

## ZADANIA (PRZYKŁADY OBLICZENIOWE)

z komentarzem

- 1.** Oblicz wartość oporu cieplnego  $R$  warstwy jednorodnej wykonanej z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$  i grubości  $d = 20 \text{ cm}$  (bez współczynników przejmowania):

Współczynnik oporu cieplnego wyznaczamy korzystając ze wzoru:

$$R = d / \lambda$$

$d$  - grubość warstwy podawana w m;

$\lambda$  - współczynnik przewodności cieplnej w  $\text{W/(mK)}$

$$d = 0,2 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$$

zatem:

$$R = 0,2 / 0,04 = 5 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

- 2.** Oblicz wartość oporu cieplnego  $R$  warstwy jednorodnej wykonanej z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,05 \text{ W/mK}$  i grubości  $d = 15 \text{ cm}$  (bez współczynników przejmowania):

Współczynnik oporu cieplnego wyznaczamy korzystając ze wzoru:

$$R = d / \lambda$$

$d$  - grubość warstwy podawana w m;

$\lambda$  - współczynnik przewodności cieplnej w  $\text{W/(mK)}$

$$d = 0,15 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,05 \text{ W/(mK)}$$

zatem:

$$R = 0,15 / 0,05 = 3 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

- 3.** Oblicz wartość oporu cieplnego  $R$  warstwy jednorodnej wykonanej z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$  i grubości  $d = 12 \text{ cm}$  (bez współczynników przejmowania):

Współczynnik oporu cieplnego wyznaczamy korzystając ze wzoru:

$$R = d / \lambda$$

$d$  - grubość warstwy podawana w m;

$\lambda$  - współczynnik przewodności cieplnej w  $\text{W/(mK)}$

$$d = 0,12 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$$

zatem:

$$R = 0,12 / 0,04 = 3 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

- 4.** Oblicz wartość oporu cieplnego  $R$  warstwy jednorodnej wykonanej z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,05 \text{ W/mK}$  i grubości  $d = 8 \text{ cm}$  (bez współczynników przejmowania):

Współczynnik oporu cieplnego wyznaczamy korzystając ze wzoru:

$$R = d / \lambda$$

$d$  - grubość warstwy podawana w m;

$\lambda$  - współczynnik przewodności cieplnej w  $\text{W/(mK)}$

$$d = 0,8 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,05 \text{ W/(mK)}$$

zatem:

$$R = 0,8 / 0,05 = 16 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

- 5.** Oblicz wartość oporu cieplnego  $R$  warstwy jednorodnej wykonanej z materiału o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,30 \text{ W/mK}$  i grubości  $d = 24 \text{ cm}$  (bez współczynników przejmowania):

Współczynnik oporu cieplnego wyznaczamy korzystając ze wzoru:

$$R = d / \lambda$$

$d$  - grubość warstwy podawana w m;

$\lambda$  - współczynnik przewodności cieplnej w W/(mK)

$d = 0,24$  m

$\lambda = 0,30$  W/(mK)

zatem:

$$\mathbf{R = 0,24 / 0,30 = 0,8 [m^2K/W]}$$

**6.** Obliczyć stratę ciepła przez przenikanie  $\Phi_T$  przez mostek liniowy, jeżeli jego współczynnik  $\Psi = 0,95$  W/mK a długości  $l = 40$  m, projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20$  °C, projektowa temperatura zewnętrzna  $\theta_e = -5$  °C

Pierwszym krokiem do rozwiązania zadania jest obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie dla danego mostka liniowego ze wzoru:

$$\mathbf{H_t = \psi \times l}$$

$l$  - długość w m.

$\psi$  - liniowy współczynnik przenikania ciepła w W/mK

$\Psi = 0,95$  W/mK

$l = 40$  m

zatem:

$$\mathbf{H_t = 0,95 \times 40 = 38 [W/K]}$$

Stratę ciepła przez bezpośrednie przenikanie, w ustalonych warunkach różnicy temperatury w budynku i na zewnątrz,  $(\theta_{int} - \theta_e)$  można obliczyć wg wzoru:

$$\mathbf{\Phi_T = H_t \times (\theta_{int} - \theta_e)}$$

$H_t$  - współczynnik strat ciepła w W/K

$\theta_{int}$  - projektowana temperatura wewnętrzna

$\theta_e$  - projektowana temperatura zewnętrzna

$H_t = 38$  W/K

$\theta_{int} = 20$  °C = 293,15 K

$\theta_e = -5$  °C = 268,15 K (w przypadku gdy podane w zadaniu wartości służą do wyliczenia różnicy temperatur, nie jest konieczna zamiana jednostek na Kelwiny - wynik będzie taki sam)

zatem:

$$\mathbf{\Phi_T = 38 \times 25 = 950 [W] = 0,95 [kW]}$$

**7.** Obliczyć stratę ciepła przez przenikanie  $\Phi_T$  przez mostek liniowy, jeżeli jego współczynnik  $\Psi = 0,80$  W/mK a długości  $l = 40$  m, projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20$  °C, projektowa temperatura zewnętrzna  $\theta_e = -5$  °C

Pierwszym krokiem do rozwiązania zadania jest obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie dla danego mostka liniowego ze wzoru:

$$\mathbf{H_t = \psi \times l}$$

$l$  - długość w m.

$\psi$  - liniowy współczynnik przenikania ciepła w W/mK

$\Psi = 0,80$  W/mK

$l = 40$  m

zatem:

$$\mathbf{H_t = 0,80 \times 40 = 32 [W/K]}$$

Stratę ciepła przez bezpośrednie przenikanie, w ustalonych warunkach różnicy temperatury w budynku i na zewnątrz,  $(\theta_{int} - \theta_e)$  można obliczyć wg wzoru:

$$\mathbf{\Phi_T = H_t \times (\theta_{int} - \theta_e)}$$

$H_t$  - współczynnik strat ciepła w W/K

$\theta_{int}$  - projektowana temperatura wewnętrzna

$\theta_e$  - projektowana temperatura zewnętrzna

$H_t = 32$  W/K

$\theta_{in} = 20$  °C = 293,15 K

$\theta_e = -5$  °C = 268,15 K (w przypadku gdy podane w zadaniu wartości służą do wyliczenia różnicy temperatur, nie jest konieczna zamiana jednostek na Kelwiny - wynik będzie taki sam)

zatem:

$$\mathbf{\Phi_T = 32 \times 25 = 800 [W] = 0,80 [kW]}$$

- 8.** Obliczyć stratę ciepła przez przenikanie  $\Phi_T$  przez mostek liniowy, jeżeli jego współczynnik  $\Psi = 0,90$  W/mK a długości  $l = 30$  m, projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20$  °C, projektowa temperatura zewnętrzna  $\theta_e = -2$  °C

Pierwszym krokiem do rozwiązania zadania jest obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie dla danego mostka liniowego ze wzoru:

$$H_t = \psi \times l$$

$l$  - długość w m.

$\psi$  - liniowy współczynnik przenikania ciepła w W/mK

$$\Psi = 0,90 \text{ W/mK}$$

$$l = 30 \text{ m}$$

zatem:

$$H_t = 0,90 \times 30 = 27 \text{ [W/K]}$$

Stratę ciepła przez bezpośrednie przenikanie, w ustalonych warunkach różnicy temperatury w budynku i na zewnątrz, ( $\theta_{int} - \theta_e$ ) można obliczyć wg wzoru:

$$\Phi_T = H_t \times (\theta_{int} - \theta_e)$$

$H_t$  - współczynnik strat ciepła w W/K

$\theta_{int}$  - projektowana temperatura wewnętrzna

$\theta_e$  - projektowana temperatura zewnętrzna

$$H_t = 27 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ °C} = 293,15 \text{ K}$$

$\theta_e = -2 \text{ °C} = 268,15 \text{ K}$  (w przypadku gdy podane w zadaniu wartości służą do wyliczenia różnicy temperatur, nie jest konieczna zamiana jednostek na Kelwiny - wynik będzie taki sam)

zatem:

$$\Phi_T = 27 \times 25 = 675 \text{ [W]} = 0,675 \text{ [kW]}$$

- 9.** Obliczyć stratę ciepła przez przenikanie  $\Phi_T$  przez mostek liniowy, jeżeli jego współczynnik  $\Psi = 0,85$  W/mK a długości  $l = 20$  m, projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20$  °C, projektowa temperatura zewnętrzna  $\theta_e = -5$  °C

Pierwszym krokiem do rozwiązania zadania jest obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie dla danego mostka liniowego ze wzoru:

$$H_t = \psi \times l$$

$l$  - długość w m.

$\psi$  - liniowy współczynnik przenikania ciepła w W/mK

$$\Psi = 0,85 \text{ W/mK}$$

$$l = 20 \text{ m}$$

zatem:

$$H_t = 0,85 \times 20 = 17 \text{ [W/K]}$$

Stratę ciepła przez bezpośrednie przenikanie, w ustalonych warunkach różnicy temperatury w budynku i na zewnątrz, ( $\theta_{int} - \theta_e$ ) można obliczyć wg wzoru:

$$\Phi_T = H_t \times (\theta_{int} - \theta_e)$$

$H_t$  - współczynnik strat ciepła w W/K

$\theta_{int}$  - projektowana temperatura wewnętrzna

$\theta_e$  - projektowana temperatura zewnętrzna

$$H_t = 17 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ °C} = 293,15 \text{ K}$$

$\theta_e = -5 \text{ °C} = 268,15 \text{ K}$  (w przypadku gdy podane w zadaniu wartości służą do wyliczenia różnicy temperatur, nie jest konieczna zamiana jednostek na Kelwiny - wynik będzie taki sam)

zatem:

$$\Phi_T = 17 \times 25 = 425 \text{ [W]} = 0,425 \text{ [kW]}$$

- 10.** Obliczyć stratę ciepła przez przenikanie  $\Phi_T$  przez mostek liniowy, jeżeli jego współczynnik  $\Psi = 0,75$  W/mK a długości  $l = 60$  m, projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20$  °C, projektowa temperatura zewnętrzna  $\theta_e = -5$  °C

Pierwszym krokiem do rozwiązania zadania jest obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie dla danego mostka liniowego ze wzoru:

$$H_t = \psi \times l$$

$l$  - długość w m.

