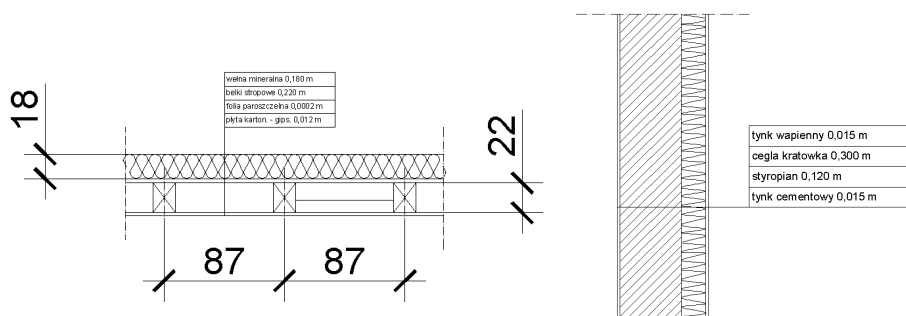
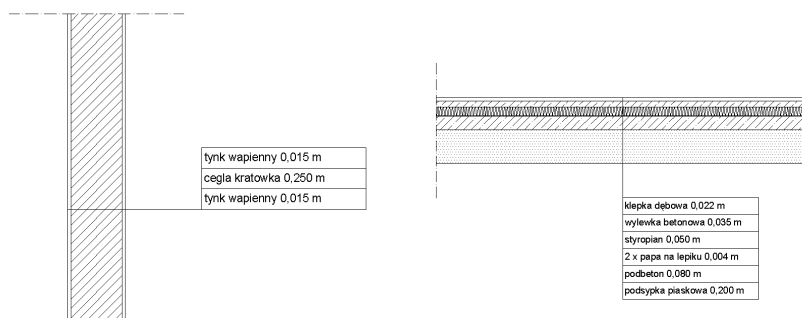


Przekroje przegród przez które odbywa się wymiana ciepła



Rys. 1. Przegroda I – strop poddasza nieużyty. Rys. 2. Przegroda II – ściana zewnętrzna



Rys. 3. Przegroda III – ściana wewnętrzna Rys. 4. Przegroda IV – podłoga na gruncie

Dane techniczne

Powierzchnia terenu objętego wnioskiem o pozwolenie na budowę	700 m ²
Powierzchnia zabudowy budynku	174,30 m ²
Powierzchnia tarasu łącznie	31,52 m ²
Długość budynku	14,59 m
Szerokość budynku (z garażem)	14,99 m
Wysokość budynku	6,44 m
Kubatura budynku	720 m ³
Liczba kondygnacji	1
Powierzchnia dojazdu	80,00 m ²
Powierzchnia chodników	48,00 m ²
Poziom posadzki parteru	0,00 = 151,12 m n.p.m.
Podpiwniczenie	brak

Charakterystyka ekologiczna budynku

Zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków:

- Obiekt zaopatrywany jest w wodę z sieci wiejskiej zgodnie z warunkami technicznymi wydanymi przez dysponenta sieci.
- Odprowadzenie ścieków sanitarnych do wiejskiej kanalizacji ogólnospławnej.
- Odprowadzenie deszczówki na teren posesji.
- W projektowanym budynku nie będą zainstalowane żadne urządzenia emitujące gazy i pyły.
- Gospodarka odpadami – odprowadzenie nieczystości stałych do kontenerów i ich późniejsze usuwanie na wysypisko komunalne na warunkach określonych przez dysponenta wysypiska..
- Gospodarka ściekami – dane przyjęte do wyliczenia ilości pojemników na odpadki komunalne drobne:
 - 30 l / 1 osobę na tydzień
 - 1 domek = 4 osoby * 30 l = 120 l / 1 domek / na tydzień
- Przy uwzględnieniu zalecanej częstotliwości wywozu, tj dwa razy na miesiąc
 - założono 2 pojemniki 110 litrowe
 - przy wywozie raz na tydzień w projekcie przyjęto 1 pojemnik 110 l.
 - Teren wolny od zabudowy.

Zestawienie powierzchni

Pomieszczenia Parteru			
1.	Sień	6,49	m ²
2.	Korytarz	11,73	m ²
3.	WC	1,92	m ²
4.	Kuchnia	8,43	m ²
5.	Spizarka	2,41	m ²
6.	Pokój dzienny	26,22	m ²
7.	Gabinet	11,48	m ²
8.	Pokój sypialny	19,72	m ²
9.	Pokój	12,56	m ²
10.	Łazienka	6,22	m ²
11.	Pomieszczenie gospodarcze	10,45	m ²
12.	Garaż	21,27	m ²
	Razem	138,90	m²

Wyposażenie obiektu w instalacje

Budynek zostaje wyposażony w następujące instalacje:

