



ANEKS 1

PROGRAM PRIORYTETOWY:

SYSTEM ZIELONYCH INWESTYCJI (GIS – GREEN INVESTMENT SCHEME) CZĘŚĆ 1) ZARZĄDZANIE ENERGIĄ W BUDYNKACH UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

ANEKS 1

do instrukcji dla wnioskodawców w sprawie sporządzenia dokumentacji określającej scenariusz odniesienia *baseline* oraz instrukcji oszacowania emisji i redukcji, ograniczenia lub uniknięcia emisji

Zawartość aneksu:

1. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii końcowej do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody.....	2
1.1. Roczne zużycie energii końcowej do ogrzewania.....	2
1.2. Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną zużywaną przez system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej.....	3
1.3. Roczne zużycie energii końcowej do przygotowania ciepłej wody.....	3
1.3.1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania ciepłej wody.....	3
1.3.2. Roczne zapotrzebowanie na ciepło użytkowe do przygotowania ciepłej wody.....	7
1.4. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody.....	8
2. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do chłodzenia i wentylacji.....	10
2.1. Roczne zużycie energii końcowej do chłodzenia.	10
2.2. Sprawność całkowita systemu chłodniczego.....	10
2.3. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy.....	14
2.3.1. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – przepływ ciepła przez przenikanie.....	15
2.3.2. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – przepływ ciepła przez wentylację.....	17
2.3.3. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – zyski ciepła od nasłonecznienia.....	20
2.3.4. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – wewnętrzne zyski ciepła.....	22
2.3.5. Parametry dynamiczne budynku.....	23
2.3.6. Parametry wewnętrzne.....	24
2.3.7. Zbiór danych klimatycznych.....	24
2.3.8. Roczne zapotrzebowanie chłodu użytkowego dla chłodzenia budynku.....	25
2.4. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu chłodzenia i wentylacji.....	25
3. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do oświetlenia.....	26
4. Sposób określenia rocznego zużycia energii na cele pozostałe.....	28
5. Sposób uwzględnienia energii elektrycznej wytworzonej w indywidualnym źródle energii.....	28



1. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii końcowej do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody.

Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody został zaadoptowany z *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego* (Dz. U. nr 43, poz. 346).

Na roczne zużycie energii końcowej do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody składają się zużycia energii dla poszczególnych systemów wraz z energią pomocniczą.

1.1. Roczne zużycie energii końcowej do ogrzewania.

Roczne zużycie energii końcowej do ogrzewania określa się ze wzoru:

(1.1.)

$$Q_{K,H} = \sum_i [(x_i \cdot w_{t,i} \cdot w_{d,i} \cdot Q_{co,i}) / \eta_i] \quad [MWh / a]$$

gdzie:

x_i	udział i-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło	—
$w_{t,i}$	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjmowany z Tabeli 4. w Części 3. w Dz. U. nr 43, poz. 346	—
$w_{d,i}$	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjmowany z Tabeli 5. w Części 3. w Dz. U. nr 43, poz. 346	—
$Q_{co,i}$	zapotrzebowanie na ciepło obliczone zgodnie ze sposobem określania zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania według metody miesięcznej podanym w <i>PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia</i> , z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych według Tabeli 2. w Części 3. w Dz. U. nr 43, poz. 346 oraz bez uwzględnienia ograniczenia ogrzewania w okresie tygodnia lub doby	MWh / a
η_i	całkowita sprawność systemu grzewczego obliczana ze wzoru (1.2.)	—

Całkowitą sprawność systemu grzewczego dla każdego źródła oblicza się według wzoru:

(1.2.)

$$\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s \quad [-]$$

gdzie:

η_g	sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z Załącznikiem nr 5. <i>Rozporządzenia 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</i> (Dz. U. nr 201, poz. 1240) lub z dokumentacji technicznej	—
η_d	sprawność przesyłania ciepła określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z Załącznikiem nr 5. Dz. U. nr 201, poz. 1240 lub z dokumentacji technicznej	—



η_e	sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z Załącznikiem nr 5. Dz. U. nr 201, poz. 1240 lub z dokumentacji technicznej	—
η_s	sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z Załącznikiem nr 5. Dz. U. nr 201, poz. 1240 lub z dokumentacji technicznej	—

1.2. Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną zużywaną przez system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej.

Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną zużywaną przez system wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej Q_w należy określać indywidualnie na podstawie dokumentacji technicznej.