$\psi$  - liniowy współczynnik przenikania ciepła w W/mK

$$\Psi = 0,75 \text{ W/mK}$$

$$l = 60 \text{ m}$$

zatem:

$$\mathbf{H_t = 0,75 \times 60 = 45 \text{ [W/K]}}$$

Stratę ciepła przez bezpośrednie przenikanie, w ustalonych warunkach różnicy temperatury w budynku i na zewnątrz, ( $\theta_{int} - \theta_e$ ) można obliczyć wg wzoru:

$$\Phi_T = H_t \times (\theta_{int} - \theta_e)$$

$H_t$  - współczynnik strat ciepła w W/K

$\theta_{int}$  - projektowana temperatura wewnętrzna

$\theta_e$  - projektowana temperatura zewnętrzna

$$H_t = 45 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293,15 \text{ K}$$

$\theta_e = -5 \text{ }^\circ\text{C} = 268,15 \text{ K}$  (w przypadku gdy podane w zadaniu wartości służą do wyliczenia różnicy temperatur, nie jest konieczna zamiana jednostek na Kelwiny - wynik będzie taki sam)

zatem:

$$\mathbf{\Phi_T = 45 \times 25 = 1125 \text{ [W]} = 1,125 \text{ [kW]}}$$

**11.** Jeżeli  $H_{tr} = 600 \text{ W/K}$ , projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , a temperatura zewnętrzna w danej lokalizacji w listopadzie jest  $\theta_e = +5 \text{ }^\circ\text{C}$  - to miesięczna strata ciepła przez przenikanie FT jest równa kWh :

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$\mathbf{Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \times 10^{-3}} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie

$\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych

$\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej

$t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$$H_{tr} = 600 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = +5 \text{ }^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\mathbf{Q_{tr} = 600 \times 15 \times 720/1000 = 6480 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**12.** Jeżeli  $H_{tr} = 800 \text{ W/K}$ , projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , a temperatura zewnętrzna w danej lokalizacji w listopadzie jest  $\theta_e = +2 \text{ }^\circ\text{C}$  - to miesięczna strata ciepła przez przenikanie FT jest równa kWh :

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$\mathbf{Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \times 10^{-3}} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie

$\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych

$\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej

$t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$$H_{tr} = 800 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = +2 \text{ }^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\mathbf{Q_{tr} = 800 \times 18 \times 720/1000 = 10368 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**13.** Jeżeli  $H_{tr} = 700 \text{ W/K}$ , projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , a temperatura zewnętrzna w danej lokalizacji w listopadzie jest  $\theta_e = +8 \text{ }^\circ\text{C}$  - to miesięczna strata ciepła przez przenikanie FT jest równa kWh :

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$\mathbf{Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \times 10^{-3}} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie  
 $\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych  
 $\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej  
 $t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$H_{tr} = 700 \text{ W/K}$   
 $\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\theta_e = +8 \text{ }^\circ\text{C}$   
zatem:

$$\underline{Q_{tr} = 700 \times 12 \times 720/1000 = 6048 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**14.** Jeżeli  $H_{tr} = 500 \text{ W/K}$ , projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ , a temperatura zewnętrzna w danej lokalizacji w listopadzie jest  $\theta_e = + 0 \text{ }^\circ\text{C}$  - to miesięczna strata ciepła przez przenikanie FT jest równa kWh :

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:  
 $Q_{tr}=H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \times 10^{-3}$  (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)  
 $H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie  
 $\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych  
 $\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej  
 $t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$H_{tr} = 500 \text{ W/K}$   
 $\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\theta_e = + 0 \text{ }^\circ\text{C}$   
zatem:

$$\underline{Q_{tr} = 500 \times 20 \times 720/1000 = 7200 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**15.** Jeżeli  $H_{tr} = 800 \text{ W/K}$ , projektowana temperatura wewnętrzna  $\theta_{int}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ , a temperatura zewnętrzna w danej lokalizacji w listopadzie jest  $\theta_e = - 5 \text{ }^\circ\text{C}$  - to miesięczna strata ciepła przez przenikanie FT jest równa kWh :

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:  
 $Q_{tr}=H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \times 10^{-3}$  (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)  
 $H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie  
 $\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych  
 $\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej  
 $t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$H_{tr} = 800 \text{ W/K}$   
 $\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\theta_e = - 5 \text{ }^\circ\text{C}$   
zatem:

$$\underline{Q_{tr} = 800 \times 25 \times 720/1000 = 14400 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**16.** Oblicz miesięczną (30 dni) stratę ciepła przez przenikanie przez stropodach budynku ( w kWh), jeżeli jego powierzchnia =  $400\text{m}^2$ , współczynnik  $U= 0,70$ , temperatura pomieszczeń =  $+20^\circ\text{C}$ , średnia temperatura zewnętrzna w ciągu miesiąca =  $- 2^\circ\text{C}$ ,

Aby obliczyć miesięczną stratę ciepła należy w pierwszej kolejności wyznaczyć współczynnik strat ciepła przez przenikanie. W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$H_{tr} = b_{tr,i} \times A_i \times U_i$$

$b_{tr}$  - współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody, dla przegród pomiędzy przestrzeni ogrzewana i środowiskiem zewnętrznym  $b_{tr} = 1$ ;

$A_i$  - pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze, obliczanej wg wymiarów zewnętrznych przegrody;

$U_i$  - współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzeni ogrzewana i strona zewnętrzna,

$$U_i = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_i = 400\text{m}^2$$

zatem:

$$\underline{H_{tr} = 1 \times 0,7 \times 400 = 280 \text{ [W/K]}}$$

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \times 10^{-3} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie

$\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych

$\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej

$t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$$H_{tr} = 600 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -2 \text{ }^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\underline{Q_{tr} = 280 \times 22 \times 720/1000 = 4435,2 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**17.** Oblicz miesięczną (30 dni) stratę ciepła przez przenikanie przez stropodach budynku ( w kWh), jeżeli jego powierzchnia =  $400\text{m}^2$ , współczynnik  $U=0,80$ , temperatura pomieszczeń =  $+20^\circ\text{C}$ , średnia temperatura zewnętrzna w ciągu miesiąca =  $-2^\circ\text{C}$ ,

Aby obliczyć miesięczną stratę ciepła należy w pierwszej kolejności wyznaczyć współczynnik strat ciepła przez przenikanie. W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$H_{tr} = b_{tr,i} \times A_i \times U_i$$

$b_{tr}$  - współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody, dla przegród pomiędzy przestrzeni ogrzewana i środowiskiem zewnętrznym  $b_{tr} = 1$ ;

$A_i$  - pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze, obliczanej wg wymiarów zewnętrznych przegrody;

$U_i$  - współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzeni ogrzewana i strona zewnętrzna,

$$U_i = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_i = 400\text{m}^2$$

zatem:

$$\underline{H_{tr} = 1 \times 0,8 \times 400 = 320 \text{ [W/K]}}$$

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \times 10^{-3} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie

$\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych

$\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej

$t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$$H_{tr} = 600 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -2 \text{ }^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\underline{Q_{tr} = 320 \times 22 \times 720/1000 = 5068,8 \text{ [kWh/miesiac]}}$$

**18.** Oblicz miesięczną (30 dni) stratę ciepła przez przenikanie przez stropodach budynku ( w kWh), jeżeli jego powierzchnia =  $600\text{m}^2$ , współczynnik  $U=0,60$ , temperatura pomieszczeń =  $+20^\circ\text{C}$ , średnia temperatura zewnętrzna w ciągu miesiąca =  $-5^\circ\text{C}$ ,

Aby obliczyć miesięczną stratę ciepła należy w pierwszej kolejności wyznaczyć współczynnik strat ciepła przez przenikanie. W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$H_{tr} = b_{tr,i} \times A_i \times U_i$$

$b_{tr}$  - współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody, dla przegród pomiędzy przestrzeni ogrzewana i środowiskiem zewnętrznym  $b_{tr} = 1$ ;

$A_i$  - pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze, obliczanej wg wymiarów zewnętrznych przegrody;

$U_i$  - współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzeni ogrzewana i strona zewnętrzna,

$$U_i = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_i = 600\text{m}^2$$

zatem:

$$\underline{H_{tr} = 1 \times 0,6 \times 600 = 360 \text{ [W/K]}}$$

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \cdot 10^{-3} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie

$\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych

$\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej

$t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$$H_{tr} = 600 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\underline{Q_{tr} = 360 \times 25 \times 720/1000 = 6480,0 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**19.** Oblicz miesięczną (30 dni) stratę ciepła przez przenikanie przez stropodach budynku ( w kWh), jeżeli jego powierzchnia =  $500\text{m}^2$ , współczynnik  $U=0,40$ , temperatura pomieszczeń =  $+20^\circ\text{C}$ , średnia temperatura zewnętrzna w ciągu miesiąca =  $-3^\circ\text{C}$ ,

Aby obliczyć miesięczną stratę ciepła należy w pierwszej kolejności wyznaczyć współczynnik strat ciepła przez przenikanie. W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$H_{tr} = b_{tr,i} \times A_i \times U_i$$

$b_{tr}$  - współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody, dla przegród pomiędzy przestrzeni ogrzewana i środowiskiem zewnętrznym  $b_{tr} = 1$ ;

$A_i$  - pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze, obliczanej wg wymiarów zewnętrznych przegrody;

$U_i$  - współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzeni ogrzewana i strona zewnętrzna,

$$U_i = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_i = 500\text{m}^2$$

zatem:

$$\underline{H_{tr} = 1 \times 0,4 \times 500 = 200 \text{ [W/K]}}$$

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \cdot 10^{-3} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie

$\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych

$\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej

$t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$$H_{tr} = 200 \text{ W/K}$$

$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -3 \text{ }^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\underline{Q_{tr} = 200 \times 23 \times 720/1000 = 3312,0 \text{ [kWh/miesiąc]}}$$

**20.** Oblicz miesięczną (30 dni) stratę ciepła przez przenikanie przez stropodach budynku ( w kWh), jeżeli jego powierzchnia =  $300\text{m}^2$ , współczynnik  $U=0,40$ , temperatura pomieszczeń =  $+20^\circ\text{C}$ , średnia temperatura zewnętrzna w ciągu miesiąca =  $-1^\circ\text{C}$ ,

Aby obliczyć miesięczną stratę ciepła należy w pierwszej kolejności wyznaczyć współczynnik strat ciepła przez przenikanie. W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$H_{tr} = b_{tr,i} \times A_i \times U_i$$

$b_{tr}$  - współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur i-tej przegrody, dla przegród

między przestrzenia ogrzewana i środowiskiem zewnętrznym  $b_{tr} = 1$ ;  
 $A_i$  - pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze, obliczanej wg wymiarów zewnętrznych przegrody;

$U_i$  - współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzenia ogrzewana i strona zewnętrzna,

$$U_i = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_i = 300\text{m}^2$$

zatem:

$$H_{tr} = 1 \times 0,4 \times 300 = 120 \text{ [W/K]}$$

Miesięczne straty ciepła przez przenikanie można obliczyć ze wzoru:

$$Q_{tr} = H_{tr} \times (\theta_{int,H} - \theta_e) \times t_M \cdot 10^{-3} \text{ (wzór 1.12 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$H_{tr}$  - współczynnik strat mocy cieplnej przez przenikanie