- instalację wodną – kanalizacyjną (wod.-kan.)
- instalację centralnego ogrzewania (c.o.)
- instalacje elektryczne

oraz przyłącza:

- wodne
- kanalizacyjne
- c.o.
- elektroenergetyczne

II. Obliczenia całkowitych oporów cieplnych i współczynnika U dla poszczególnych przegród

Przegroda I – strop poddasza nieużytkowego:

- wełna mineralna 0,180 m $\lambda = 0,050$
- belki stropowe 0,220 m $\lambda = 0,260$
- płyta karton. – gips. 0,012 m $\lambda = 0,290$

Parametry powietrza wewnętrznego i zewnętrznego:

$$\Theta_i = 20^\circ C, \quad \Theta_e = -10^\circ C$$

Oporo przyjmowania ciepła przyjęto:

$$R_{si} = 0,13 \frac{m^2 K}{W}, \quad R_{se} = 0,04 \frac{m^2 K}{W}$$

Całkowity opór cieplny przegrody:

$$R_T = R_{si} + \sum_j \frac{l_j}{\lambda_j} + R_{se} = 0,170 + \frac{0,012}{0,290} + \frac{0,220}{0,260} + \frac{0,180}{0,050} + 0,040 = 4,6976 \frac{m^2 K}{W}$$

Gęstość strumienia ciepła:

$$q = \frac{\Theta_i + \Theta_e}{R_T} = \frac{20 + 10}{4,6975} = 6,3864 \frac{W}{m^2}$$

Warstwy	l [m]	λ [W/m ² K]	R=l/ λ [m ² K/W]	$\Delta \Theta = qR$ [°C]	Θ [°C]
Powietrze wewn.	-	-	0,170	1,086	20,00
					18,914
Płyty karton.- gipsowe	0,012	0,290	0,0414	0,264	
					18,650
Belki stropowe	0,220	0,260	0,846	5,403	
					13,247
Wełna mineralna	0,180	0,050	3,600	22,990	
					-9,743
Powietrze zewn.	-	-	0,040	0,255	
					-10,000

Współczynnik przenikania ciepła przegrody:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,6575} = 0,213 \frac{W}{m^2 K}$$

Przegroda II – ściana zewnętrzna:

- tynk wapienny 0,015 m $\lambda = 0,700$
- cegła kratówka 0,300 m $\lambda = 0,560$
- styropian 0,120 m $\lambda = 0,043$
- tynk cementowy 0,015 m $\lambda = 1,000$

Parametry powietrza wewnętrznego i zewnętrznego:

$$\Theta_i = 20^\circ C, \quad \Theta_e = -10^\circ C$$

Opory przejmowania ciepła przyjęto:

$$R_{si} = 0,13 \frac{m^2 K}{W}$$

$$R_{se} = 0,04 \frac{m^2 K}{W}$$

Całkowity opór cieplny przegrody:

$$R_T = R_{si} + \sum_j \frac{l_j}{\lambda_j} + R_{se} =$$

$$= 0,130 + \frac{0,015}{0,700} + \frac{0,300}{0,560} + \frac{0,120}{0,043} + \frac{0,015}{1,000} + 0,040 = 3,5328 \frac{m^2 K}{W}$$

Gęstość strumienia ciepła:

$$q = \frac{\Theta_i - \Theta_e}{R_T} = \frac{20 + 10}{3,5328} = 8,4918 \frac{W}{m^2}$$

Warstwy	l [m]	λ [W/m ² K]	R=l/ λ [m ² K/W]	$\Delta \Theta=qR$ [°C]	Θ [°C]
Powietrze wewn.	-	-	0,130	1,1039	20,00
					18,90
Tynk wapienny	0,015	0,700	0,02143	0,1819	
					18,71
Cegła kratówka	0,300	0,560	0,53571	4,5491	
					14,17
Styropian	0,120	0,043	2,79069	23,698	
					-9,53
Tynk cementowy	0,015	1,000	0,01500	0,1274	
					-9,66
Powietrze zewn.	-	-	0,040	0,3397	-10,00

Współczynnik przenikania ciepła przegrody:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{8,4918} = 0,28 \frac{W}{m^2 K}$$

Przegroda III – ściana wewnętrzna:

- tynk wapienny 0,015 m $\lambda = 0,700$

- cegła kratówka 0,250 m $\lambda = 0,560$

- tynk wapienny 0,015 m $\lambda = 0,700$

Parametry powietrza wewnętrznego i zewnętrznego:

$$\Theta_i = 20^\circ C, \quad \Theta_e = -10^\circ C$$

Opory przejmowania ciepła przyjęto:

$$R_{si} = 0,13 \frac{m^2 K}{W}$$

Całkowity opór cieplny przegrody:

$$R_T = R_{si} + \sum_j \frac{l_j}{\lambda_j} + R_{se} = 0,130 + \frac{0,015}{0,700} + \frac{0,250}{0,560} + \frac{0,015}{0,700} + 0,130 = 0,748 \frac{m^2 K}{W}$$

