg/m<sup>3</sup>

$d_{ij}$	grubość warstwy i-tej w elemencie j-tym, przy czym łączna grubość warstw nie może przekraczać 0,1 m	
$A_j$	pole powierzchni j-tego elementu budynku	$m^2$

#### 1.1.4.2.6. Parametry wewnętrzne.

W przyjętej metodzie obliczeniowej opartej na bilansach miesięcznych potrzeb chłodniczych strefy budynku dopuszcza się następujące sytuacje obliczeniowe:

- ciągłe lub pseudo-ciągłe chłodzenie strefy przy zadanej temperaturze wewnętrznej,
- osłabienie nocne lub weekendowe o zmiennej zadanej temperaturze lub z wyłączeniem funkcji chłodzenia,
- okresy wyłączenia (święta)

W trybie pracy ciągłej przyjmuje się stałą wartość zadanej temperatury dla okresu chłodzenia  $\Theta_{int,C,set}$  – temperatura maksymalna.

Chłodzenie strefy budynku z przerwami może być traktowane jako chłodzenie w trybie ciągłym w dwóch przypadkach:

- jeżeli różnica temperatury nastawionej dla normalnego trybu pracy i trybu zredukowanego jest mniejsza niż 3K,
- jeżeli stała czasowa strefy budynku jest mniejsza niż 0,2 czasu trwania najkrótszego z osłabień chłodzenia.

W tym wypadku temperatura wewnętrzna obliczeniowa jest średnią czasową temperatur zadanych dla normalnego i osłabionego trybu pracy chłodzenia.

W sytuacji, gdy stała czasowa budynku jest większa co najmniej trzykrotnie od czasu trwania najdłuższego osłabienia, jako temperaturę obliczeniową wewnętrzną przyjmuje się temperaturę normalnego trybu pracy chłodzenia strefy budynku.

#### 1.1.4.2.7. Zbiór danych klimatycznych.

Niezbędne dane klimatyczne:

- Średnia miesięczna temperatura powietrza zewnętrznego [ $^{\circ}C$ ]
- Średnie wartości promieniowania słonecznego padającego na powierzchnie o różnej orientacji, pod różnym kątem [ $W/m^2$ ]

Wartości powyższe wyznaczane są w oparciu o dostępne dane godzinowe. Obowiązujące bazy danych klimatycznych są dostępne na stronie Biuletynu Informacji Publicznej obsługującego ministra właściwego do spraw budownictwa, gospodarki przestrzennej i mieszkaniowej, zgodnie z procedurami zawartymi w PN – EN ISO 15927-4.

Dane te winny zawierać co najmniej:

- Temperaturę termometru suchego,
- Natężenie promieniowania słonecznego bezpośredniego i rozproszonego na powierzchnię poziomą,
- Wilgotność względna, zawartość wilgoci w powietrzu lub temperaturę termometru mokrego,
- Prędkość wiatru zmierzoną na wysokości 10 m.

Dodatkowo konieczna jest znajomość długości i szerokości geograficznej oraz wysokości położenia stacji meteorologicznej oraz dzień tygodnia początku roku (1 stycznia). Metody obliczeń i prezentacji danych klimatycznych zawarte są w PN-EN ISO 15927-1.

#### 1.1.4.2.8. Roczne zapotrzebowanie chłodu użytkowego dla chłodzenia budynku.

Ilość chłodu niezbędnego dla pokrycia potrzeb chłodniczych budynku dla każdej jego strefy w roku wyznaczana jest z zależności:

$$Q_{C,nd,a} = \sum_j Q_{C,nd,j} \quad (53)$$

Ilość chłodu niezbędnego dla pokrycia potrzeb chłodniczych stref budynku z obsługiwanych przez wspólny system wyznaczana jest z zależności:

$$Q_{C,nd,a,zS} = \sum_z Q_{C,nd,a,z} \quad (54)$$

#### 1.1.5. Wytyczne do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby urządzeń energii pomocniczej dla systemu chłodzenia

Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą niezbędną do utrzymania w ruchu systemów technicznych chłodzenia i wentylacji wyznacza się zgodnie z pkt 6 Załącznika nr 6 Dz. U. nr 201, poz. 1240.

Energia pomocnicza jest niezbędna w tym przypadku do utrzymania w ruchu systemów technicznych chłodzenia i wentylacji. Jako energia pomocnicza jest wykorzystywana energia elektryczna przeznaczona :

- W systemie chłodzenia do napędu: pomp obiegowych, pompy ładującej bufor, pompy obiegowej skraplacza wodnego, pomp obiegów wtórnych, sterowników i napędów wykonawczych.

Wyznaczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą:

$$E_{el,pom,C} = \sum_i P_{el,C,i} * t_{el,i} * 10^{-3} \quad [kWh/rok] \quad (55)$$

$$E_{el,pom,V} = \sum_i q_{el,V,i} * t_{el,i} * A_f * 10^{-3} \quad [kWh/rok] \quad (56)$$

gdzie:

- $P_{el,C,i}$  zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie chłodzenia W
- $t_{el,i}$  czas działania urządzenia pomocniczego w ciągu roku, zależny od programu eksploatacji budynku (instalacji) h/rok
- $A_f$  powierzchnia użytkowa o regulowanej temperaturze m<sup>2</sup>

Uwaga: W przypadku kilku wydzielonych instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku.

Dane należy wyznaczać w oparciu o:

- a) Obowiązujące przepisy,
- b) Dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń,
- c) Wiedzę techniczną oraz wizję lokalną,
- d) Dostępne dane katalogowe urządzeń, elementów instalacji chłodniczej obiektu.

### 1.1.6. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do oświetlenia.

Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku  $E_L$  oblicza się według wzoru:

$$E_L = LENI * A_f \text{ [kWh/rok]} \quad (57)$$

gdzie:

$LENI$  roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku obliczane na podstawie zależności (58) kWh/(m<sup>2</sup>a)

$A_f$  powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń m<sup>2</sup>

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$LENI = \{F_C * P_N/1000 * [(t_D * F_O * F_D) + (t_N * F_O)]\} + m + n * [t_y - (t_O + t_N)] \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]} \quad (58)$$

gdzie:

$P_N$  jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru (59) W/m<sup>2</sup>

$t_D$  czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tabelą 25 h/a

$t_N$  czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tabelą 25 h/a

$t_O$  czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów  $t_D$  i  $t_N$  zgodnie z Tabelą 25 h/a

$t_y$  liczba godzin w roku, 8760 h h

$F_D$  współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu zgodnie z Tabelą 26

$F_O$  współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tabelą 27

$F_C$  współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na poziomie wzoru (59)

$m = 1$  gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie  $m = 0$

$n = 1$  gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie  $n = 0$

Tabela 25. Roczne podniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_D$	$t_N$	$t_O$
1	Biura	2250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000

Tabela 26. Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	Biura, budynki sportowo-rekreacyjne	Ręczna	1,0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0,9
3	Szkoły	Ręczna	1,0
		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0,8

Uwaga: założono, że co najmniej 60% instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.

Tabela 27. Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji <sup>1)</sup>	F <sub>0</sub>
1	Biura, Szkoły	Ręczna	1,0
2		Automatyczna	0,9
3	Sportowo-rekreacyjne	Ręczna	1,0

1) W przypadku automatycznej regulacji, co najmniej jeden czujnik obecności powinien być zainstalowany w pomieszczeniu a w pomieszczeniach dużych, co najmniej jeden czujnik obecności na 30 m<sup>2</sup>.  
Założono, że w przypadku automatycznej regulacji, co najmniej 60% instalowanej mocy elektrycznej jest sterowana.

Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego oblicza się według wzoru:

$$F_C = (1 + MF)/2 \quad (59)$$

gdzie:

$MF$  współczynnik utrzymania, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja utrzymująca natężenie oświetlenia na wymaganym poziomie.

Gdy nie ma regulacji utrzymującej natężenie oświetlenia na poziomie wymaganym to wartość współczynnika  $F_C$  wynosi 1.

Jednostkowa moc opraw oświetlenia ocenianego budynku  $P_N$  oblicza się na podstawie danych Tabeli 28. I wzoru:

$$P_N = \frac{\Sigma P_{rzecz}}{\Sigma A_f} \quad [W/m^2] \quad (60)$$

gdzie:

$P_{rzecz}$  moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach  $W$

$A_f$  powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń  $m^2$

Tabela 28. Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku.

Lp.	Rodzaj pomieszczenia	Powierzchnia użytkowa $A_f$ $m^2$	Moc instalowana $P_{rzecz}$ $W$	Moc jednostkowa $P_j^{(1)}$ , $W/m^2$
1				
2				
...				
N				

1) Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach.

## 2. Wytyczne do obliczania efektu ekologicznego projektu.

### 2.1. Zestawienie efektu ekologicznego.

Audytor zobowiązany jest do określenia wartości emisji CO<sub>2</sub> przed i po realizacji projektu – zestawienie podane w Tabeli 29.