$\theta_{int,H}$  - temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania w budynku lub lokalu mieszkalnym przyjmowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych

$\theta_e$  - średnia temperatura powietrza zewnętrznego w analizowanym okresie miesięcznym według danych dla najbliższej stacji meteorologicznej

$t_M$  - liczba godzin w miesiącu

$$H_{tr} = 600 \text{ W/K}$$

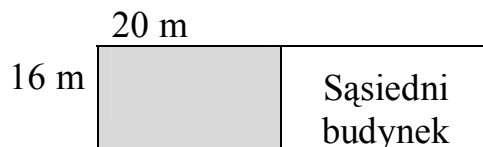
$$\theta_{int} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -1 \text{ }^\circ\text{C}$$

zatem:

$$Q_{tr} = 120 \times 21 \times 720 / 1000 = 1814,4 \text{ [kWh/miesiąc]}$$

**21.** Oblicz parametr **B'** potrzebny do obliczenia współczynnika przenikania podłogi na gruncie dla budynku o poniższych wymiarach w rzucie:



wielkość parametru **B'** określa się z zależności:

$$B' = A_g / 0,5P \text{ (wzór 1.15 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$A_g$  - powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej łącznie ze ścianami zewnętrznymi i wewnętrznymi;

$P$  - 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;

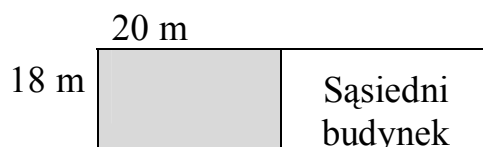
$$A_g = 16 \times 20 = 320 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P = 2 \times 20 + 16 = 56 \text{ [m]}$$

zatem:

$$B' = 320 / (0,5 \times 56) = 11,43 \text{ [m]}$$

**22.** Oblicz parametr **B'** potrzebny do obliczenia współczynnika przenikania podłogi na gruncie dla budynku o poniższych wymiarach w rzucie:



wielkość parametru **B'** określa się z zależności:

$$B' = A_g / 0,5P \text{ (wzór 1.15 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$A_g$  - powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej łącznie ze ścianami zewnętrznymi i wewnętrznymi;  
 $P$  - 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;

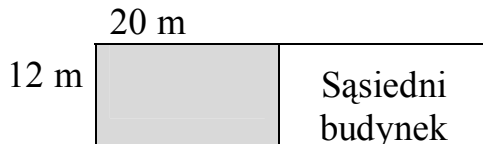
$$A_g = 18 \times 20 = 360 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P = 2 \times 20 + 18 = 58 \text{ [m]}$$

zatem:

$$\mathbf{B' = 360 / (0,5 \times 76) = 12,41 \text{ [m]}}$$

**23.** Oblicz parametr  $B'$  potrzebny do obliczenia współczynnika przenikania podłogi na gruncie dla budynku o poniższych wymiarach w rzucie:



wielkość parametru  $B'$  określa się z zależności:

$$\mathbf{B' = A_g / 0,5P}$$
 (wzór 1.15 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$A_g$  - powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej łącznie ze ścianami zewnętrznymi i wewnętrznymi;  
 $P$  - 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;

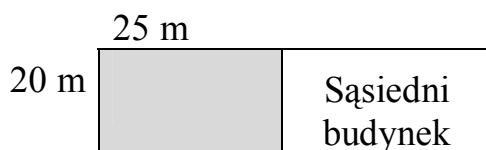
$$A_g = 12 \times 20 = 240 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P = 2 \times 20 + 12 = 52 \text{ [m]}$$

zatem:

$$\mathbf{B' = 240 / (0,5 \times 52) = 9,23 \text{ [m]}}$$

**24.** Oblicz parametr  $B'$  potrzebny do obliczenia współczynnika przenikania podłogi na gruncie dla budynku o poniższych wymiarach w rzucie:



wielkość parametru  $B'$  określa się z zależności:

$$\mathbf{B' = A_g / 0,5P}$$
 (wzór 1.15 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$A_g$  - powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej łącznie ze ścianami zewnętrznymi i wewnętrznymi;  
 $P$  - 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;

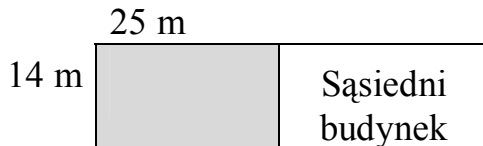
$$A_g = 20 \times 25 = 500 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P = 2 \times 25 + 20 = 70 \text{ [m]}$$

zatem:

$$\mathbf{B' = 500 / (0,5 \times 70) = 14,29 \text{ [m]}}$$

**25.** Oblicz parametr  $B'$  potrzebny do obliczenia współczynnika przenikania podłogi na gruncie dla budynku o poniższych wymiarach w rzucie:



wielkość parametru  $B'$  określa się z zależności:

$B' = A_g / 0,5P$  (wzór 1.15 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$A_g$  - powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej łącznie ze ścianami zewnętrznymi i wewnętrznymi;  
 $P$  - 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;

$$A_g = 14 \times 25 = 350 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$P = 2 \times 25 + 14 = 64 \text{ [m]}$$

zatem:

$$B' = 350 / (0,5 \times 64) = 10,94 \text{ [m]}$$

**26.** Oblicz miesięczne zyski ciepła promieniowania słonecznego okna w pionowej ścianie o współczynniku zacienienia 0,9, polu powierzchni 2,35 m<sup>2</sup>, udział powierzchni szklonej 0,7 współczynnik  $g = 0,75$  i jeżeli jednostkowa suma energii promieniowania słonecznego w marcu dla przegrody, w której zamontowano okno wynosi 57,75 kWh/m<sup>2</sup>m-c.

Wartości miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia przez okna w przegrodach pionowych budynku należy obliczać ze wzoru:

$Q_{s1} = \sum_i C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot g \cdot k_g \cdot Z$  [kWh/mies] (wzór 1.25 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$C_i$  - udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna, jest zależny od wielkości i konstrukcji okna; (wartość średnia wynosi 0,7)

$A_i$  - pole powierzchni okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie w m<sup>2</sup>

$I_i$  - wartość energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyznę pionową, w której usytuowane jest okno o powierzchni  $A_i$ , według danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego w kWh/(m<sup>2</sup>m-c)

$g$  - współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie, (według Tabeli 7 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$k_g$  - współczynnik korekcyjny wartości  $I_i$  ze względu na nachylenie płaszczyzny pości dachowej do poziomu, (według Tabeli 8 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw); dla ściany pionowej  $k_g = 1,0$

$Z$  - współczynnik zacienienia budynku ze względu na jego usytuowanie oraz przesłony na elewacji budynku, (według Tabeli 9 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw)

$$C_i = 0,7$$

$$A_i = 2,35 \text{ m}^2$$

$$I_i = 57,75 \text{ kWh/(m}^2\text{m-c)}$$

$$g = 0,75$$

$$k_g \text{ dla ściany pionowej } k_g = 1,0$$

$$Z = 0,9$$

zatem:

$$Q_{s1} = 0,7 \times 2,35 \times 57,75 \times 0,75 \times 1 \times 0,9 = 64,12 \text{ [kWh/m-c]}$$

**27.** Oblicz miesięczne zyski ciepła promieniowania słonecznego okna w pionowej ścianie o współczynniku zacienienia 0,1, polu powierzchni 2,65 m<sup>2</sup>, udział powierzchni szklonej 0,7 współczynnik  $g = 0,75$  i jeżeli jednostkowa suma energii promieniowania słonecznego w marcu dla przegrody, w której zamontowano okno wynosi 57,75 kWh/m<sup>2</sup>m-c.

Wartości miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia przez okna w przegrodach pionowych budynku należy obliczać ze wzoru:

$Q_{s1} = \sum_i C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot g \cdot k_g \cdot Z$  [kWh/mies] (wzór 1.25 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$C_i$  - udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna, jest zależny od wielkości i konstrukcji okna; (wartość średnia wynosi 0,7)

$A_i$  - pole powierzchni okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie w  $m^2$

$I_i$  - wartość energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyznę pionową, w której usytuowane jest okno o powierzchni  $A_i$ , według danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego w  $kWh/(m^2m-c)$

$g$  - współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie, (według Tabeli 7 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$k_a$  - współczynnik korekcyjny wartości  $I_i$  ze względu na nachylenie płaszczyzny połaci dachowej do poziomu, (według Tabeli 8 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw); dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z$  - współczynnik zacienienia budynku ze względu na jego usytuowanie oraz przesłony na elewacji budynku, (według Tabeli 9 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw)

$C_i = 0,7$

$A_i = 2,65 m^2$

$I_i = 57,75 kWh/(m^2m-c)$

$g = 0,75$

$k_a$  - dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z = 1,0$

zatem:

$$Q_{s1} = 0,7 \times 2,65 \times 57,75 \times 0,75 \times 1 \times 1,0 = 80,34 [kWh/m-c]$$

**28.** Oblicz miesięczne zyski ciepła promieniowania słonecznego okna w pionowej ścianie o współczynniku zacienienia 0,9, polu powierzchni  $2,85 m^2$ , udział powierzchni szklonej 0,7 współczynnik  $g = 0,75$  i jeżeli jednostkowa suma energii promieniowania słonecznego w marcu dla przegrody, w której zamontowano okno wynosi  $57,75 kWh/m^2m-c$ .

Wartości miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia przez okna w przegrodach pionowych budynku należy obliczać ze wzoru:

$$Q_{s1} = \sum_i C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot g \cdot k_a \cdot Z [kWh/mies] \text{ (wzór 1.25 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$C_i$  - udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna, jest zależny od wielkości i konstrukcji okna; (wartość średnia wynosi 0,7)

$A_i$  - pole powierzchni okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie w  $m^2$

$I_i$  - wartość energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyznę pionową, w której usytuowane jest okno o powierzchni  $A_i$ , według danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego w  $kWh/(m^2m-c)$

$g$  - współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie, (według Tabeli 7 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$k_a$  - współczynnik korekcyjny wartości  $I_i$  ze względu na nachylenie płaszczyzny połaci dachowej do poziomu, (według Tabeli 8 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw); dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z$  - współczynnik zacienienia budynku ze względu na jego usytuowanie oraz przesłony na elewacji budynku, (według Tabeli 9 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw)

$C_i = 0,7$

$A_i = 2,85 m^2$

$I_i = 57,75 kWh/(m^2m-c)$

$g = 0,75$

$k_a$  - dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z = 0,9$

zatem:

$$Q_{s1} = 0,7 \times 2,85 \times 57,75 \times 0,75 \times 1 \times 0,9 = 77,77 [kWh/m-c]$$

**29.** Oblicz miesięczne zyski ciepła promieniowania słonecznego okna w pionowej ścianie o współczynniku zacienienia 0,9, polu powierzchni  $2,15 m^2$ , udział powierzchni szklonej 0,7 współczynnik  $g = 0,75$  i jeżeli jednostkowa suma energii promieniowania słonecznego w marcu dla przegrody, w której zamontowano okno wynosi  $57,75 kWh/m^2m-c$ .