Warstwy	l [m]	λ [W/m ² K]	R=l/ λ [m ² K/W]
Powietrze wewn.	-	-	0,130
Tynk wapienny	0,015	0,700	0,021
Cegła kratówka	0,250	0,560	0,446
Tynk wapienny	0,015	0,700	0,021
Powietrze wewn.	-	-	0,130
			$\Sigma R=0,748$

Współczynnik przenikania ciepła przegrody:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{8,4918} = 0,28 \frac{W}{m^2 K}$$

Przegroda IV – podłoga na gruncie:

- klepka dębowa 0,022 m $\lambda = 0,460$
- wylewka betonowa 0,030 m $\lambda = 1,800$
- styropian 0,120 m $\lambda = 0,043$
- 2 x papa na lepiku 0,004 m $\lambda = 0,180$
- podbeton 0,080 m $\lambda = 1,300$
- podsypka piaskowa 0,200 m $\lambda = 0,400$

Współczynnik przenikania ciepła: dla I strefy podłogi

Całkowity opór cieplny przegrody:

$$R_T = R_{si} + \sum_j \frac{l_j}{\lambda_j} + R_{se} =$$

$$= \frac{0,022}{0,460} + \frac{0,030}{1,800} + \frac{0,120}{0,043} + \frac{0,004}{0,180} + \frac{0,080}{1,300} + \frac{0,200}{0,400} = 4,253 \frac{m^2 K}{W}$$

Warstwy	l [m]	λ [W/m ² K]	R=l/ λ [m ² K/W]
Klepka dębowa	0,022	0,460	0,048
Wylewka betonowa	0,030	1,800	0,017
Styropian	0,120	0,043	2,791
2 x papa na lepiku	0,004	0,180	0,022
Podbeton	0,080	1,300	0,062
Podsypka piaskowa	0,200	0,400	0,500
			$\Sigma R=4,253$

Współczynnik przenikania ciepła przegrody:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,253} = 0,235 \frac{W}{m^2 K}$$

Przegroda V – podłoga na gruncie (WC i łazienka):

- płytki ceramiczne 0,010 m $\lambda = 1,050$
- wylewka betonowa 0,030 m $\lambda = 1,800$
- styropian 0,120 m $\lambda = 0,043$
- 2 x papa na lepiku 0,004 m $\lambda = 0,180$
- podkład betonowy 0,080 m $\lambda = 1,300$
- podsypka piaskowa 0,200 m $\lambda = 0,400$

Całkowity opór cieplny przegrody:

$$R_T = R_{si} + \sum_j \frac{l_j}{\lambda_j} + R_{se} =$$

$$= \frac{0,010}{1,050} + \frac{0,030}{1,800} + \frac{0,120}{0,043} + \frac{0,004}{0,180} + \frac{0,080}{1,300} + \frac{0,200}{0,400} = 4,215 \frac{m^2 K}{W}$$

Warstwy	l [m]	λ [W/m ² K]	R=l/ λ [m ² K/W]
Płytki ceramiczne	0,010	1,050	0,0095
Wylewka betonowa	0,030	1,800	0,017
Styropian	0,120	0,043	2,791
2 x papa na lepiku	0,004	0,180	0,022
Podkład betonowy	0,080	1,300	0,062
Podsypka piaskowa	0,200	0,400	0,500
			$\Sigma R=4,215$

Współczynnik przenikania ciepła przegrody:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,215} = 0,23 \frac{W}{m^2 K}$$

III. Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło zgodnie z normą PN-B-02025:2001 – metoda uproszczona

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania Q_h w wyodrębnionej j-tej strefie budynku oblicza się jako różnicę strat ciepła oraz zysków ciepła od słońca i źródeł wewnętrznych, u uwzględnieniu stopnia wykorzystania zysków ciepła, ze wzoru:

$$Q_h = \sum [(\phi_z + \phi_w + \phi_g + \phi_a) - \eta_m (\phi_{sw} + \phi_i)] \cdot \Delta t_m =$$

$$= \sum [(Q_z + Q_w + Q_g + Q_a) - \eta_m (Q_{sw} + Q_i)]$$

Uproszczony sposób obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków:

$$Q_h = Q_z + Q_o + Q_d + Q_p + Q_{pg} + Q_{sg} + Q_{sp} + Q_v - 0,9(Q_s + Q_i)$$

w którym:

- Q_h – sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku,
- Q_z – straty ciepła w sezonie grzewczym przy przepływie przez ściany zewnętrzne,
- Q_o – straty ciepła w sezonie grzewczym przy przenikaniu przez okna,
- Q_d – straty ciepła w sezonie grzewczym przy przenikaniu przez stropy,
- Q_p – straty ciepła w sezonie grzewczym przy przepływie przez strop nad piwnicą nieogrzewaną i ścianami pomieszczeń w piwnicach,
- Q_{pg} – straty ciepła w sezonie grzewczym przy przenikaniu przez podłogę pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy do gruntu,
- Q_{sg} – straty ciepła w sezonie grzewczym przy przenikaniu przez ściany pomieszczeń ogrzewanych piwnicy stykające się z gruntem,
- Q_{sp} – straty w sezonie grzewczym przy przenikaniu przez strop nad przejazdem,
- Q_s – zyski ciepła w sezonie grzewczym od adsorpcji słonecznej przez okna,
- Q_i – wewnętrzne zyski ciepła w sezonie grzewczym.

Obliczenia poszczególnych składników składających się na Q_h :

a) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym przez przenikanie przez ściany zewnętrzne

$$Q_z = 100 \sum A_{zi} U_{zi}$$

A_{zi} – pole powierzchni i-tej ściany zewnętrznej w osiach przegród prostopadłych pomniejszone o pole powierzchni okien w świetle ościeży,

U_{zi} – współczynnik przenikania ciepła i-tej ściany zewnętrznej

Pola powierzchni ścian:

$$A_{zN} = 314(450 + 390 + 240 + 360) = 45,216 m^2$$

$$A_{zS} = 314(450 + 390 + 240 + 360) = 45,216 m^2 \rightarrow A = 178,352 m^2$$

$$A_{zE} = 314(1250 + 150) = 43,960 m^2$$

$$A_{zW} = 314(150 + 660 + 590) = 43,960 m^2$$

Pola powierzchni okien:

$$A = 17,002 m^2, A_{zi} = 178,352 - 17,002 = 161,35 m^2,$$

$$U_{zi} = 0,28 \frac{W}{m^2 K}, Q_z = 100 \sum A_{zi} U_{zi} = 100(161,35 \cdot 0,28) = 4517,8 \frac{kWh}{a}$$

b) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym przez przenikanie przez okna Q_o .

$$Q_o = 100 \sum A_{oi} U_{oki}$$

$A_{oi} = 17,002 m^2$ – pole powierzchni okien w i-tej ścianie

$U_{oki} = 2,0 \frac{W}{m^2 K}$ – współczynnik przenikania ciepła okien w i-tej ścianie

$$Q_o = 100 \sum A_{oi} U_{oki} = 100(17,002 \cdot 2,0) = 3400,40 \frac{kWh}{a}$$

- c) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym przez przenikanie przez stropodach Q_d

$$Q_o = 100 \sum A_{di} U_{di}$$

A_{di} – pole i-tej powierzchni stropodachu w osiach przegród prostokątnych

$U_{di} = 0,213 \frac{W}{m^2 K}$ – współczynnik przenikania ciepła i-tej części stropodachu

$$A_{di} = (450 + 390)(150 + 1250) + (240 + 360) \cdot 660 = 157,20 m^2$$

$$Q_o = 100 \sum A_{di} U_{di} = 100(157,20 \cdot 0,213) = 3348,360 \frac{kWh}{a}$$

- d) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym przez przenikanie przez strop nad piwnicą nieogrzewaną i ściany między pomieszczeniem ogrzewanym i nie ogrzewanym w piwnicy Q_p – pomijamy.

- e) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym przez przenikanie przez podłogę pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy do gruntu Q_{pg} – pomijamy.

- f) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym przez przenikanie przez ściany pomieszczeń ogrzewanych piwnicy stykające się z gruntem Q_{sg} – pomijamy.

- g) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym przez przenikanie przez strop nad przejazdem Q_{sp} – pomijamy.

- h) Straty ciepła w sezonie ogrzewczym na podgrzanie powietrza wentylacyjnego Q_v .

$$Q_v = 38 \Psi$$

Ψ – wymagany strumień powietrz wentylacyjnego dla budynku.

$$\Psi = \sum \Psi_i = 70 + 30 + 50 + 30 + 15 = 195 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_v = 38 \cdot 195 = 7410 \frac{kWh}{a}$$

- i) Zyski ciepła w sezonie ogrzewczym od promieniowania słonecznego przez okna Q_s .

$$Q_o = 0,6 \sum A_{oi} TR_i S_i$$

A_{oi} – pole powierzchni okien w świetle ościeży w ścianie o i-tej orientacji

$TR_i = 0,7$ – współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego szyb o i-tej orientacji