1.3. Roczne zużycie energii końcowej do przygotowania ciepłej wody.

Roczne zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody Q_{cw} określone jest przez audytora na podstawie analizy i prognozy zużycia ciepła, obliczone zgodnie z Polską Normą PN-EN 15316-3:2007 *Instalacje grzewcze w budynkach -- Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji*, lub zgodnie z pkt 4.1. i 4.2. Załącznika nr 5 *Rozporządzenia 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. nr 201, poz. 1240).

1.3.1. 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:

(1.3.)

$$Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{W,tot} \quad [kWh / a]$$

gdzie:

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

(1.4.)

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,e} \quad [-]$$

gdzie:

$\eta_{W,g}$	średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej 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 akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią)	-
$\eta_{W,e}$	średnia sezonowa sprawność wykorzystania (przyjmuje się 1,0)	-

Uwaga:



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 (1.4.) oraz dane do wzoru (1.9.) należy wyznaczać w oparciu o:

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

Wyznaczenie sprawności elementów instalacji:

(1.5.)

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

(1.6.)

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

gdzie:

$\Delta Q_{W,d}$	uśrednione roczne straty ciepła instalacji transportu (dystrybucji) ciepłej wody użytkowej w budynku (w osłonie bilansowej lub poza nią)	kWh/a
$\Delta Q_{W,s}$	uśrednione sezonowe straty ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego budynku (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią)	kWh/a

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

(1.7.)

$$\Delta Q_{W,d} = \sum (l_i \cdot q_{li} \cdot t_{CW}) \cdot 10^{-3} \quad [kWh / a]$$

(1.8.)

$$\Delta Q_{W,s} = \sum (V_s \cdot q_s \cdot t_{CW}) \cdot 10^{-3} \quad [kWh / a]$$

gdzie:

l_i	długość i-tego odcinka sieci ciepłej wody użytkowej	m
q_{li}	jednostkowe straty ciepła przewodów ciepłej wody, wg Tab. 1.1.	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 Tab.1.2.	W/dm ³

Tab. 1.1. Jednostkowe straty ciepła przez przewody ciepłej wody użytkowej q_l [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	nieizolowane	24,9	33,2	47,7	68,4	14,9	19,9	28,6	41,0



do instrukcji dla wnioskodawców w sprawie sporządzenia dokumentacji określającej scenariusz odniesienia baseline oraz instrukcji oszacowania emisji i redukcji, ograniczenia lub uniknięcia emisji

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
cieplej wody użytkowej – przepływ zmienny 55°C	½ grubości wg WT	5,7	8,8	13,5	20,7	3,4	5,3	8,1	12,4
	grubość wg WT	4,1	4,6	4,6	4,6	2,5	2,7	2,7	2,7
	2x grubość 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	12,3	18,9	29,0	44,6	8,6	13,2	20,2	31,1
	grubość wg WT	8,8	9,8	9,8	9,8	6,1	6,8	6,8	6,8
	2x grubość wg WT	6,5	7,2	6,9	6,9	4,5	5,1	4,8	4,8

Tab.1.2. Jednostkowe straty ciepła przez zasobniki ciepłej wody użytkowej q_s [W/dm³].

Lokalizacja zasobnika	Pojemność [dm³]	Pośrednio podgrzewane, biwalentne zasobniki solarne, zasobniki elektryczne całodobowe			Małe zasobniki elektryczne	Zasobniki 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 Tab. 1.3.-Tab. 1.5.

Tab. 1.3. Sprawności wytwarzania ciepła (dla przygotowania ciepłej wody) w źródłach $\eta_{H,g}$.

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H,g}$ ($\epsilon_{H,g}$)
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 ¹⁾	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	3,0-4,5 ²⁾
12	Pompy ciepła glikol/woda	2,6-3,8
13	Pompy ciepła powietrze/woda	2,2-3,1
14	Węzeł cieplny kompaktowy z obudową	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)

Uwaga:

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.

Tab. 1.4. Sprawność przesyłu wody ciepłej użytkowej $\eta_{w,d}$.

Rodzaje instalacji ciepłej wody	Sprawność przesyłu wody ciepłej $\eta_{w,d}$
1. Miejskowe przygotowanie ciepłej wody, instalacje ciepłej wody bez obiegów cyrkulacyjnych	
Miejskowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej	1,0
Miejskowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów poboru wody ciepłej w jednym pomieszczeniu sanitarnym, bez obiegu cyrkulacyjnego	0,8
2. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne nie izolowane, przewody rozprowadzające izolowane	
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
3. Centralne przygotowanie ciepłej wody, instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane¹⁾	
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 pracy²⁾, 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.	