Wartości miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia przez okna w przegrodach pionowych budynku należy obliczać ze wzoru:

$$Q_{s1} = \sum_i C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot g \cdot k_a \cdot Z [kWh/mies] \text{ (wzór 1.25 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)}$$

$C_i$  - udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna, jest zależny

od wielkości i konstrukcji okna; (wartość średnia wynosi 0,7)

$A_i$  - pole powierzchni okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie w  $m^2$

$I_i$  - wartość energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyznę pionową, w której usytuowane jest okno o powierzchni  $A_i$ , według danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego w  $kWh/(m^2m-c)$

$g$  - współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie, (według Tabeli 7 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$k_a$  - współczynnik korekcyjny wartości  $I_i$  ze względu na nachylenie płaszczyzny połączy dachowej do poziomu, (według Tabeli 8 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw); dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z$  - współczynnik zacienienia budynku ze względu na jego usytuowanie oraz przesłony na elewacji budynku, (według Tabeli 9 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw)

$C_i = 0,7$

$A_i = 2,15 m^2$

$I_i = 57,75 kWh/(m^2m-c)$

$g = 0,75$

$k_a$  - dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z = 0,9$

zatem:

$$Q_{s1} = 0,7 \times 2,15 \times 57,75 \times 0,75 \times 1 \times 0,9 = 58,67 [kWh/m-c]$$

**30.** Oblicz miesięczne zyski ciepła promieniowania słonecznego okna w pionowej ścianie o współczynniku zacienienia 1,0, polu powierzchni 2,25  $m^2$ , udział powierzchni szklonej 0,7 współczynnik  $g = 0,75$  i jeżeli jednostkowa suma energii promieniowania słonecznego w marcu dla przegrody, w której zamontowano okno wynosi 57,75  $kWh/m^2m-c$ .

Wartości miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia przez okna w przegrodach pionowych budynku należy obliczać ze wzoru:

$Q_{s1} = \sum C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot g \cdot k_a \cdot Z$  [ $kWh/mies$ ] (wzór 1.25 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$C_i$  - udział pola powierzchni płaszczyzny szklonej do całkowitego pola powierzchni okna, jest zależny od wielkości i konstrukcji okna; (wartość średnia wynosi 0,7)

$A_i$  - pole powierzchni okna lub drzwi balkonowych w świetle otworu w przegrodzie w  $m^2$

$I_i$  - wartość energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyznę pionową, w której usytuowane jest okno o powierzchni  $A_i$ , według danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego w  $kWh/(m^2m-c)$

$g$  - współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez oszklenie, (według Tabeli 7 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$k_a$  - współczynnik korekcyjny wartości  $I_i$  ze względu na nachylenie płaszczyzny połączy dachowej do poziomu, (według Tabeli 8 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw); dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z$  - współczynnik zacienienia budynku ze względu na jego usytuowanie oraz przesłony na elewacji budynku, (według Tabeli 9 zamieszczonej w metodologii sporządzania świadectw)

$C_i = 0,7$

$A_i = 2,25 m^2$

$I_i = 57,75 kWh/(m^2m-c)$

$g = 0,75$

$k_a$  - dla ściany pionowej  $k_a = 1,0$

$Z = 1,0$

zatem:

$$Q_{s1} = 0,7 \times 2,25 \times 57,75 \times 0,75 \times 1 \times 1,0 = 68,22 [kWh/m-c]$$

**31.** Oblicz stałą czasową (w godzinach) strefy cieplnej budynku o współczynniku strat ciepła przez przenikanie 1450  $W/K$ , współczynniku strat ciepła przez wentylację 1150  $W/K$  i pojemności cieplnej  $820 \times 10^6 J/K$ .

Stałą czasową dla strefy budynku lub całego budynku liczymy (ze wzoru 1.10.2 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$T = C_m / (3600 \cdot (H_{tr} + H_{ve}))$

$C_m$  - wewnętrzną pojemność cieplną strefy budynku lub całego budynku w  $J/K$

$H_{tr}$  - współczynnik strat ciepła przez przenikanie w  $W/K$

$H_{ve}$  - współczynnik strat ciepła przez wentylację w  $W/K$

$C_m = 820 \times 10^6 \text{ J/K}$   
 $H_{tr} = 1450 \text{ W/K}$   
 $H_{ve} = 1150 \text{ W/K}$   
zatem:

$$\mathbf{T = 820000000/3600/(1450 + 1150) = 87,61 \text{ [h]}}$$

- 32.** Oblicz stałą czasową (w godzinach) strefy cieplnej budynku o współczynniku strat ciepła przez przenikanie 1450 W/K, współczynniku strat ciepła przez wentylację 1150 W/K i pojemności cieplnej 780 x 10<sup>6</sup> J/K.

Stałą czasową dla strefy budynku lub całego budynku liczymy ( ze wzoru 1.10.2 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$\mathbf{T = C_m/3600/(H_{tr} + H_{ve})}$$

$C_m$  - wewnętrzną pojemność cieplna strefy budynku lub całego budynku w J/K

$H_{tr}$  - współczynnik strat ciepła przez przenikanie w W/K

$H_{ve}$  - współczynnik strat ciepła przez wentylację w W/K

$C_m = 780 \times 10^6 \text{ J/K}$

$H_{tr} = 1450 \text{ W/K}$

$H_{ve} = 1150 \text{ W/K}$

zatem:

$$\mathbf{T = 780000000/3600/(1450 + 1150) = 83,33 \text{ [h]}}$$

- 33.** Oblicz stałą czasową (w godzinach) strefy cieplnej budynku o współczynniku strat ciepła przez przenikanie 1450 W/K, współczynniku strat ciepła przez wentylację 1150 W/K i pojemności cieplnej 610 x 10<sup>6</sup> J/K.

Stałą czasową dla strefy budynku lub całego budynku liczymy ( ze wzoru 1.10.2 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$\mathbf{T = C_m/3600/(H_{tr} + H_{ve})}$$

$C_m$  - wewnętrzną pojemność cieplna strefy budynku lub całego budynku w J/K

$H_{tr}$  - współczynnik strat ciepła przez przenikanie w W/K

$H_{ve}$  - współczynnik strat ciepła przez wentylację w W/K

$C_m = 610 \times 10^6 \text{ J/K}$

$H_{tr} = 1450 \text{ W/K}$

$H_{ve} = 1150 \text{ W/K}$

zatem:

$$\mathbf{T = 610000000/3600/(1450+1150) = 65,17 \text{ [h]}}$$

- 34.** Oblicz stałą czasową (w godzinach) strefy cieplnej budynku o współczynniku strat ciepła przez przenikanie 1450 W/K, współczynniku strat ciepła przez wentylację 1150 W/K i pojemności cieplnej 530 x 10<sup>6</sup> J/K.

Stałą czasową dla strefy budynku lub całego budynku liczymy ( ze wzoru 1.10.2 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$\mathbf{T = C_m/3600/(H_{tr} + H_{ve})}$$

$C_m$  - wewnętrzną pojemność cieplna strefy budynku lub całego budynku w J/K

$H_{tr}$  - współczynnik strat ciepła przez przenikanie w W/K

$H_{ve}$  - współczynnik strat ciepła przez wentylację w W/K

$C_m = 530 \times 10^6 \text{ J/K}$

$H_{tr} = 1450 \text{ W/K}$

$H_{ve} = 1150 \text{ W/K}$

zatem:

$$\mathbf{T = 530000000/3600/(1450 + 1150) = 56,62 \text{ [h]}}$$

**35.** Oblicz stałą czasową (w godzinach) strefy cieplnej budynku o współczynniku strat ciepła przez przenikanie 1450 W/K, współczynniku strat ciepła przez wentylację 1150 W/K i pojemności cieplnej  $470 \times 10^6$  J/K.

Stałą czasową dla strefy budynku lub całego budynku liczymy (ze wzoru 1.10.2 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$T = C_m / 3600 / (H_{tr} + H_{ve})$$

$C_m$  - wewnętrzną pojemność cieplną strefy budynku lub całego budynku w J/K

$H_{tr}$  - współczynnik strat ciepła przez przenikanie w W/K

$H_{ve}$  - współczynnik strat ciepła przez wentylację w W/K  $C_m = 470 \times 10^6$  J/K

$H_{tr} = 1450$  W/K

$H_{ve} = 1150$  W/K

zatem:

$$T = 470000000 / 3600 / (1450 + 1150) = 50,21 \text{ [h]}$$

**36.** Oblicz współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku w miesiącu, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła, a stała czasowa budynku wynosi 75h.

Aby wyliczyć współczynnik  $\eta$  należy wyznaczyć parametr numeryczny  $a_H$  (korzystając ze wzoru 1.10.1 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$a_H = a_{H,0} + T / T_{H,0}$$

$a_{H,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

$T$  - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{H,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{H,0}$  - równy 1,0

$T = 75$  h

$T_{H,0} = 15$  h

zatem:

$$a_H = 1 + 75 / 15 = 6$$

Współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła liczymy ze wzoru 1.10 z rozporządzenia w sprawie metodologii świadectwa charakterystyki energetycznej budynków:

$$\eta_{H,gn} = a_H / a_H + 1$$

$a_H$  - parametr numeryczny zależny od stałej czasowej

$a_H = 6$

zatem:

$$\eta_{H,gn} = 6 / 6 + 1 = 0,86$$

**37.** Oblicz współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku w miesiącu, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła, a stała czasowa budynku wynosi 60h.

Aby wyliczyć współczynnik  $\eta$  należy wyznaczyć parametr numeryczny  $a_H$  (korzystając ze wzoru 1.10.1 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$a_H = a_{H,0} + T / T_{H,0}$$

$a_{H,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

$T$  - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{H,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{H,0}$  - równy 1,0

$T = 60$  h

$T_{H,0} = 15$  h

zatem:

$$a_H = 1 + 60 / 15 = 5$$

Współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła liczymy ze wzoru 1.10 z rozporządzenia w sprawie metodologii świadectwa charakterystyki energetycznej budynków:

$$\eta_{H,gn} = a_H / a_H + 1$$

$a_H$  - parametr numeryczny zależny od stałej czasowej

$a_H = 5$

zatem:

$$\eta_{H,gn} = 6/6+1=0,86$$

**37.** Oblicz współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku w miesiącu, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła, a stała czasowa budynku wynosi 45h.