S_i – suma promieniowania całkowitego na płaszczyznę pionową o i-tej orientacji

$$A_{oN} = 1,960 m^2, S_N = 145 \frac{kWh}{m^2 a}, A_{oS} = 3,920 m^2, S_S = 350 \frac{kWh}{m^2 a},$$

$$A_{oW} = 3,240 m^2, S_W = 235 \frac{kWh}{m^2 a}, A_{oZ} = 7,882 m^2, S_Z = 220 \frac{kWh}{m^2 a},$$

$$Q_s = 1743,689 \frac{kWh}{a}$$

j) Wewnętrzne zyski ciepła w sezonie ogrzewczym Q_i .

$$Q_i = 5,3[80N + 275L_m]$$

$N = 3$ – liczba osób w budynku

$L_m = 1$ – liczba mieszkań w budynku

$$Q_i = 5,3[80 \cdot 3 + 275 \cdot 1] = 2729,500 \frac{kWh}{a}$$

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło:

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_z + Q_o + Q_d + Q_p + Q_{pg} + Q_{sg} + Q_{sp} + Q_v - 0,9(Q_s + Q_i) = \\ &= 4517,800 + 3400,400 + 3348,360 + 0 + 0 + 0 + 0 + 7410 - 0,9(1743,689 + 2729,500) = \\ &= 7240,690 \frac{kWh}{a} \end{aligned}$$

Sprawdzenie wymagań normowych:

Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku $kWh/m^3 \cdot a$.

$$Q_h = 7240,690 \frac{kWh}{a}$$

$$V = 411,885 m^3$$

$$E = \frac{Q_h}{V} = \frac{7240,690}{411,885} = 17,579 \frac{kWh}{m^3 a}$$

Wymagania.

Warunek I:

$$\frac{A}{V} \leq 0,20 \quad E_o = 29$$

Warunek II:

$$0,20 \leq \frac{A}{V} \leq 0,90 \quad E_o = 26,6 + 12 \frac{A}{V}$$

Warunek III:

$$\frac{A}{V} \geq 0,90 \quad E_o = 37,4$$

$$\frac{A}{V} = \frac{178,352 m^2}{411,885 m^3} = \frac{0,433}{m} \rightarrow 0,20 \leq \frac{A}{V} \leq 0,9 \rightarrow$$

$$\rightarrow E_o = 26,6 + 12 \cdot 0,433 = 31,796 \frac{kWh}{m^3 a} \rightarrow 17,579 \leq 31,796$$

IV. Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło zgodnie z normą PN-B-02025: 2001 – metoda pełna

Wyznaczenie strat ciepła przez przegrody $\sum Q_i^a$ w poszczególnych miesiącach okresu grzewczego.

Miesiące	Ilość dni w danym miesiącu	Ilość sekund w danym miesiącu	Średnia miesięczna temperatura zewnętrzna w danych miesiącach
Styczeń	31	2678400	-2,1
Luty	28	2419200	-1,0
Marzec	31	2678400	2,7
Kwiecień	30	2592000	7,9
Maj	5	432000	12,9
Wrzesień	5	432000	13,7
Październik	31	2678400	8,8
Listopad	30	2592000	4,0
Grudzień	31	2678400	0,1

Do obliczenia strat ciepła w poszczególnych przegrodach korzystamy ze wzorów:

- dla przegród zewnętrznych, okien i drzwi:

$$Q_k(m) = 86400 U_k A_k [T_{ij} - T_e(m)] L_d(m),$$

gdzie:

86400 – liczba sekund w dobie,

U_k – współczynnik przenikania ciepła k – tej przegrody zewnętrznej,

A_k – pole powierzchni k – tej przegrody zewnętrznej,

T_{ij} – obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego,

$T_e(m)$ – obliczeniowa średnia temperatura powietrza zewnętrznego,

$L_d(m)$ – liczba dni w miesiącu m – tym,

m – numer miesiąca w sezonie grzewczym.

- na podgrzanie powietrza wentylacyjnego:

$$Q_k(m) = 24 c_p \rho_p \Psi [T_{ij} - T_e(m)] L_d(m)$$

gdzie:

$\rho_p = 1,205$ – gęstość powietrza [kg/m^3],

$c_p = 1010$ – ciepło właściwe powietrza [$\text{J}/(\text{kg} \text{m}^3)$],

Ψ – strumień powietrza wentylacyjnego ($50 \text{ m}^3/\text{h}$ dla łazienki).