Tab. 1.5. Sprawności 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

1.3.2. Roczne zapotrzebowanie na ciepło użytkowe do przygotowania ciepłej wody.

(1.9.)

$$Q_{W,nd} = V_{CW} \cdot L_i \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{CW} - \theta_o) \cdot k_t \cdot t_{UZ} / (1000 \cdot 3600) \quad [kWh/a]$$

gdzie:

V_{CW}	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie Tab. 1.7.	dm ³ /(j.o.)·doba
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 Tab. 1.6.	-
c_w	ciepło właściwe wody, przyjmowane jako 4,19 kJ/(kgK),	kJ/(kgK)
ρ_w	gęstość wody, przyjmowana jako 1000 kg/m ³	kg/m ³
θ_{CW}	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym, 55°C	°C
θ_o	temperatura wody zimnej, przyjmowana jako 10°C	°C

Tab. 1.6. Współczynnik korekcyjny temperatury ciepłej wody k_t .

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

¹⁾ dla pośrednich wartości temperatury wartości k_t należy interpolować liniowo.

Tab. 1.7. Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej V_{CW} dla różnych typów budynków.

Lp.	Rodzaje budynków	Jednostka odniesienia	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{CW} o temperaturze 55°C
		[j.o.]	[dm ³ /(j.o.)·doba]
1. Inne budynki:			
1.1.	Szpital	[łóżko]	325
1.2.	Szkoły	[uczeń]	8
1.3.	Budynki biurowe, produkcyjne i magazynowe	[pracownik]	7
1.4.	Budynki handlowe	[pracownik]	25
1.5.	Budynki gastronomii i usług	[pracownik]	30
1.6.	Dworce kolejowe, lotniska, muzea, hale	[pasażer/zwi]	5



	wystawiennicze	edzający]	
--	----------------	-----------	--

1.4. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody.

Energia pomocnicza jest niezbędna w tym przypadku do utrzymania w 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 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.

Wyznaczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą:

- system ogrzewania i wentylacji:

(1.10.)

$$E_{el,pom,H} = \sum_i q_{el,H,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [kWh / a]$$

(1.11.)

$$E_{el,pom,V} = \sum_i q_{el,V,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [kWh / a]$$

gdzie:

$q_{el,H,i}$	zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania, odniesione 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:

(1.12.)

$$E_{el,pom,W} = \sum_i q_{el,W,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [kWh / a]$$

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 Tab. 1.8.

Tab. 1.8. Średnie moce jednostkowe układów pomocniczych w systemie ogrzewania i przygotowania ciepłej wody odniesione do powierzchni A_U 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_U do 250 m ² z grzejnikami członowymi lub płytowymi, granica ogrzewania 12°C	0,2-0,7	5000-6000
2	Pompy obiegowe ogrzewania w budynku o A_U 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_U do 250 m ² z grzejnikami podłogowymi, granica ogrzewania 15°C	0,5-1,2	6000-7000
4	Pompy cyrkulacyjne ciepłej wody w budynku o A_U do 250 m ² , praca ciągła	0,1-0,4	8760
5	Pompy cyrkulacyjne ciepłej wody w budynku o A_U ponad 250 m ² , praca przerywana do 4 godz/dobę	0,05-0,1	7300
6	Pompy cyrkulacyjne ciepłej wody w budynku o A_U 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_U do 250 m ²	0,3-0,6	200-300
8	Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody w budynku o A_U ponad 250 m ²	0,1-0,2	300-700
9	Pompa ładująca bufor w układzie ogrzewania w budynku o A_U do 250 m ²	0,2-0,5	1500
10	Pompa ładująca bufor w układzie ogrzewania w budynku o A_U ponad 250 m ²	0,05-0,1	1500
11	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do podgrzewu ciepłej wody w budynku o A_U do 250 m ²	0,8-1,7	200-350
12	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do podgrzewu ciepłej wody w budynku o A_U ponad 250 m ²	0,1-0,6	300-450
13	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o A_U do 250 m ²	0,3-0,6	1400-3000
14	Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o A_U 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
15	Napęd pomocniczy pompy ciepła woda/woda w układzie ogrzewania	1,0-1,6	1600
17	Napęd pomocniczy pompy ciepła glikol/woda w układzie ogrzewania	0,6-1,0	1600
18	Regulacja węzła cieplnego – ogrzewanie i ciepła woda	0,05-0,1	8760
19	Pompy i regulacja instalacji solarnej w budynku o A_U do 500 m ²	0,2-0,4	1000-1750
20	Pompy i regulacja instalacji solarnej w budynku o A_U ponad 500 m ²	0,1-0,3	1000-1750
21	Wentylatory w centrali nawiewno-wywiewnej, wymiana powietrza do 0,6h ⁻¹	0,2-0,6	6000-8760



Lp.	Rodzaj urządzenia pomocniczego i instalacji	$q_{el,i}$ W/m ²	$t_{el,i}$ h/rok
22	Wentylatory w centrali nawiewno-wywiewnej, wymiana powietrza powyżej 0,6h ⁻¹	0,6-1,6	6000-8760
23	Wentylator w centrali wywiewnej, wymiana powietrza do 0,6h ⁻¹	0,1-0,5	6000-8760
24	Wentylator w centrali wywiewnej, wymiana powietrza powyżej 0,6h ⁻¹	0,5-1,1	6000-8760
25	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.

2. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do chłodzenia i wentylacji.

Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do chłodzenia został zaadoptowany z Rozporządzenia 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. nr 201, poz. 1240). Konieczne poprawki wprowadzono na podstawie PN-EN ISO 13790:2009. *Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.*

Na roczne zużycie energii końcowej do chłodzenia i wentylacji składają się zużycia energii dla poszczególnych systemów wraz z energią pomocniczą.

2.1. Roczne zużycie energii końcowej do chłodzenia.

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

(2.1.)

$$Q_{K,C} = \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,tot}} \quad [MWh / a]$$

gdzie:

$Q_{C,nd}$	zapotrzebowanie na chłód użytkowy	MWh/a
$\eta_{C,tot}$	sprawność całkowita systemu chłodniczego	-

2.2. Sprawność całkowita systemu chłodniczego.

Sprawność całkowita systemu chłodniczego budynku wyznaczana jest z zależności:

(2.2.)

$$\eta_{C,tot} = ESEER \cdot \eta_{C,s} \cdot \eta_{C,d} \cdot \eta_{C,e} \quad [-]$$

gdzie:



ESEER	średni europejski współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu z nośnika energii doprowadzonej 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)	-
<p>Sprawności cząstkowe należy wyznaczać w oparciu o:</p> <ol style="list-style-type: none"> obowiązujące przepisy, dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń, wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu, dostępne dane katalogowe elementów instalacji chłodniczej i wentylacyjnej obiektu. <p>W przypadku braku dostępu do wyżej wymienionych danych można posłużyć się wielkościami zryczałtowanymi zestawionymi w Tab. 2.1.+Tab. 2.4.</p>		

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

(2.3.)

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

gdzie:

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

Uwaga:

- Jeżeli istnieje kilka nośników chłodu lub kilka wydzielonych stref i instalacji, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku.
- Zyski ciepła instalacji transportu nośnika chłodu i modułów pojemnościowych, jeżeli są one zlokalizowane wewnątrz osłony izolacyjnej budynku, to są wliczane do wewnętrznych strat ciepła.
- Jeżeli instalacja transportu nośnika chłodu jest zaizolowana i położona w bruzdach, to nie uwzględnia się tej części instalacji w obliczeniach strat ciepła.
- Dla wszystkich lokali użytkowych, które są podłączone do wspólnej instalacji chłodzenia, sprawności cząstkowe we wzorze (2.2.) są takie same jak dla ocenianego budynku.

Tab. 2.1. Współczynniki efektywności energetycznej wytworzenia chłodu ESEER.

Lp.	Rodzaj źródła chłodu i systemu chłodzenia	ESEER
System bezpośredni		



do instrukcji dla wnioskodawców w sprawie sporządzenia dokumentacji określającej scenariusz odniesienia baseline oraz instrukcji oszacowania emisji i redukcji, ograniczenia lub uniknięcia emisji

Lp.	Rodzaj źródła chłodu i systemu chłodzenia	ESEER
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 rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem	3,0
6	Klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym wodą	3,2
7	System VRV	3,3
System pośredni		
8	Sprężarkowa wytwornica wody lodowej – półtermetyczne 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 – półtermetyczne 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



Lp.	Rodzaj źródła chłodu i systemu chłodzenia	ESEER
15	Bromolitowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana wodą o temperaturze 95°C	0,70
16	Bromolitowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana parą wodną o nadciśnieniu 2,0 bar	0,80

Tab. 2.2. Wartości sprawności transportu energii chłodniczej $\eta_{c,d}$.

Rodzaj systemu rozdziału		$\eta_{c,d}$
Chłodzenie bezpośrednie – zdecentralizowane		
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
Chłodzenie bezpośrednie – scentralizowane		
8	Jednoprzewodowa instalacja powietrzna	0,90
Chłodzenie pośrednie		
9	Instalacja wody lodowej 5/12°C: a) układ prosty (bez podziału na obiegi) b) układ z podziałem na obieg pierwotny i wtórny c) układ zasilający belki chłodzące (15/18°C)	0,92 0,96 0,98

Tab. 2.3. Wartości sprawności urządzeń do akumulacji chłodu $\eta_{c,s}$.