Aby wyliczyć współczynnik  $\eta$  należy wyznaczyć parametr numeryczny  $a_H$  (korzystając ze wzoru 1.10.1 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$a_H = a_{H,0} + \tau/T_{H,0}$$

$a_{H,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

$\tau$  - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{H,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{H,0}$  - równy 1,0

$\tau = 45$  h

$T_{H,0} = 15$  h

zatem:

$$a_H = 1+45/15 = 4$$

Współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła liczymy ze wzoru 1.10 z rozporządzenia w sprawie metodologii świadectwa charakterystyki energetycznej budynków:

$$\eta_{H,gn} = a_H/a_H + 1$$

$a_H$  - parametr numeryczny zależny od stałej czasowej

$a_H = 6$

zatem:

$$\eta_{H,gn} = 6/6+1=0,86$$

**39.** Oblicz współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku w miesiącu, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła, a stała czasowa budynku wynosi 30h.

Aby wyliczyć współczynnik  $\eta$  należy wyznaczyć parametr numeryczny  $a_H$  (korzystając ze wzoru 1.10.1 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$a_H = a_{H,0} + \tau/T_{H,0}$$

$a_{H,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

$\tau$  - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{H,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{H,0}$  - równy 1,0

$\tau = 30$  h

$T_{H,0} = 15$  h

zatem:

$$a_H = 1+30/15 = 3$$

Współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła liczymy ze wzoru 1.10 z rozporządzenia w sprawie metodologii świadectwa charakterystyki energetycznej budynków:

$$\eta_{H,gn} = a_H/a_H + 1$$

$a_H$  - parametr numeryczny zależny od stałej czasowej

$a_H = 3$

zatem:

$$\eta_{H,gn} = 6/6+1=0,86$$

**40.** Oblicz współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku w miesiącu, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła, a stała czasowa budynku wynosi 75h.

Aby wyliczyć współczynnik  $\eta$  należy wyznaczyć parametr numeryczny  $a_H$  (korzystając ze wzoru 1.10.1 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...)

$$a_H = a_{H,0} + \tau/T_{H,0}$$

$a_{H,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

$\tau$  - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{H,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{H,0}$  - równy 1,0

$\tau = 75$  h

$$T_{H,0} = 15 \text{ h}$$

zatem:

$$\underline{a_H = 1 + 75/15 = 6}$$

Współczynnik wykorzystania zysków ciepła  $\eta$  dla budynku, w którym zyski ciepła są równe stratom ciepła liczymy ze wzoru 1.10 z rozporządzenia w sprawie metodologii świadectwa charakterystyki energetycznej budynków:

$$\eta_{H,gn} = a_H/a_H + 1$$

$a_H$  - parametr numeryczny zależny od stałej czasowej

$$a_H = 6$$

zatem:

$$\underline{\eta_{H,gn} = 6/6 + 1 = 0,86}$$

**41.** Obliczyć współczynnik  $\gamma_H$  przy założonych całkowitych stratach ciepła wynoszących  $Q_{H,ht} = 12675 \text{ kWh}$  i całkowitych zyskach ciepła wynoszących  $Q_{H,gn} = 3023 \text{ kWh}$ .

współczynnik  $\gamma_H$  należy obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$$

$Q_{H,ht}$  - całkowite straty ciepła

$Q_{H,gn}$  - całkowite zyski ciepła

$$Q_{H,ht} = 12675 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,gn} = 3023 \text{ kWh}$$

zatem:

$$\underline{\gamma_H = 3023/12657 = 0,24}$$

**42.** Obliczyć współczynnik  $\gamma_H$  przy założonych całkowitych stratach ciepła wynoszących  $Q_{H,ht} = 5076 \text{ kWh}$  i całkowitych zyskach ciepła wynoszących  $Q_{H,gn} = 12454 \text{ kWh}$ .

współczynnik  $\gamma_H$  należy obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$$

$Q_{H,ht}$  - całkowite straty ciepła

$Q_{H,gn}$  - całkowite zyski ciepła

$$Q_{H,ht} = 5076 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,gn} = 12454 \text{ kWh}$$

zatem:

$$\underline{\gamma_H = 5076/12454 = 0,41}$$

**43.** Obliczyć współczynnik  $\gamma_H$  przy założonych całkowitych stratach ciepła wynoszących  $Q_{H,ht} = 8790 \text{ kWh}$  i całkowitych zyskach ciepła wynoszących  $Q_{H,gn} = 9765 \text{ kWh}$ .

współczynnik  $\gamma_H$  należy obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$$

$Q_{H,ht}$  - całkowite straty ciepła

$Q_{H,gn}$  - całkowite zyski ciepła

$$Q_{H,ht} = 8790 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,gn} = 9765 \text{ kWh}$$

zatem:

$$\underline{\gamma_H = 8790/9765 = 0,90}$$

**44.** Obliczyć współczynnik  $\gamma_H$  przy założonych całkowitych stratach ciepła wynoszących  $Q_{H,ht} = 1033 \text{ kWh}$  i całkowitych zyskach ciepła wynoszących  $Q_{H,gn} = 356 \text{ kWh}$ .

współczynnik  $\gamma_H$  należy obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$$

$Q_{H,ht}$  - całkowite straty ciepła

$Q_{H,gn}$  - całkowite zyski ciepła

$$Q_{H,ht} = 1033 \text{ kWh}$$

$$Q_{H,gn} = 356 \text{ kWh}$$

zatem:

$$\underline{\gamma_H = 1033/356 = 2,90}$$

- 45.** Obliczyć współczynnik  $\gamma_H$  przy założonych całkowitych stratach ciepła wynoszących  $Q_{H,ht} = 15675$  kWh i całkowitych zyskach ciepła wynoszących  $Q_{H,gn} = 4520$  kWh.

współczynnik  $\gamma_H$  należy obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$$

$Q_{H,ht}$  - całkowite straty ciepła

$Q_{H,gn}$  - całkowite zyski ciepła

$Q_{H,ht} = 15675$  kWh

$Q_{H,gn} = 4520$  kWh

zatem:

$$\underline{\gamma_H = 15675/4520 = 3,47}$$

- 46.** Wyznaczyć temperaturę wewnętrzną strefy budynku z dwoma pomieszczeniami o różnej funkcji użytkowej: pomieszczenie 1 powierzchnia użytkowa  $A_1=342$  m<sup>2</sup> temperatura  $\theta_1=25^\circ\text{C}$ , pomieszczenie 2 powierzchnia użytkowa  $A_2=288$  m<sup>2</sup> temperatura  $\theta_2=28^\circ\text{C}$ .

Obliczenie temperatury dla pojedynczej strefy w budynku o różnych funkcjach użytkowych wymaga zastosowania średniej ważonej temperatur poszczególnych pomieszczeń:

$$\theta_{int} = \Sigma (A_{f,s} \times \theta_{int,s}) / \Sigma A_{f,s} \quad (\text{wzór 2.16 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...})$$

$A_{f,s}$  - powierzchnia użytkowa pojedynczej strefy  $s$  w m<sup>2</sup>

$\theta_{int,s}$  - temperatura zadana (obliczeniowa) strefy  $s$  w  $^\circ\text{C}$

$$A_{f,1} = 342 \text{ m}^2$$

$$\theta_{int,1} = 25^\circ\text{C}$$

$$A_{f,2} = 288 \text{ m}^2$$

$$\theta_{int,2} = 28^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\underline{\theta_{int} = [(342 \times 25) + (288 \times 28)] / (342 + 288) = 8550 + 8064 / 630 = 26,37^\circ\text{C}}$$

- 47.** Wyznaczyć temperaturę wewnętrzną strefy budynku z dwoma pomieszczeniami o różnej funkcji użytkowej: pomieszczenie 1 powierzchnia użytkowa  $A_1=231$  m<sup>2</sup> temperatura  $\theta_1=26^\circ\text{C}$ , pomieszczenie 2 powierzchnia użytkowa  $A_2=148$  m<sup>2</sup> temperatura  $\theta_2=24^\circ\text{C}$ .

Obliczenie temperatury dla pojedynczej strefy w budynku o różnych funkcjach użytkowych wymaga zastosowania średniej ważonej temperatur poszczególnych pomieszczeń:

$$\theta_{int} = \Sigma (A_{f,s} \times \theta_{int,s}) / \Sigma A_{f,s} \quad (\text{wzór 2.16 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...})$$

$A_{f,s}$  - powierzchnia użytkowa pojedynczej strefy  $s$  w m<sup>2</sup>

$\theta_{int,s}$  - temperatura zadana (obliczeniowa) strefy  $s$  w  $^\circ\text{C}$

$$A_{f,1} = 231 \text{ m}^2$$

$$\theta_{int,1} = 26^\circ\text{C}$$

$$A_{f,2} = 148 \text{ m}^2$$

$$\theta_{int,2} = 24^\circ\text{C}$$

zatem:

$$\underline{\theta_{int} = [(231 \times 26) + (148 \times 24)] / (231 + 148) = (6006 + 3552) / 379 = 25,22^\circ\text{C}}$$

- 48.** Wyznaczyć temperaturę wewnętrzną strefy budynku z dwoma pomieszczeniami o różnej funkcji użytkowej: pomieszczenie 1 powierzchnia użytkowa  $A_1=358$  m<sup>2</sup> temperatura  $\theta_1=24^\circ\text{C}$ , pomieszczenie 2 powierzchnia użytkowa  $A_2=156$  m<sup>2</sup> temperatura  $\theta_2=28^\circ\text{C}$ .