- dla przegród na gruncie w m – tym miesiącu:

$$Q_g(m) = 86400 \left[L_s (T_{ij} - T_o) + L_p T_\alpha \cos \left(\frac{\pi(n-1-\beta)}{6} \right) \right] L_d(m)$$

gdzie:

L_s – współczynnik sprężenia stałych w czasie strat ciepła do gruntu,

L_p – współczynnik sprężenia periodycznych strat ciepła do gruntu,

T_o – średnia temperatura powietrza zewnętrznego w roku,

T_α – amplituda roczna temperatura powietrza zewnętrznego,

n – kolejny numer m-tego miesiąca w roku na przykład dla stycznia n=1,

β – parametr zależny od rodzaju podłogi: $\beta = 2$ dla podłogi na gruncie z izolacją pionową, $\beta = 1$ w pozostałych przypadkach.

$$L_s = \frac{2A\lambda}{\pi B + d_t} \ln\left(\frac{\pi B}{d_t} + 1\right), \quad L_p = 0,37P\lambda \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right)$$

gdzie:

δ – głębokość periodycznego wnikania,

λ – współczynnik przewodzenia ciepła gruntu,

d_t – zastępcza grubość warstwy gruntu pod podłogą obliczane ze wzoru

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se})$$

w – grubość ścian zewnętrznych stykających się z podłogą,

R_{si} – opór przejmowania ciepła na powierzchni podłogi,

R_{se} – opór przejmowania ciepła na powierzchni gruntu,

R_f – opór cieplny warstw izolacyjnych podłogi, równy zero.

Wyznaczenie zysków ciepła w poszczególnych miesiącach okresu grzewczego

Zyski ciepła od promieniowania słonecznego.

$$Q_s(m) = 3600A_s \cdot TR \cdot S(m) \cdot Z$$

gdzie:

A_s – łączne pole powierzchni szyb dla danej elewacji,

$TR = 0,7$ – współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego szyb,

$Z = 1$ – współczynnik zacienienia elewacji,

$S(m)$ – suma miesięczna całkowitego promieniowania słonecznego na jednostkę powierzchni w miesiącu m – tym.

Suma powierzchni okien zorientowanych na: południe (S) - $A_s = 3,920 \text{ m}^2$, zachód (W)

- $A_s = 7,882 \text{ m}^2$, północ (N) - $A_s = 1,960 \text{ m}^2$, wschód (E) - $A_s = 3,24 \text{ m}^2$

Całkowite miesięczne sumy promieniowania słonecznego w watogodzinach na metr kwadratowy, na różnie zorientowane powierzchnie (dla Legnicy):

Zyski ciepła od promieniowania słonecznego Q_s :

Miesiąc	S	W	N	E
Styczeń	37200	20088	14680	19344
Luty	57792	36288	23520	36584
Marzec	84072	60264	40176	58776
Kwiecień	84240	69120	44640	74160
Maj*	14280	13560	9000	15480
Wrzesień*	13560	9000	5640	10080
Październik	69192	34968	21576	40920
Listopad	41040	18000	12960	20880
Grudzień	31248	12648	9672	14880
Suma	486144	305376	200964	326004

* maj i wrzesień obejmuje 5 dni grzewczych

Miesiące	Orientacja	Pole powierż. okien A_{si}	Współ. przepusz. prom. TR_i	Suma prom. całkowitego S_i	Zyski ciepła $A_{si} \cdot TR_i \cdot S_i$	Razem [kWh]
Styczeń	S	3,920	0,7	37,200	102,077	276,924
	W	7,882		20,088	110,834	
	N	1,960		14,680	20,141	
	E	3,240		19,344	43,872	
Luty	S	3,920	0,7	57,792	158,581	474,038
	W	7,882		36,288	200,215	
	N	1,960		23,520	32,269	
	E	3,240		36,584	82,973	
Marzec	S	3,920	0,7	84,072	230,694	751,621
	W	7,882		60,264	332,501	
	N	1,960		40,176	55,122	
	E	3,240		58,776	133,304	
Kwiecień	S	3,920	0,7	84,240	231,155	841,959
	W	7,882		69,120	381,363	
	N	1,960		44,640	61,246	
	E	3,240		74,160	168,195	
Maj	S	3,920	0,7	14,280	39,184	161,457
	W	7,882		13,560	74,816	
	N	1,960		9,000	12,348	
	E	3,240		15,480	35,109	
Wrzesień	S	3,920	0,7	13,560	37,209	117,465
	W	7,882		9,000	49,657	
	N	1,960		5,640	7,738	
	E	3,240		10,080	22,861	
Październik	S	3,920	0,7	69,192	189,863	505,204
	W	7,882		34,968	192,932	
	N	1,960		21,576	29,602	
	E	3,240		40,920	92,807	
Listopad	S	3,920	0,7	41,040	112,614	277,064
	W	7,882		18,000	99,313	
	N	1,960		12,960	17,781	
	E	3,240		20,880	47,356	
Grudzień	S	3,920	0,7	85,745	85,745	202,547
	W	7,882		69,784	69,784	
	N	1,960		13,270	13,270	
	E	3,240		33,748	33,748	
Razem						3608,279

Wewnętrzne zyski ciepła w sezonie grzewczym

Zyski ciepła pochodzące od mieszkańców, przypadające na jedno mieszkanie w miesiącu m -tym:

$$Q_L(m) = 24 \cdot \Phi_L \cdot N \cdot Ld(m)$$

gdzie:

Φ_L - średni dobowy strumień ciepła wydzielany przez człowieka = 65 W,

N - liczba osób w danym mieszkaniu = 3.