Lp.	Parametry zasobnika 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 na 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 na zewnątrz osłony termicznej budynku	0,93-0,97
5	Brak zasobnika buforowego	1,00

Tab. 2.4. Wartości sprawności regulacji i wykorzystania chłodu $\eta_{c,e}$.

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



2.3. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy.

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 wydzielonych 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 pojedynczej strefy w budynku o różnych funkcjach użytkowych wymaga zastosowania średniej ważonej temperatury. W tym przypadku regulowane wartości temperatury dla chłodzenia wyznaczane są z zależności:

(2.4.)

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

gdzie:

$A_{f,s}$	powierzchnia użytkowa pojedynczej strefy s	m^2
$\theta_{\text{int},s,C,\text{set}}$	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 niezbędnego dla pokrycia potrzeb chłodniczych budynku dla każdej jego strefy w danym miesiącu w przypadku chłodzenia ciągłego wyznaczana jest z zależności:

(2.5.)

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

natomiast w przypadku chłodzenia z przerwami:

(2.6.)

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

gdzie:

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



$Q_{C,nd,cont}$	ilość chłodu niezbędna na pokrycie potrzeb chłodzenia ciągłego budynku (strefy) w okresie miesięcznym	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	kWh/m-c
$Q_{C,ht}$	całkowity przepływ ciepła przez przenikanie i wentylację dla trybu chłodzenia w okresie miesięcznym	kWh/m-c
$Q_{C,gn}$	całkowite zyski ciepła dla trybu chłodzenia w okresie miesięcznym	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 wyznaczone są z równania:

(2.7.)

$$Q_{C,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

natomiast całkowite zyski ciepła z zależności:

(2.8.)

$$Q_{C,gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$

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 wykonywać dla całego roku, tj. od stycznia do grudnia.

2.3.1. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – przepływ ciepła przez przenikanie.

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

(2.9.)

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,C,set} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad [kWh / m - c]$$

gdzie:

$H_{tr,adj}$	współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie przez wszystkie przegrody zewnętrzne	W / K
$\theta_{int,C,set}$	temperatura zadana (obliczeniowa) strefy budynku dla trybu chłodzenia	°C
θ_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:

(2.10.)

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

gdzie:

$b_{tr,i}$	współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody (Tab. 2.5.); dla przegród pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i środowiskiem zewnętrznym $b_{tr} = 1$	-						
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^2						
U_i	<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) wielkość zagłębienia poniżej 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 <p style="text-align: right;">(2.11.)</p> $B' = A_g / 0,5P$ <p>gdzie:</p> <table border="1"> <tr> <td>A_g</td><td>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</td><td>m^2</td></tr> <tr> <td>P</td><td>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 ogrzewaną od środowiska zewnętrznego</td><td>m</td></tr> </table> <p>Jako wartość U_{gr} przyjmuje się ekwiwalentną wartość określoną na podstawie wyliczonych wartości B' oraz U, $U_{gr} = U_{equiv,bf}$.</p>	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	m^2	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 ogrzewaną od środowiska zewnętrznego	m	$W / (m^2 K)$
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	m^2						
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 ogrzewaną od środowiska zewnętrznego	m						
l_i	długość i-tego liniowego mostka cieplnego	m						
Ψ_i	liniowy współczynnik przenikania ciepła mostka cieplnego przyjęty wg PN-EN ISO 14683:2008 lub obliczony zgodnie z PN-EN ISO 10211:2008	$W / (mK)$						



Współczynniki przenikania liniowych mostków ciepła wyznacza się w oparciu o:

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

Tab. 2.5. Współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatury b_{tr} .

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

2.3.2. 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:

(2.12.)

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} (\theta_{int,C,set} - \theta_e) \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad [kWh / m - c]$$

gdzie:

$H_{ve,adj}$	współczynnik strat mocy cieplnej na wentylację	W / K
$\theta_{int,C,set}$	temperatura zadana (obliczeniowa) strefy budynku dla trybu chłodzenia	$^{\circ}C$
θ_e	średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej	$^{\circ}C$
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:



(2.13.)