Obliczenie temperatury dla pojedynczej strefy w budynku o różnych funkcjach użytkowych wymaga zastosowania średniej ważonej temperatur poszczególnych pomieszczeń:

$$\theta_{int} = \Sigma (A_{f,s} \times \theta_{int,s}) / \Sigma A_{f,s} \quad (\text{wzór 2.16 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...})$$

$A_{f,s}$  - powierzchnia użytkowa pojedynczej strefy  $s$  w m<sup>2</sup>

$\theta_{int,s}$  - temperatura zadana (obliczeniowa) strefy  $s$  w  $^\circ\text{C}$

$$A_{f,1} = 358 \text{ m}^2$$

$\theta_{int,1} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $A_{f,2} = 156\text{ m}^2$   
 $\theta_{int,2} = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$   
zatem:

$$\theta_{int} = [(358 \times 24) + (156 \times 28)] / (358 + 156) = (8592 + 4368) / 514 = 25,21\text{ }^{\circ}\text{C}$$

- 49.** Wyznaczyć temperaturę wewnętrzną strefy budynku z dwoma pomieszczeniami o różnej funkcji użytkowej: pomieszczenie 1 powierzchnia użytkowa  $A_1=231\text{ m}^2$  temperatura  $\theta_1=26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pomieszczenie 2 powierzchnia użytkowa  $A_2=288\text{ m}^2$  temperatura  $\theta_2=23\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Obliczenie temperatury dla pojedynczej strefy w budynku o różnych funkcjach użytkowych wymaga zastosowania średniej ważonej temperatur poszczególnych pomieszczeń:

$$\theta_{int} = \Sigma (A_{f,s} \times \theta_{int,s}) / \Sigma A_{f,s} \quad (\text{wzór 2.16 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...})$$

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

$\theta_{int,s}$  - temperatura zadana (obliczeniowa) strefy  $s$  w  $^{\circ}\text{C}$

$$A_{f,1} = 231\text{ m}^2$$

$$\theta_{int,1} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A_{f,2} = 288\text{ m}^2$$

$$\theta_{int,2} = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$$

zatem:

$$\theta_{int} = [(231 \times 26) + (288 \times 23)] / (231 + 288) = (6006 + 6624) / 519 = 24,34\text{ }^{\circ}\text{C}$$

- 50.** Wyznaczyć temperaturę wewnętrzną strefy budynku z dwoma pomieszczeniami o różnej funkcji użytkowej: pomieszczenie 1 powierzchnia użytkowa  $A_1=245\text{ m}^2$  temperatura  $\theta_1=26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pomieszczenie 2 powierzchnia użytkowa  $A_2=322\text{ m}^2$  temperatura  $\theta_2=24\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Obliczenie temperatury dla pojedynczej strefy w budynku o różnych funkcjach użytkowych wymaga zastosowania średniej ważonej temperatur poszczególnych pomieszczeń:

$$\theta_{int} = \Sigma (A_{f,s} \times \theta_{int,s}) / \Sigma A_{f,s} \quad (\text{wzór 2.16 z rozporządzenia w sprawie metodologii ...})$$

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

$\theta_{int,s}$  - temperatura zadana (obliczeniowa) strefy  $s$  w  $^{\circ}\text{C}$

$$A_{f,1} = 245\text{ m}^2$$

$$\theta_{int,1} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A_{f,2} = 322\text{ m}^2$$

$$\theta_{int,2} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$$

zatem:

$$\theta_{int} = [(245 \times 26) + (322 \times 24)] / (245 + 322) = (6370 + 7728) / 567 = 26,10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

- 51.** Oblicz współczynnik wykorzystania strat ciepła budynku, którego stała czasowa wynosi 30 h, zyski ciepła 115500 kWh a straty ciepła 70000 kWh.

Pierwszym krokiem do rozwiązania tego zadania jest obliczenie parametru  $\gamma_c$ , korzystając ze wzoru:

$$\gamma_c = Q_{c,gn} / Q_{c,ht}$$

$Q_{c,gn}$  - zyski ciepła w kWh

$Q_{c,ht}$  - straty ciepła w kWh

$$Q_{c,gn} = 115500\text{ kWh}$$

$$Q_{c,ht} = 70000\text{ kWh}$$

zatem:

$$\gamma_c = 115500 / 70000 = 1,65$$

- skoro  $\gamma_c$  jest różne od 1 i większe od 0 to do obliczenia współczynnika efektywności wykorzystania strat ciepła korzystamy ze wzoru:

$$\eta_c = 1 - \gamma_c^{-ac} / 1 - \gamma_c^{-(ac+1)}$$

Współczynnik  $a_c$  wyznaczany jest dla budynku lub strefy budynku w funkcji stałej czasowej określanej według wzoru 1.10.1-1.10.3 załącznika nr 5 do rozporządzenia w sprawie metodologii, przy czym zamiast indeksu H należy wstawić C.

$$a_c = a_{c,0} + T / T_{c,0}$$

$a_{c,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

T - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{C,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{C,0}$  - równy 1,0

$T = 30$  h

$T_{C,0} = 15$  h

zatem:

$$\underline{a_C = 1 + 30/15 = 3}$$

Po wyznaczeniu stosownych parametrów możemy obliczyć szukany współczynnik:

$$\underline{\eta_C = 1 - 1,65^{-3}/1 - 1,65^{-(3+1)} = 0,9}$$

**52.** Oblicz współczynnik wykorzystania strat ciepła budynku, którego stała czasowa wynosi 30 h, zyski ciepła 120000kWh a straty ciepła 75000 kWh.

Pierwszym krokiem do rozwiązania tego zadania jest obliczenie parametru  $\gamma_C$ , korzystając ze wzoru:

$$\underline{Y_C = Q_{C,gn} / Q_{C,ht}}$$

$Q_{C,gn}$  - zyski ciepła w kWh

$Q_{C,ht}$  - straty ciepła w kWh

$Q_{C,gn} = 120000$  kWh

$Q_{C,ht} = 75000$  kWh

zatem:

$$\underline{Y_C = 120000/75000 = 1,60}$$

- skoro  $\gamma_C$  jest różne od 1 i większe od 0 to do obliczenia współczynnika efektywności wykorzystania strat ciepła korzystamy ze wzoru:

$$\underline{\eta_C = 1 - Y_C^{-a_C}/1 - Y_C^{-(a_C+1)}}$$

Współczynnik  $a_C$  wyznaczany jest dla budynku lub strefy budynku w funkcji stałej czasowej określanej według wzoru 1.10.1-1.10.3 załącznika nr 5 do rozporządzenia w sprawie metodologii, przy czym zamiast indeksu H należy wstawić C.

$$\underline{a_C = a_{C,0} + T/T_{C,0}}$$

$a_{C,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

T - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{C,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{C,0}$  - równy 1,0

T = 45 h

$T_{C,0} = 15$  h

zatem:

$$\underline{a_C = 1 + 60/15 = 4}$$

Po wyznaczeniu stosownych parametrów możemy obliczyć szukany współczynnik:

$$\underline{\eta_C = 1 - 1,60^{-4}/1 - 1,60^{-(4+1)} = 0,9}$$

**53.** Oblicz współczynnik wykorzystania strat ciepła budynku, którego stała czasowa wynosi 30 h, zyski ciepła 10500kWh a straty ciepła 75000 kWh.

Pierwszym krokiem do rozwiązania tego zadania jest obliczenie parametru  $\gamma_C$ , korzystając ze wzoru:

$$\underline{Y_C = Q_{C,gn} / Q_{C,ht}}$$

$Q_{C,gn}$  - zyski ciepła w kWh

$Q_{C,ht}$  - straty ciepła w kWh

$Q_{C,gn} = 10500$  kWh

$Q_{C,ht} = 75000$  kWh

zatem:

$$\underline{Y_C = 10500/75000 = 0,14}$$

- skoro  $\gamma_C$  jest różne od 1 i większe od 0 to do obliczenia współczynnika efektywności wykorzystania strat ciepła korzystamy ze wzoru:

$$\underline{\eta_C = 1 - Y_C^{-a_C}/1 - Y_C^{-(a_C+1)}}$$

Współczynnik  $a_C$  wyznaczany jest dla budynku lub strefy budynku w funkcji stałej czasowej określanej według wzoru 1.10.1-1.10.3 załącznika nr 5 do rozporządzenia w sprawie metodologii, przy czym zamiast indeksu H należy wstawić C.

$$\underline{a_C = a_{C,0} + T/T_{C,0}}$$

$a_{C,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

T - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{C,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{C,0}$  - równy 1,0

T = 30 h

$T_{C,0} = 15$  h

zatem:

$$\underline{a_c = 1 + 30/15 = 3}$$

Po wyznaczeniu stosownych parametrów możemy obliczyć szukany współczynnik:

$$\underline{\eta_c = 1 - 0,14^{-3}/1 - 0,14^{-(3+1)} = 0,9}$$

**54.** Oblicz współczynnik wykorzystania strat ciepła budynku, którego stała czasowa wynosi 45 h, zyski ciepła 125000kWh a straty ciepła 75000 kWh.

Pierwszym krokiem do rozwiązania tego zadania jest obliczenie parametru  $\gamma_c$ , korzystając ze wzoru:

$$\gamma_c = Q_{c,gn} / Q_{c,ht}$$

$Q_{c,gn}$  - zyski ciepła w kWh

$Q_{c,ht}$  - straty ciepła w kWh

$Q_{c,gn} = 125000$  kWh

$Q_{c,ht} = 75000$  kWh

zatem:

$$\underline{\gamma_c = 125000/75000 = 1,67}$$

- skoro  $\gamma_c$  jest różne od 1 i większe od 0 to do obliczenia współczynnika efektywności wykorzystania strat ciepła korzystamy ze wzoru:

$$\eta_c = 1 - \gamma_c^{-a_c} / 1 - \gamma_c^{-(a_c+1)}$$

Współczynnik  $a_c$  wyznaczany jest dla budynku lub strefy budynku w funkcji stałej czasowej określanej według wzoru 1.10.1-1.10.3 (załącznika nr 5 do rozporządzenia w sprawie metodologii), przy czym zamiast indeksu H należy wstawić C.

$$a_c = a_{c,0} + \tau / T_{c,0}$$

$a_{c,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

$\tau$  - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{c,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{c,0}$  - równy 1,0

$\tau = 45$  h

$T_{c,0} = 15$  h

zatem:

$$\underline{a_c = 1 + 45/15 = 4}$$

Po wyznaczeniu stosownych parametrów możemy obliczyć szukany współczynnik:

$$\underline{\eta_c = 1 - 1,67^{-4}/1 - 1,67^{-(4+1)} = 0,9}$$

**55.** Oblicz współczynnik wykorzystania strat ciepła budynku, którego stała czasowa wynosi 60 h, zyski ciepła 120000kWh a straty ciepła 75000 kWh.

Pierwszym krokiem do rozwiązania tego zadania jest obliczenie parametru  $\gamma_c$ , korzystając ze wzoru:

$$\gamma_c = Q_{c,gn} / Q_{c,ht}$$

$Q_{c,gn}$  - zyski ciepła w kWh

$Q_{c,ht}$  - straty ciepła w kWh

$Q_{c,gn} = 120000$  kWh

$Q_{c,ht} = 75000$  kWh

zatem:

$$\underline{\gamma_c = 120000/75000 = 1,60}$$

- skoro  $\gamma_c$  jest różne od 1 i większe od 0 to do obliczenia współczynnika efektywności wykorzystania strat ciepła korzystamy ze wzoru:

$$\eta_c = 1 - \gamma_c^{-a_c} / 1 - \gamma_c^{-(a_c+1)}$$

Współczynnik  $a_c$  wyznaczany jest dla budynku lub strefy budynku w funkcji stałej czasowej określanej według wzoru 1.10.1-1.10.3 ( załącznika nr 5 do rozporządzenia w sprawie metodologii ), przy czym zamiast indeksu H należy wstawić C.

$$a_c = a_{c,0} + \tau / T_{c,0}$$

$a_{c,0}$  - bezwymiarowy referencyjny współczynnik równy 1,0

$\tau$  - stała czasowa dla strefy budynku lub całego budynku w h

$T_{c,0}$  - stała czasowa referencyjna równa 15 h

$a_{c,0}$  - równy 1,0

$\tau = 60$  h

$T_{c,0} = 15$  h

zatem:

$$\underline{a_c = 1 + 30/15 = 5}$$

Po wyznaczeniu stosownych parametrów możemy obliczyć szukany współczynnik:

$$\eta_c = 1 - 1,60^{-5} / 1 - 1,60^{-(5+1)}$$

- 56.** Oblicz wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną budynku EP kWh/(m<sup>2</sup>rok), jeżeli wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową wynosi 150 kWh/(m<sup>2</sup>rok) i zapotrzebowanie jest pokrywane w 80% ciepłem z elektrociepłowni opalanej węglem, 20% z sieci elektroenergetycznej,. Współczynniki w<sub>i</sub> dla: elektrociepłownia = 0,8; energia elektryczna = 3,0.