Tabela 28 Zestawienie emisji dwutlenku węgla z nośników energii dla stanu przed i po realizacji

Nośnik energii	Emisja dwutlenku węgla z nośników energii, MgCO <sub>2</sub> /rok		
	Stan przed realizacją projektu	Stan po realizacji projektu	Różnica <sup>1)</sup> (kol.2 – kol.3)
1	2	3	4
Olej opałowy			
Gaz ziemny			
Gaz płynny			
Węgiel kamienny			
Węgiel brunatny			
Biomasa			
Inny (podać jaki).....			
Ciepło sieciowe z ciepłowni			
Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę			
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni			
Ciepło sieciowe z elektrociepłowni opartej wyłącznie na energii odnawialnej (biogaz, biomasa)			
Energia elektryczna zużyta na potrzeby budynku <sup>1)2)3)</sup>			
Energia elektryczna wyprodukowana w miejscu, zużyta na potrzeby budynku lub sprzedana do sieci <sup>1)3)</sup> (podać ze znakiem minus)			

1) Wartość energii elektrycznej uwzględnia ilość energii elektrycznej na potrzeby danego budynku: oświetlenie wbudowane, energia pomocnicza, energia elektryczna do napędu urządzeń chłodniczych dla klimatyzacji oraz np. ogrzewanie, c.w.u. (pompy cyrkulacyjne)  
 2) Dla energii elektrycznej, zakłada się, że wykazywana w tej pozycji tabeli energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci energetycznej.  
 3) Eksport energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej dotyczy wyłącznie wniosków wzorcowych

Obliczenia należy wykonać, stosując metodę opisaną w rozdziale 2.2.

### 2.2. Procedura obliczania efektu ekologicznego

Miarę efektu ekologicznego określa się ze wzoru:

$$EE = EE_1 - EE_2 \quad (61)$$

gdzie:

$EE$	miara efektu ekologicznego – redukcja emisji CO <sub>2</sub>	MgCO <sub>2</sub>
$EE_1$	emisja dwutlenku węgla przed realizacją przedsięwzięcia	MgCO <sub>2</sub>
$EE_2$	emisja dwutlenku węgla po realizacji przedsięwzięcia	MgCO <sub>2</sub>

Emisję dwutlenku węgla przed realizacją przedsięwzięcia określa się z wzoru:

$$EE_1 = \sum_i (E_{f,del,i} * w_i * K_{f,del,i}) / 1000 + (E_{el} - E_{el,exp}) * w_{el} * K_{el} \quad (62)$$

gdzie:

$E_{f,del,i}$	energia dostarczona w i-tym paliwie lub ciepłe sieciowym do odbiorcy (wyłączając ciepło z odzysku), określana na podstawie metodyki zawartej w punkcie 1 <i>GJ/rok</i>
$w_i$	współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla tego paliwa lub ciepła sieciowego dostarczanego do odbiorcy przyjęty zgodnie z <b>Tabelą 29</b> z zastrzeżeniem że w przypadku gdy operator ciepła sieciowego podaje informacje o wskaźniku nieodnawialnej energii pierwotnej na ciepło operator ciepłowni / elektrociepłowni załącza odpowiedni dokument
$K_{f,del,i}$	szczególny wskaźnik emisji dwutlenku węgla dla i-tego paliwa dostarczanego do odbiorcy, lub dla paliwa, z którego wytworzono ciepło sieciowe dostarczane do odbiorcy, przyjęty zgodnie z <b>Tabela 30</b> <i>kgCO<sub>2</sub> / GJ</i>
$E_{el}$	energia elektryczna pobrana przez odbiorcę, określona na podstawie metodyki zawartej w punkcie 1. <i>MWh / rok</i>
$E_{el,exp}$	energia elektryczna wyeksportowana przez odbiorcę do sieci lub wyprodukowana w miejscu <i>MWh / rok</i>
$w_{el}$	współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej przyjęty zgodnie z <b>Tabelą 29</b>
$K_{el}$	szczególny wskaźnik emisji dwutlenku węgla dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej, obliczany przez KOSZI/NFOŚiGW i podawany do stosowania w danym roku

Dla paliw i ciepła zasilających odbiorców wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> przyjmuje się z tabeli 12 i 13 opracowania „Wartości opałowe (WO) i wskaźnik emisji CO<sub>2</sub>(WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji”, które są do stosowania w danym roku rozliczeniowym, publikowane przez Krajowego Administratora Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji. Poniżej **Tabela 30**, podano wskaźniki do stosowania w roku 2014.