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

gdzie:

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

Strumienie powietrza wentylacyjnego występujące we wzorze (2.13.) 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

(2.14.)

$$b_{ve,1}=1; \quad V_{ve,1,mn} = V_o \quad [m^3 / s]$$

$$b_{ve,2}=1; \quad V_{ve,2,mn} = V_{inf} \quad [m^3 / s]$$

- budynek z wentylacją mechaniczną wywiewną

(2.15.)

$$b_{ve,1}=1; \quad V_{ve,1,mn} = V_{ex} \quad [m^3 / s]$$

$$b_{ve,2}=1; \quad V_{ve,2,mn} = V_x \quad [m^3 / s]$$

- budynek z wentylacją mechaniczną nawiewną

(2.16.)

$$b_{ve,1}=1; \quad V_{ve,1,mn} = V_{su} \quad [m^3 / s]$$

$$b_{ve,2}=1; \quad V_{ve,2,mn} = V_x \quad [m^3 / s]$$

- budynek z wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną

(2.17.)

$$b_{ve,1}=1-\eta_{oc}; \quad V_{ve,1,mn} = V_f \quad [m^3 / s]$$

$$b_{ve,2}=1; \quad V_{ve,2,mn} = V_x \quad [m^3 / s]$$

- budynek z wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną działającą okresowo



(2.18.)

$$b_{ve,1} = \beta(1 - \eta_{oc}); \quad V_{ve,1,mn} = V_f \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$b_{ve,2} = \beta; \quad V_{ve,2,mn} = V_x \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$b_{ve,3} = (1 - \beta)(1 - \eta_{oc}); \quad V_{ve,3,mn} = V_o \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$b_{ve,4} = (1 - \beta); \quad V_{ve,4,mn} = V'_x \text{ [m}^3/\text{s]}$$

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

(2.19.)

$$V_x = \frac{V \cdot \frac{n_{50}}{3600} \cdot e}{1 + \frac{e}{f} \cdot \left(\frac{V_{su} - V_{ex}}{V \cdot \frac{n_{50}}{3600}} \right)^2} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

gdzie:

V_o, V_{su}, V_{ex}	obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego, wymagany ze względów higienicznych, liczony zgodnie z PN-83/B-03430/AZ3:2000 <i>Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.</i>	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_{ex}	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 wyporu termicznego	m^3/s
V'_x	dodatkowy strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności, spowodowany działaniem wiatru i wyporu termicznego - przy wyłączonych wentylatorach wentylacji mechanicznej; $V'_x = V \cdot n_{50} \cdot e / 3600$	m^3/s
V	kubatura wewnętrzna wentylowana	m^3
η_{oc}	skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego; z dodatkowym gruntowym powietrznym wymiennikiem $\eta_{oc} = 1 - (1 - \eta_{oc1}) \cdot (1 - \eta_{GWC})$; przy czym: η_{oc1} - skuteczność wymiennika do odzysku ciepła z powietrza wywiewanego, η_{GWC} - skuteczność gruntowego powietrznego wymiennika ciepła; przy braku urządzeń do odzysku ciepła $\eta_{oc} = 0$	-
β	udział czasu włączenia wentylatorów wentylacji mechanicznej w okresie bilansowania (miesiąc lub rok)	-
e, f	współczynniki osłonięcia budynku, określane według Tab. 2.6.	-



n_{50}	krotność wymiany powietrza w budynku wywołana różnicą ciśnień 50 Pa	h^{-1}
----------	---	----------

Tab. 2.6. Współczynniki osłonięcia e i f, stosowane do obliczeń dodatkowego strumienia powietrza wg wzoru (2.19.).

Współczynnik e dla klasy osłonięcia	Więcej niż jedna nieosłonięta fasada	Jedna nieosłonięta fasada
Nieosłonięte: budynki na otwartej przestrzeni, wysokie budynki w centrach miast	0,10	0,03
Średnie osłonięte: 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
Współczynnik f	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) (2.20.)

$$V_{inf} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot \text{Kubatura wentylowana} / 3600 \quad [m^3 / s]$$

- dla budynku bez próby szczelności (2.21.)

$$V_{inf} = 0,2 \cdot n_{50} \cdot \text{Kubatura wentylowana} / 3600 \quad [m^3 / s]$$

2.3.3. Zapotrzebowanie na chłód użytkowy – zyski ciepła od nasłonecznienia.

Obliczenia 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 ciepła dla poszczególnych przegród,
- obecność stałych i ruchomych elementów zacięniających.

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

(2.22.)

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

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 wyznaczone są zgodnie z poniższą procedurą. Zyski ciepła dla poszczególnych elementów obudowy budynku:

(2.23.)

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

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

(2.24.)

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

gdzie:

$F_{sh,gl,k}$	współczynnik zacienienia powierzchni nasłonecznionej k związany z ruchomymi elementami zacieniającymi, określony 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

(2.25.)