Wskaźnik EP wynika z odpowiedniego przemnożenia energii końcowej EK , przez współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w<sub>i</sub>) wynikające z każdego wykorzystanego nośnika energii.

W celu rozwiązania zadania obliczamy udział poszczególnych nośników energii we wskaźniku zapotrzebowania na energię końcową:

- elektrociepłownia: 80% ze 150 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 120 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

- energia elektryczna: 20% ze 150 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 30 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

zatem:

$$EP = 120 \times 0,8 + 30 \times 3 = 186 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$$

- 57.** Oblicz wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną budynku EP kWh/(m<sup>2</sup>rok), jeżeli wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową wynosi 180 kWh/(m<sup>2</sup>rok) i zapotrzebowanie jest pokrywane w 80% z kotłowni opalanej biomasą, 20% z sieci elektroenergetycznej,. Współczynniki w<sub>i</sub> dla: elektrociepłownia = 0,2; energia elektryczna = 3,0.

Wskaźnik EP wynika z odpowiedniego przemnożenia energii końcowej EK , przez współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w<sub>i</sub>) wynikające z każdego wykorzystanego nośnika energii.

W celu rozwiązania zadania obliczamy udział poszczególnych nośników energii we wskaźniku zapotrzebowania na energię końcową:

- biomasa: 80% ze 180 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 144 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

- energia elektryczna: 20% ze 180 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 36 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

zatem:

$$EP = 144 \times 0,2 + 36 \times 3 = 28,8 + 108 = 136,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$$

- 58.** Oblicz wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną budynku EP kWh/(m<sup>2</sup>rok), jeżeli wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową wynosi 150 kWh/(m<sup>2</sup>rok) i zapotrzebowanie jest pokrywane w 90% z kotłowni opalanej biomasą 10% z sieci elektroenergetycznej. Współczynniki w<sub>i</sub> dla: biomasy = 0,2; energia elektryczna = 3,0.

Wskaźnik EP wynika z odpowiedniego przemnożenia energii końcowej EK , przez współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w<sub>i</sub>) wynikające z każdego wykorzystanego nośnika energii.

W celu rozwiązania zadania obliczamy udział poszczególnych nośników energii we wskaźniku zapotrzebowania na energię końcową:

- biomasa: 90% ze 150 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 135 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

- energia elektryczna: 10% ze 150 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 15 kWh/(m<sup>2</sup>rok)

zatem:

$$EP = 135 \times 0,2 + 15 \times 3 = 70 + 45 = 115 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$$

- 59.** Oblicz wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną budynku EP kWh/(m<sup>2</sup>rok), jeżeli wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową wynosi 230 kWh/(m<sup>2</sup>rok) i zapotrzebowanie jest pokrywane w 70% ciepłem z elektrociepłowni opalanej węglem, 30% z sieci elektroenergetycznej,. Współczynniki w<sub>i</sub> dla: elektrociepłownia = 0,8; energia elektryczna = 3,0.

Wskaźnik EP wynika z odpowiedniego przemnożenia energii końcowej EK , przez współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w<sub>i</sub>) wynikające z każdego wykorzystanego nośnika energii.

W celu rozwiązania zadania obliczamy udział poszczególnych nośników energii we wskaźniku

zapotrzebowania na energię końcową:  
- elektrociepłownia: 70% ze 230 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 161 kWh/(m<sup>2</sup>rok)  
- energia elektryczna: 30% ze 230 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 69 kWh/(m<sup>2</sup>rok)  
zatem:

$$\underline{EP = 161 \times 0,8 + 69 \times 3 = 128,8 + 207 = 335,8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})}$$

**60.** Oblicz wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną budynku EP kWh/(m<sup>2</sup>rok), jeżeli wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową wynosi 180 kWh/(m<sup>2</sup>rok) i zapotrzebowanie jest pokrywane w 70% z kotłowni opalanej biomasą, 30% z sieci elektroenergetycznej,  
Współczynniki w<sub>i</sub> dla: biomasa = 0,2; energia elektryczna = 3,0.

Wskaźnik EP wynika z odpowiedniego przemnożenia energii końcowej EK, przez współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w<sub>i</sub>) wynikające z każdego wykorzystanego nośnika energii.

W celu rozwiązania zadania obliczamy udział poszczególnych nośników energii we wskaźniku zapotrzebowania na energię końcową:

- biomasa: 70% ze 180 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 126 kWh/(m<sup>2</sup>rok)  
- energia elektryczna: 30% ze 180 kWh/(m<sup>2</sup>rok) to 54 kWh/(m<sup>2</sup>rok)  
zatem:

$$\underline{EP = 126 \times 0,2 + 54 \times 3 = 25,2 + 162,0 = 187,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{rok})}$$

**61.** Oblicz roczne (365 dni) zużycie (m<sup>3</sup>) ciepłej wody o temp. 55 stopni w budynku wielorodzinnym z mieszkaniowymi wodomierzami i liczbą mieszkańców 64 osoby ?

Czas użytkowania t<sub>Uz</sub> należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% - dla budynków mieszkalnych;  
zatem:

$$\underline{t_{Uz} = 365 - (365 \times 0,1) = 328,5 \text{ [dni]}}$$

Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej (V<sub>CW</sub>) należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie Tabeli 15 z rozporządzeniu w sprawie metodologii.

W przypadku zastosowania w budynkach wielorodzinnych wodomierzy mieszkaniowych do rozliczania opłat za ciepłą wodę, podane wskaźniki jednostkowego zużycia ciepłej wody użytkowej należy zmniejszyć o 20%;

zatem:

$$\underline{V_{CW} = 48 - (48 \times 0,2) = 38,4 \text{ [dm}^3\text{] tj. } 0,0384 \text{ [m}^3\text{]}}$$

W związku z powyższymi wyliczeniami roczne zużycie (m<sup>3</sup>) ciepłej wody wynosi:

$$\underline{328,5 \times 0,0384 \times 64 = 807,32 \text{ [m}^3\text{/rok]}}$$

**62.** Oblicz roczne (365 dni) zużycie (m<sup>3</sup>) ciepłej wody o temp. 55 stopni w budynku wielorodzinnym z mieszkaniowymi wodomierzami i liczbą mieszkańców 64 osoby ?

Czas użytkowania t<sub>Uz</sub> należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% - dla budynków mieszkalnych;  
zatem:

$$\underline{t_{Uz} = 365 - (365 \times 0,1) = 328,5 \text{ [dni]}}$$

Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej (V<sub>CW</sub>) należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie Tabeli 15 z rozporządzeniu w sprawie metodologii.

W przypadku zastosowania w budynkach wielorodzinnych wodomierzy mieszkaniowych do rozliczania opłat za ciepłą wodę, podane wskaźniki jednostkowego zużycia ciepłej wody użytkowej należy zmniejszyć o 20%;

zatem:

$$\underline{V_{CW} = 48 - (48 \times 0,2) = 38,4 \text{ [dm}^3\text{] tj. } 0,0384 \text{ [m}^3\text{]}}$$

W związku z powyższymi wyliczeniami roczne zużycie ( m<sup>3</sup> ) ciepłej wody wynosi:

$$\underline{328,5 \times 0,0384 \times 82 = 1034,38 \text{ [m}^3\text{/rok]}}$$

**63.** Oblicz roczne ( 365 dni ) zużycie ( m<sup>3</sup> ) ciepłej wody o temp. 55 stopni w budynku wielorodzinnym z mieszkaniowymi wodomierzami i liczbą mieszkańców 64 osoby ?

Czas użytkowania  $t_{uz}$  należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% - dla budynków mieszkalnych;  
zatem:

$$\underline{t_{uz} = 365 - (365 \times 0,1) = 328,5 \text{ [dni]}}$$

Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej ( $V_{cw}$ ) należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie Tabeli 15 z rozporządzeniu w sprawie metodologii.

W przypadku zastosowania w budynkach wielorodzinnych wodomierzy mieszkaniowych do rozliczania opłat za ciepłą wodę, podane wskaźniki jednostkowego zużycia ciepłej wody użytkowej należy zmniejszyć o 20%;

zatem:

$$\underline{V_{cw} = 48 - (48 \times 0,2) = 38,4 \text{ [dm}^3\text{]} \text{ tj. } 0,0384 \text{ [m}^3\text{]}}$$

W związku z powyższymi wyliczeniami roczne zużycie ( m<sup>3</sup> ) ciepłej wody wynosi:

$$\underline{328,5 \times 0,0384 \times 78 = 983,92 \text{ [m}^3\text{/rok]}}$$

**64.** Oblicz roczne ( 365 dni ) zużycie ( m<sup>3</sup> ) ciepłej wody o temp. 55 stopni w budynku wielorodzinnym z mieszkaniowymi wodomierzami i liczbą mieszkańców 64 osoby ?

Czas użytkowania  $t_{uz}$  należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% - dla budynków mieszkalnych;  
zatem:

$$\underline{t_{uz} = 365 - (365 \times 0,1) = 328,5 \text{ [dni]}}$$

Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej ( $V_{cw}$ ) należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie Tabeli 15 z rozporządzeniu w sprawie metodologii.

W przypadku zastosowania w budynkach wielorodzinnych wodomierzy mieszkaniowych do rozliczania opłat za ciepłą wodę, podane wskaźniki jednostkowego zużycia ciepłej wody użytkowej należy zmniejszyć o 20%;

zatem:

$$\underline{V_{cw} = 48 - (48 \times 0,2) = 38,4 \text{ [dm}^3\text{]} \text{ tj. } 0,0384 \text{ [m}^3\text{]}}$$

W związku z powyższymi wyliczeniami roczne zużycie ( m<sup>3</sup> ) ciepłej wody wynosi:

$$\underline{328,5 \times 0,0384 \times 92 = 1160,52 \text{ [m}^3\text{/rok]}}$$

**65.** Oblicz roczne ( 365 dni ) zużycie ( m<sup>3</sup> ) ciepłej wody o temp. 55 stopni w budynku wielorodzinnym z mieszkaniowymi wodomierzami i liczbą mieszkańców 64 osoby ?