Tabela 30. Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla wybranych paliw

Strumienie energii		<i>W</i>	
Paliwa / źródła energii	Węgiel kamienny <sup>1)</sup>	1,10	
	Węgiel brunatny <sup>1)</sup>	1,10	
	Olej opałowy <sup>1)</sup>	1,10	
	Gaz ziemny wysokometanowy <sup>1)</sup>	1,10	
	Gaz ziemny zaazotowany <sup>1)</sup>	1,10	
	Gaz płynny <sup>1)</sup>	1,10	
	Biomasa (drewno opałowe i odpady pochodzenia drzewnego) <sup>1)</sup>	0,20	
	Biogaz	0,20	
	Pozostałe odnawialne źródła energii <sup>2)</sup>	0,00	
	Odpady komunalne	0,00	
	Odpady przemysłowe nieodnawialne	0,00	
	Ciepło z elektrociepłowni (Kogeneracja) <sup>3)4)</sup>	Węgiel kamienny, gaz ziemny <sup>1)</sup>	0,80
		Energia odnawialna (biogaz, biomasa) <sup>1)</sup>	0,15
Ciepło z ciepłowni <sup>4)</sup>	Ciepło z ciepłowni węglowej <sup>1)</sup>	1,30	
	Ciepło z ciepłowni gazowej/olejowej <sup>1)</sup>	1,20	
	Ciepło z ciepłowni na biomase <sup>1)</sup>	0,20	
Energia elektryczna	Produkcja mieszana <sup>1)</sup>	3,00	

1) wsp. Nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyjęty zgodnie z Tabelą1 Załącznika nr 5 (Dz.U. z 2008r. NR 201, poz. 1240, z późn. zm.)



- 2) Zgodnie z definicją art. 3 pkt 20 Ustawy Prawo Energetyczne (Dz.U. z 2006r. Nr 89, poz.625, z późn. zm.)
- 3) W przypadku braku informacji o parametrach energetycznych ciepła sieciowego z elektrociepłowni, przyjmuje się  $w = 1,2$
- 4) W przypadku ciepła sieciowego gdy operator podaje informacje o wskaźniku nieodnawialnej energii pierwotnej na ciepło operator ciepłowni/elektrociepłowni załącza odpowiedni dokument.

Tabela 31. Współczynniki emisji CO<sub>2</sub> dla wybranych paliw

Strumienie energii		Wartość opałowa	Wsp. emisji CO <sub>2</sub> <sup>1,2)</sup>
		MJ/kg	Kg/GJ
Paliwa/źródła ciepła	Węgiel kamienny	21,22	93,87
	Węgiel brunatny	8,37	109,67
	Olej opałowy	40,19	76,59
	Gaz ziemny wysokometanowy	35,94 MJ/m <sup>3</sup>	55,82
	Gaz zaazotowany	25,07 MJ/m <sup>3</sup>	55,82
	Gaz płynny	47,31	62,44
	Biomasa (drewno opałowe i odpady pochodzenia drzewnego)	15,60	109,76
	Biogaz	50,4	54,33
	Pozostałe odnawialne źródła energii <sup>3)</sup>	-	0,00

- 1) wsp. emisji przyjęte zgodnie z opracowaniem „Wartości opałowe (WO) i wskaźnik emisji CO<sub>2</sub>(WE) do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2014”, KASHUE
- 2) wsp. emisji odpowiadają wyłącznie podanej dla nich opałowej
- 3) Zgodnie z definicją art. 3 pkt 20 Ustawy Prawo Energetyczne (Dz.U. z 2006r. Nr 89, poz.625, z późn. zm.)

Emisję dwutlenku węgla po realizacji przedsięwzięcia,  $EE_2$ , określa się analogicznie jak ze wzoru (62). Wartości dotyczące ilości paliw, ciepła i energii elektrycznej należy przyjmować zgodnie z metodyką podaną w rozdziale 1, a gdy nie obejmuje ona danego typu przedsięwzięcia (np. montaż systemu automatyki lub regulacji źródeł ciepła) – na podstawie dokumentacji technicznej przedsięwzięcia.

### 3. Wytyczne do sporządzenia audytu energetycznego

Audyt energetyczny ma być sporządzony zgodnie z:

- ✚ Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009r. (Dz. U. nr 43, poz. 346).
- ✚ Rozporządzeniem Ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. z uwzględnieniem zmian wprowadzonych Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013r. poz. 926 (WT 2014)
- ✚ Należy przyjąć wymagania izolacyjności cieplnej dla 2021 r.
- ✚ W audycie należy zamieścić charakterystykę energetyczną po termomodernizacji obiektu, oraz w części ekologicznej zestawienie emisji na podstawie wartości opałowych (WO) i wskaźników emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2011 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2014 ([www.kobize.pl](http://www.kobize.pl))
- ✚ Ww. wartości należy wyliczyć na podstawie rzeczywistego zużycia energii cieplnej i elektrycznej (przeliczyć wartości zużycia według standardowego okresu grzewczego na rzeczywiste zużycie).