Zyski ciepła pochodzące od ciepłej wody użytkowej:

$$Q_{cw}(m) = 24 \cdot (\Delta\Phi_{cw} + \Phi_{cw} \cdot N) \cdot Ld(m)$$

gdzie:

Φ_{cw} - uśredniony strumień cieplny od ciepłej wody użytkowej, odniesiony do jednego mieszkańca = 15 W,

$\Delta\Phi_{cw}$ - uśredniony strumień cieplny od ciepłej wody użytkowej, odniesiony do jednego mieszkania = 25 W.

Zyski ciepła pochodzące od gotowania posiłków:

$$Q_c(m) = 24 \cdot \Phi_c \cdot Ld(m)$$

gdzie:

Φ_c - uśredniony strumień cieplny od gotowania, odniesiony do 1 mieszkania = 110 W.

Zyski ciepła pochodzące od elektrycznych urządzeń oświetleniowych:

$$Q_{os}(m) = 24 \cdot \Phi_{os} \cdot Ld(m),$$

gdzie Φ_{os} - uśredniony strumień cieplny od elektrycznych urządzeń oświetleniowych, odniesiony do jednego mieszkania = 45 W

Zyski ciepła pochodzące od urządzeń elektrycznych:

$$Q_{el}(m) = 24 \cdot \Phi_{el} \cdot Ld(m),$$

gdzie Φ_{el} - uśredniony strumień cieplny od urządzeń elektrycznych, odniesiony do jednego mieszkania. Urządzenia elektryczne: 1 lodówka, 3 telewizory, pralka, zmywarka do naczyń, czajnik elektryczny.

$$\Phi_{el} = 40 + 3 \cdot 35 + 3 \cdot 20 = 40 + 105 + 60 = 205 \text{ W}$$

Całkowite zyski ciepła od promieniowania słonecznego oraz wewnętrzne w danych miesiącach:

Miesiąc	Liczba dni grzewczych	Zyski pochodzące od promieniowania słonecznego [kWh]	Zyski pochodzące od mieszkańców [kWh]	Zyski pochodzące od ciepłej wody użytkowej [kWh]	Zyski pochodzące od gotowania [kWh]	Zyski pochodzące od urządzeń oświetleniowych [kWh]	Zyski pochodzące od urządzeń elektrycznych [kWh]	Całkowite zyski [kWh]
Styczeń	31	276,924	145,08	52,08	81,84	33,48	152,52	741,924
Luty	28	474,038	131,04	47,04	73,92	30,24	137,76	894,038
Marzec	31	751,621	145,08	52,08	81,84	33,48	152,52	1216,621
Kwiecień	30	841,959	140,40	50,40	79,20	32,40	147,60	1291,959
Maj	5	161,457	23,40	8,40	13,20	5,40	24,60	236,457
Wrzesień	5	117,465	23,40	8,40	13,20	5,40	24,60	192,465
Październik	31	505,204	145,08	52,08	81,84	33,48	152,52	970,204
Listopad	30	277,064	140,40	50,40	79,20	32,40	147,60	727,064
Grudzień	31	202,547	145,08	52,08	81,84	33,48	152,52	667,547
Razem		3608,279	1038,96	372,96	586,08	239,76	1092,24	6938,279

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło

$$Q_h = \sum_m [Q_z + Q_w + Q_g + Q_a] - \eta_m \cdot (Q_{sw} + Q_i) \text{ gdzie:}$$

$\eta = 1 - e^{-\frac{1}{GLR}}$ – współczynnik wykorzystania zysków ciepła,

GLR – stosunek zysków do strat,

Q_z – straty ciepła przez przegrody zewnętrzne, stykające się z powietrzem zewnętrznym, w m-tym miesiącu sezonu ogrzewczego,

Q_w – straty ciepła przez przegrody wewnętrzne, do pomieszczeń przyległych o temperaturze różnej od temperatury wewnętrznej i – tej strefy, w m-tym miesiącu sezonu ogrzewczego,

Q_g – straty ciepła przez podłogi do gruntu w m-tym miesiącu sezonu ogrzewczego,

Q_a – straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w m-tym miesiącu,

Q_{sw} – zyski ciepła słonecznego przez okna w m-tym miesiącu,

Q_i – wewnętrzne zyski ciepła w m – tym miesiącu sezonu ogrzewczego.