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

gdzie:

R_{se}	współczynnik oporu cieplnego zewnętrznej powierzchni przegrody	m ² K/W
U_C	współczynnik przenikania ciepła dla przegrody	W/(m ² K)
A_C	pole powierzchni przegrody nasłonecznionej	m ²
h_r	współczynnik zewnętrznego promieniowania cieplnego	W/(m ² K)
$\Delta \theta_{er}$	średnia różnica temperatur powietrza zewnętrznego i nieba	°C

(2.26.)

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



gdzie:

ε	emisyjność powierzchni zewnętrznej przegrody	-
σ	stała Stefana-Boltzmann	$W/(m^2K^4)$
θ_{ss}	średnia arytmetyczna temperatura powierzchni przegrody i nieba	$^{\circ}C$

2.3.4. 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 wyznaczane są z zależności:

(2.27.)

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

gdzie:

$\Phi_{\text{int},mn,k}$	wartość średnia miesięczna strumienia ciepła przekazywanego przez źródło k wewnętrznego źródła ciepła	W
$\Phi_{\text{int},mn,u,l}$	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 wyznaczane są ze wzoru:

(2.28.)

$$Q_{\text{int}} = q_{\text{int}} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad [kWh / m - c]$$

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 (2.28.) należy wyznaczać w oparciu o:

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

Przy braku danych, dla budynków istniejących można przyjąć wartości z Tab. 2.7.



Tab. 2.7. 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 ²
1	Szkoły	1,5-4,7
2	Urzędy	3,5-6,4

2.3.5. Parametry dynamiczne budynku.

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

$$\text{dla } \gamma_c = \frac{Q_{c,gn}}{Q_{c,ht}} \neq 1 \text{ i } \gamma_c > 0: \quad (2.29.)$$

$$\eta_{c,ls} = \frac{1 - \gamma_c^{-a_c}}{1 - \gamma_c^{-(a_c+1)}}$$

$$\text{dla } \gamma_c = 1: \quad (2.30.)$$

$$\eta_{c,ls} = \frac{a_c}{a_c + 1}$$

$$\text{dla } \gamma_c < 0: \quad (2.31.)$$

$$\eta_{c,ls} = 1$$

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

(2.32.)

$$a_c = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}} \quad [-]$$

gdzie:

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

Przy czym:

(2.33.)

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} \quad [h]$$



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
$H_{ve,adj}$	współczynnik strat mocy cieplnej na wentylację	W / K

(2.34.)

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

gdzie:

c_{ij}	ciepło właściwe materiału warstwy i-tej w elemencie j-tym	J/(kgK)
ρ_{ij}	gęstość materiału warstwy i-tej w elemencie j-tym	kg/m ³
d_{ij}	grubość warstwy i-tej w elemencie j-tym, przy czym łączna grubość warstw nie może przekraczać 0,1 m	m
A_j	pole powierzchni j-tego elementu budynku	m ²

2.3.6. 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 3 K,
- 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.

2.3.7. 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 względną, 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.

2.3.8. 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:

(2.35.)

$$Q_{C,nd,a} = \sum_j Q_{C,nd,j}$$

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

(2.36.)

$$Q_{C,nd,a,zS} = \sum_z Q_{C,nd,a,z}$$

2.4. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą dla systemu chłodzenia i wentylacji.

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,
- w systemie wentylacji mechanicznej do napędu: wentylatorów, urządzeń do odzysku ciepła, sterowników i napędów wykonawczych.

Wyznaczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą:

(2.37.)

$$E_{el,pom,C} = \sum_i P_{el,C,i} \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [kWh / a]$$

(2.38.)

$$E_{el,pom,V} = \sum_i q_{el,V,i} \cdot A_f \cdot t_{el,i} \cdot 10^{-3} \quad [kWh / a]$$

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
$q_{el,V,i}$	zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie wentylacji, odniesione do powierzchni użytkowej	W/m ²
A_f	powierzchnia użytkowa	m ²

Uwaga: w przypadku kilku 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 chłodniczej obiektu.

3. Sposób obliczenia rocznego zużycia energii do oświetlenia.

Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku E_L oblicza się według wzoru:
(3.1.)