Czas użytkowania  $t_{uz}$  należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% - dla budynków mieszkalnych;  
zatem:

$$\underline{t_{uz} = 365 - (365 \times 0,1) = 328,5 \text{ [dni]}}$$

Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej ( $V_{cw}$ ) należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych ( na podstawie Tabeli 15 z rozporządzeniu w sprawie metodologii ).

W przypadku zastosowania w budynkach wielorodzinnych wodomierzy mieszkaniowych do rozliczania opłat za ciepłą wodę, podane wskaźniki jednostkowego zużycia ciepłej wody użytkowej należy zmniejszyć o 20%;

zatem:

$$\underline{V_{cw} = 48 - (48 \times 0,2) = 38,4 \text{ [dm}^3\text{]} \text{ tj. } 0,0384 \text{ [m}^3\text{]}}$$

W związku z powyższymi wyliczeniami roczne zużycie ( m<sup>3</sup> ) ciepłej wody wynosi:

$$328,5 \times 0,0384 \times 74 = 822,62 \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

**66.** W pomieszczeniu o powierzchni  $100 \text{ m}^2$  zastosowano 10 opraw o mocy  $150 \text{ W}$  każda. Jaka jest moc jednostkowa ( $\text{W/m}^2$ ) w tym pomieszczeniu ?

Moc jednostkowa j-tego pomieszczenia obliczamy ze wzoru:

$$P_j = P_{\text{opraw}} / A_{f,j}$$

$P_{\text{opraw}}$  - moc zainstalowanych opraw w W

$A_{f,j}$  - powierzchnia użytkowa j - tego pomieszczenia w  $\text{m}^2$

$$P_{\text{opraw}} = 10 \times 150 = 1500 \text{ [W]}$$

$A_{f,j}$  -  $100 \text{ m}^2$

zatem:

$$P_j = 1500/100 = 15 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

**67.** W pomieszczeniu o powierzchni  $120 \text{ m}^2$  zastosowano 14 opraw o mocy  $150 \text{ W}$  każda. Jaka jest moc jednostkowa ( $\text{W/m}^2$ ) w tym pomieszczeniu ?

Moc jednostkowa j-tego pomieszczenia obliczamy ze wzoru:

$$P_j = P_{\text{opraw}} / A_{f,j}$$

$P_{\text{opraw}}$  - moc zainstalowanych opraw w W

$A_{f,j}$  - powierzchnia użytkowa j - tego pomieszczenia w  $\text{m}^2$

$$P_{\text{opraw}} = 14 \times 150 = 2100 \text{ [W]}$$

$A_{f,j}$  -  $100 \text{ m}^2$

zatem:

$$P_j = 2100/120 = 17,5 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

**68.** W pomieszczeniu o powierzchni  $175 \text{ m}^2$  zastosowano 14 opraw o mocy  $150 \text{ W}$  każda. Jaka jest moc jednostkowa ( $\text{W/m}^2$ ) w tym pomieszczeniu ?

Moc jednostkowa j-tego pomieszczenia obliczamy ze wzoru:

$$P_j = P_{\text{opraw}} / A_{f,j}$$

$P_{\text{opraw}}$  - moc zainstalowanych opraw w W

$A_{f,j}$  - powierzchnia użytkowa j - tego pomieszczenia w  $\text{m}^2$

$$P_{\text{opraw}} = 14 \times 150 = 2100 \text{ [W]}$$

$A_{f,j}$  -  $100 \text{ m}^2$

zatem:

$$P_j = 2100/175 = 12 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

**69.** W pomieszczeniu o powierzchni  $125 \text{ m}^2$  zastosowano 16 opraw o mocy  $150 \text{ W}$  każda. Jaka jest moc jednostkowa ( $\text{W/m}^2$ ) w tym pomieszczeniu ?

Moc jednostkowa j-tego pomieszczenia obliczamy ze wzoru:

$$P_j = P_{\text{opraw}} / A_{f,j}$$

$P_{\text{opraw}}$  - moc zainstalowanych opraw w W

$A_{f,j}$  - powierzchnia użytkowa j - tego pomieszczenia w  $\text{m}^2$

$$P_{\text{opraw}} = 16 \times 150 = 2400 \text{ [W]}$$

$A_{f,j}$  -  $100 \text{ m}^2$

zatem:

$$P_j = 2400/125 = 16,0 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

**70.** W pomieszczeniu o powierzchni  $100 \text{ m}^2$  zastosowano 12 opraw o mocy  $150 \text{ W}$  każda. Jaka jest moc jednostkowa ( $\text{W/m}^2$ ) w tym pomieszczeniu ?

Moc jednostkowa j-tego pomieszczenia obliczamy ze wzoru:

$$P_j = P_{\text{opraw}} / A_{f,j}$$

$P_{\text{opraw}}$  - moc zainstalowanych opraw w W

$A_{f,j}$  - powierzchnia użytkowa j - tego pomieszczenia w  $m^2$

$$P_{\text{opraw}} = 12 \times 150 = 1800 \text{ [W]}$$

$A_{f,j}$  - 100  $m^2$

zatem:

$$P_j = 1800/100 = 18 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

**71.** W pomieszczeniu o powierzchni 100  $m^2$  zastosowano 10 opraw o mocy 150 W każda. Oświetlenie jest eksploatowane przez 2000 h w roku. Jakie jest roczne, jednostkowe zużycie energii elektrycznej (kWh/  $m^2$ ,rok)?

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową do oświetlenia EL, j w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku oblicza się według wzoru:

$$E_{L,j} = P_j / 1000 \times \Sigma t$$

$P_j$  - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku [ $W/m^2$ ]

$\Sigma t$  = łączny czas eksploatacji oświetlenia w ciągu roku [h] (składa się on z czasów użytkowania oświetlenia przemnożonych przez odpowiednie współczynniki, (zgodnie z wzorem 2.44 z rozporządzeniem w sprawie metodologii)

$$P_j = 10 \times 150 / 100 = 15,00 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$\Sigma t = 2000$  [h] (rocznie)

zatem:

$$E_{L,j} = 15,00 / 1000 \times 2000 = 30,00 \text{ [kWh/m}^2\text{,rok]}$$

**72.** W pomieszczeniu o powierzchni 150  $m^2$  zastosowano 12 opraw o mocy 150 W każda. Oświetlenie jest eksploatowane przez 2000 h w roku. Jakie jest roczne, jednostkowe zużycie energii elektrycznej (kWh/  $m^2$ ,rok)?

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową do oświetlenia EL, j w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku oblicza się według wzoru:

$$E_{L,j} = P_j / 1000 \times \Sigma t$$

$P_j$  - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku [ $W/m^2$ ]

$\Sigma t$  = łączny czas eksploatacji oświetlenia w ciągu roku [h] (składa się on z czasów użytkowania oświetlenia przemnożonych przez odpowiednie współczynniki, (zgodnie z wzorem 2.44 z rozporządzeniem w sprawie metodologii)

$$P_j = 12 \times 150 / 150 = 12,00 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$\Sigma t = 2000$  [h] (rocznie)

zatem:

$$E_{L,j} = 12,00 / 1000 \times 2000 = 24,00 \text{ [kWh/m}^2\text{,rok]}$$

**73.** W pomieszczeniu o powierzchni 200  $m^2$  zastosowano 16 opraw o mocy 150 W każda. Oświetlenie jest eksploatowane przez 2000 h w roku. Jakie jest roczne, jednostkowe zużycie energii elektrycznej (kWh/  $m^2$ ,rok)?

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową do oświetlenia EL, j w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku oblicza się według wzoru:

$$E_{L,j} = P_j / 1000 \times \Sigma t$$

$P_j$  - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku [ $W/m^2$ ]

$\Sigma t$  = łączny czas eksploatacji oświetlenia w ciągu roku [h] (składa się on z czasów użytkowania oświetlenia przemnożonych przez odpowiednie współczynniki, (zgodnie z wzorem 2.44 z rozporządzeniem w sprawie metodologii)

$$P_j = 16 \times 150 / 200 = 12,00 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$\Sigma t = 2000$  [h] (rocznie)

zatem:

$$E_{L,j} = 12,00 / 1000 \times 2000 = 24,00 \text{ [kWh/m}^2\text{,rok]}$$

**74.** W pomieszczeniu o powierzchni 120 m<sup>2</sup> zastosowano 14 opraw o mocy 150 W każda. Oświetlenie jest eksploatowane przez 2000 h w roku. Jakie jest roczne, jednostkowe zużycie energii elektrycznej (kWh/ m<sup>2</sup>,rok)?

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energie użytkowa do oświetlenia EL, j w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku oblicza się według wzoru:

$$E_{L,j} = P_j / 1000 \times \Sigma t$$

$P_j$  - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku [W/m<sup>2</sup>]

$\Sigma t$  = łączny czas eksploatacji oświetlenia w ciągu roku [h] (składa się on z czasów użytkowania oświetlenia pomnożonych przez odpowiednie współczynniki, ( zgodnie z wzorem 2.44 z rozporządzeniem w sprawie metodologii)

$$P_j = 10 \times 150 / 120 = 12,5 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$\Sigma t = 2000$  [h] (rocznie)

zatem:

$$E_{L,j} = 12,5 / 1000 \times 2000 = 25,5 \text{ [kWh/m}^2\text{,rok]}$$

**75.** W pomieszczeniu o powierzchni 180 m<sup>2</sup> zastosowano 14 opraw o mocy 150 W każda. Oświetlenie jest eksploatowane przez 2000 h w roku. Jakie jest roczne, jednostkowe zużycie energii elektrycznej (kWh/ m<sup>2</sup>,rok)?

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energie użytkowa do oświetlenia EL, j w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku oblicza się według wzoru:

$$E_{L,j} = P_j / 1000 \times \Sigma t$$

$P_j$  - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku [W/m<sup>2</sup>]

$\Sigma t$  = łączny czas eksploatacji oświetlenia w ciągu roku [h] (składa się on z czasów użytkowania oświetlenia pomnożonych przez odpowiednie współczynniki, ( zgodnie z wzorem 2.44 z rozporządzeniem w sprawie metodologii)

$$P_j = 14 \times 150 / 180 = 11,66 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

$\Sigma t = 2000$  [h] (rocznie)

zatem:

$$E_{L,j} = 11,66 / 1000 \times 2000 = 23,33 \text{ [kWh/m}^2\text{,rok]}$$