Miesiąc	Liczba dni w sezonie grzewczym	Straty [kWh]	Zyski [kWh]	Zyski/Straty GLR	η	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło [kWh]
Styczeń	31	1471,200	741,924	0,504	0,863	830,920
Luty	28	1268,202	894,038	0,705	0,758	590,521
Marzec	31	1178,321	1216,621	1,033	0,620	424,016
Kwiecień	30	833,258	1291,959	1,551	0,475	219,578
Maj	5	89,670	236,457	2,637	0,316	14,950
Wrzesień	5	81,797	192,465	2,353	0,346	15,204
Październik	31	806,119	970,204	1,204	0,564	258,924
Listopad	30	1063,546	727,064	0,684	0,768	505,161
Grudzień	31	1334,441	667,547	0,500	0,865	757,013
Razem						3616,287

Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło E ogrzewanego budynku o kubaturze netto V :

$$E = \frac{Q}{V} = \frac{3616,287}{411,885} = 8,780 \frac{kWh}{m^3},$$

gdzie Q – zapotrzebowanie na ciepło w całym sezonie grzewczym,

V. Obliczenie rocznej emisji CO₂ do atmosfery przypadającego na jednego mieszkańca lokalu

Celem tego punktu jest oszacowanie źródeł masy CO₂ emitowanego do atmosfery w wyniku rocznej działalności jednego mieszkańca ziemi. Przy czym źródło masy to masa dwutlenku węgla wyrażona w kg produkowana przez jednego mieszkańca w ciągu jednego miesiąca kalendarzowego, w wyniku procesów spalania towarzyszących działalności człowieka związanych z jego potrzebami bytowymi i transportem. Obliczenia wymagają odniesienia pewnych wielkości do całej rodziny zajmującej dane mieszkania ponieważ z tym mieszkaniem jest bezpośrednio związane zużycie energii na ogrzewanie lub zużycie gazu bądź energii elektrycznej.

Należy więc wyznaczyć sumaryczne źródło CO₂ R przypadającego na jednego mieszkańca w ciągu roku.

Określenie wysokości zużycia energii pochodzącej z poszczególnych źródeł wykorzystywanej na zaspokojenie potrzeb bytowych i transportowych

Energia elektryczna: 110 kWh /rok

Wykorzystanie gazu: 4,85 m³ /rok

Korzystanie ze środków transportu:

- Średni samochód przejeżdża 3200 km na rok

- Pociąg i autobus 120 km na rok

Obliczenia.

- a) Emisja z zużycia energii elektrycznej w mieszkaniu przez cały rok kWh.

$$R^1 = r_1 N_1 = (1/3) \cdot 110 = 36,67 \text{ kg}, \text{ gdzie}$$

$$r_1 = \frac{1}{3} \frac{\text{kg}}{\text{kWh}}, \text{ jest to emisja CO}_2 \text{ przy wytwarzaniu 1 kWh energii,}$$

N_1 – ilość energii elektrycznej w kWh zużytej przez 1 mieszkańca w ciągu roku,

- b) Ogrzewanie domu w sezonie grzewczym oraz wykorzystanie gazu w czasie całego roku do ogrzewania wody i zasilania urządzeń kuchennych.

$$R^2 = r_2 N_2 = 2 \cdot 4,85 = 9,70 \text{ kg}, \text{ gdzie}$$

$$r_2 = 2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \text{ jest to emisja CO}_2 \text{ przy spalaniu 1 m}^3 \text{ gazu,}$$

N_2 – ilość zużytego gazu w ciągu roku w m³.

- c) Korzystanie ze środków transportu związanych z emisją CO₂.

Średni samochód spala 10 litrów paliwa na 100 km emituje $r_3^1 = 300 \text{ kg}$

Pociąg i autobus emitują $r_3^{21} = 30 \text{ kg}$

$$R^3 = r_3^1 N_3^1 + r_3^{21} N_3^{21} = 9600 + 3,6 = 9603,6 \text{ kg},$$

gdzie N_3^i – ilość tysięcy kilometrów pokonanych w ciągu roku przy wykorzystaniu i- tego środka transportu.

Sumaryczna emisja CO₂ przypadająca na jednego mieszkańca w ciągu roku

$$R = R^1 + R^2 + R^3 = 36,67 + 9,70 + 9603,6 = 9649,97 \text{ kg}$$

Wniosek

Uzyskana wartość źródła R wynosi 9649,97 kg i zgodnie z klasyfikacją poziomu emisji dwutlenku węgla na osobę w naszej strefie klimatycznej stanowi **zagrożenie dla środowiska**, ponieważ spełnia następujący warunek:

$$6000 < R < 10000 \frac{\text{kg}}{\text{rok}} \rightarrow 6000 < 9649,97 < 10000 \frac{\text{kg}}{\text{rok}}.$$

W następstwie należy podjąć działania prowadzące do racjonalizacji zużycia energii i zmniejszenia emisji przez rodzinę korzystającą z ocenianego budynku.