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [kWh / a]$$

gdzie:

$LENI$	roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku obliczane na podstawie zależności (3.2.)	$kWh / (m^2 a)$
A_f	powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń	m^2

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia $LENI$ oblicza się na podstawie wzoru:
(3.2.)

$$LENI = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad [kWh / (m^2 a)]$$

gdzie:

P_N	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru (3.4.)	W / m^2
t_D	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tab. 3.1.	h / a
t_N	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tab. 3.1	h / a
t_O	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów t_D i t_N , zgodnie z Tab. 3.1.	h / a
t_y	liczba godzin w roku, 8760 h	h
F_D	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z Tab. 3.2.	—
F_O	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tab. 3.3.	—
F_C	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru (3.3.)	—
$m = 1$	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie $m=0$	—
$n = 1$	gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie $n=0$	—



Tab. 3.1. Roczne odniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		t_D	t_N	t_0
1	2	3	4	5
1	Biura	2250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Restauracje	1250	1250	2500
5	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000
6	Handlowo-usługowe	3000	2000	5000

Tab. 3.2. Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	F_D
1	2	3	4
1	Biura, budynki sportowo-rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Restauracje, handlowo-usługowe	Ręczna	1.0
4	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
5		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Uwaga – Założono, że co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.

Tab. 3.3. Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji ¹⁾	F_0
1	2	3	4
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Handlowo-usługowe, sportowo-rekreacyjne, restauracje	Ręczna	1.0
4	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

¹⁾ W przypadku automatycznej regulacji, co najmniej jeden czujnik obecności powinien być zainstalowany w pomieszczeniu a w pomieszczeniach dużych, co najmniej jednym czujnik obecności na 30 m².
Założono, że w przypadku automatycznej regulacji, co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.

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

(3.3.)

$$F_c = (1 + MF)/2$$

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.



Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku P_N oblicza się na podstawie danych z Tab. 3.4. i wzoru:

(3.4.)

$$P_N = \frac{\sum P_{rzecz}}{\sum A_f} \quad [W / m^2]$$

gdzie:

P_{rzecz}	moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach	W
A_f	powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń	m^2

Tab. 3.4. 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.

4. Sposób określenia rocznego zużycia energii na cele pozostałe.

Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną i/lub ciepło zużywane przez systemy pozostałe (np. zasilanie wind, podgrzewanie wody basenowej) należy określać indywidualnie na podstawie:

- obowiązujących przepisów,
- dokumentacji technicznej budynku i instalacji oraz urządzeń,
- wiedzy technicznej oraz wizji lokalnej obiektu,
- dostępnych danych katalogowych urządzeń i elementów instalacji.

5. Sposób uwzględnienia energii elektrycznej wytworzonej w indywidualnym źródle energii.

W zestawieniu należy uwzględnić ilość energii elektrycznej wytwarzanej w indywidualnym źródle energii (np. jednostce kogeneracji, systemie PV itp.) poprzez odjęcie jej od całkowitego zużycia energii elektrycznej (m.in. do oświetlenia, systemów pomocniczych):

(5.1.)

$$\text{Energia elektryczna} = E_{el,K} - E_{el,g,out} \quad [MWh / a]$$

(5.2.)



$$E_{el,g,out} = E_{f,del} \cdot \eta_{el,g} \quad [MWh/a]$$

gdzie:

$E_{el,K}$	zużycie energii elektrycznej w obiekcie (m.in. do oświetlenia, systemów pomocniczych i innych), określone na podstawie punktów 1.-4. Aneksu	MWh/a
$E_{el,g,out}$	energia elektryczna wytworzona w indywidualnym źródle energii (dla systemu PV określona według dokumentacji technicznej urządzeń PV; dla systemu kogeneracji określona według wzoru (5.2.))	MWh/a
$E_{f,del}$	energia dostarczana do indywidualnego źródła energii; chemiczna energia końcowa zawarta w paliwie określona dla lokalnego systemu produkcji energii elektrycznej (dla przypadku kogeneracji, gdy ilość wytwarzanej energii elektrycznej wynika z zapotrzebowania na ciepło w obiekcie, określona jako roczne zużycie energii końcowej przypadające na indywidualne źródło energii według punktu 1. Aneksu)	MWh/a
$\eta_{el,g}$	średnia sezonowa sprawność wytwarzania energii elektrycznej w indywidualnym źródle energii	—

Uwaga: w przypadku, gdy ilość energii elektrycznej produkowanej w indywidualnym źródle energii nie wynika z zapotrzebowania na ciepło w obiekcie (tzn. wytwarzanie energii elektrycznej nie zachodzi w układzie skojarzonym z produkcją ciepła na potrzeby budynku), w zestawieniu wartości energii chemicznej nośników energii należy dodatkowo wpisać wartość energii chemicznej zawartej w paliwie dostarczonym do indywidualnego źródła energii.

Uwaga: w przypadku, gdy ilość energii elektrycznej produkowanej w indywidualnym źródle energii jest większa niż zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku, liczba wpisywana do zestawienia wartości energii chemicznej nośników energii jest ujemna.

Uwaga: w przypadku kilku 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 i elementów instalacji.