

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU



OptimaHouse

Konrad Białaczewski

97-300 Piotrków Trybunalski, ul. Zawiła 2h

tel.: 508-142-269; kontakt@optimahouse.pl

Budynek: Budynek Ochotniczej Straży Pożarnej w Przygłowie

Adres: Przygłów ul. Sulejowska 33; 97-330 Sulejów

Opracował: mgr inż. Konrad Białaczewski

Data: maj 2021 r.

1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	budynek OSP Przygłów	1.2 Rok budowy	1953
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Ochotnicza Straż Pożarna w Przygłowie	1.4 Adres budynku	
		Przygłów ul. Sulejowska 33 97-330 Sulejów	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
OptimaHouse Konrad Białaczewski; ul. Zawia 2h, 97-300 Piotrków Tryb. ; REGON:101706822			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Konrad Białaczewski, ul. Zawia 2h, 97-300 Piotrków Tryb.			
<ul style="list-style-type: none"> • uprawniona do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków 			
4. Wpółautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
	–	–	
5. Miejscowość	Piotrków Trybunalski	Data wykonania audytu	maj 2021 r.
6. Spis treści			
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	str. 2	
2.	Karta audytu energetycznego budynku	str. 3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy sporządzeniu audytu	str. 6	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	str. 7	
5.	Charakterystyka energetyczna budynku - stan istniejący	str. 11	
6.	Ocena stanu technicznego budynku	str. 16	
7.	Wykaz możliwych do wykonania usprawnień termomodernizacyjnych i usprawnień zwiększających efektywność energetyczną budynku	str. 16	
8.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	str. 17	
9.	Opis przedsięwzięć wybranych do realizacji	str. 33	
10.	Charakterystyka energetyczna budynku - po termomodernizacji	str. 35	
11.	Zestawienie wyników audytu	str. 39	
12.	Załączniki	str. 40	

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Ściany murowane z bloczków siporeksowych, cegły ceramicznej pełnej i cegły kratówki. Stropy żelbetowe, dach o konstrukcji drewnianej. Posadowienie na ławach fundamentowych.	
2.	Liczba kondygnacji	2	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 563,3	
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1 397,3	
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,0	
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,0	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób używających budynek	około 30 osób	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Za pomocą podgrzewaczy elektrycznych.	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	System centralnego ogrzewania zasilany z kotła olejowego.	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,31	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody U [W/(m ² ×K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,375 ; 0,774 ; 0,780	0,194 ; 0,153
2.	Stropy pod nieogrzewanymi poddaszami	0,453 ; 0,841	0,145 ; 0,225
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,627	0,627
5.	Okna zewnętrzne	1,40	0,90 ; 1,40
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,00 ; 2,50	1,30
7.	Taras na stropie	0,606	0,150
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	0,97
2.	Sprawność przesyłu	$\eta_{H,d}$	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,88
4.	Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	1,00

5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,88	0,88
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania	$\eta_{w,g}$	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu	$\eta_{w,d}$	1,00	1,00
3.	Sprawność akumulacji	$\eta_{w,s}$	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji				
1.	Rodzaj wentylacji		grawitacyjna	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza		nieszczelności, kratki wentylacyjne	nieszczelności, nawiewniki okienne, kratki wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m^3/h]		2 851,8	2 509,5
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]		0,62	0,55
6. Charakterystyka energetyczna budynku				
1.	Zapotrzebowanie na moc cieplną dla systemu grzewczego [kW]		101,09	60,01
2.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]		15,00	15,00
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]		559,12	228,13
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]		510,37	208,24
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]		10,45	10,45
6.	Zmierzone zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		146,54	–
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		brak danych	–
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [$kWh/(m^2 \times rok)$]		111,1	45,4
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [$kWh/(m^2 \times rok)$]		101,5	41,4
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii w pokryciu zapotrzebowania na energię końcową zużywaną na potrzeby ogrzewania i c.w.u.		0,0%	1,6%
11.	Udział odnawialnych źródeł energii w pokryciu zapotrzebowania na energię końcową zużywaną na potrzeby ogrzewania i c.w.u. oraz energii elektrycznej		0,0%	4,2%

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1. Koszt za 1GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]		95,53	95,53
2. Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(kW m-c)]		–	–
3. Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]		0,00	0,00
4. Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/MW m-c]		–	–
5. Miesięczny koszt ogrzania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]		3,88	1,58
6. Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]		–	–
7. Inne [zł]		–	–
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	–	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię cieplną	58,0%
Planowane koszty całkowite [zł]	587 237,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	90 917,92
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	30 591,62		
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 3 kW.			
Z audytu WYNIKA / NIE WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. ²⁾ U _{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii. ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii. ⁵⁾ Niepotrzebne skreślić.			

3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU

3.1 Dokumentacja techniczna

- Dokumentacja techniczna budynku;

3.2 Wizja lokalna

Wizja lokalna budynku przeprowadzona dnia 18.03.2021 r.

3.3 Normy, ustawy, rozporządzenia

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego;
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego;
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. 2008 Nr 223 poz. 1459 z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75/2002, poz. 690 z późniejszymi zmianami);
- PN-EN ISO 6946 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania;
- PN-EN 12831 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego;
- PN-EN ISO 13790 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
- PN-EN ISO 13789 Ciepłe właściwości użytkowe budynków. Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
- PN-EN 12831 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- PN-EN ISO 14683 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
- PN-EN ISO 10211-1 Mostki cieplne w budynkach. Strumień cieplny i temperatura powierzchni. Ogólne metody obliczania.
- PN-EN ISO 10211-2 Mostki cieplne w budynkach. Strumień cieplny i temperatura powierzchni. Liniowe mostki cieplne.

3.4 Literatura

- Kasperkiewicz K., Termomodernizacja budynków. Ocena efektów energetycznych. PWN, Warszawa 2018.
- Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2018 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2021. KOBiZE. Warszawa, grudzień 2020.
- WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2019 rok. KOBiZE. Warszawa, grudzień 2020.

3.5 Wykorzystane oprogramowanie komputerowe

- Audytor OZC 7.0 Pro
- Microsoft Excel

3.6 Dane meteorologiczne

- stacja meteorologiczna Sulejów

3.7 Wytyczne i uwagi inwestora

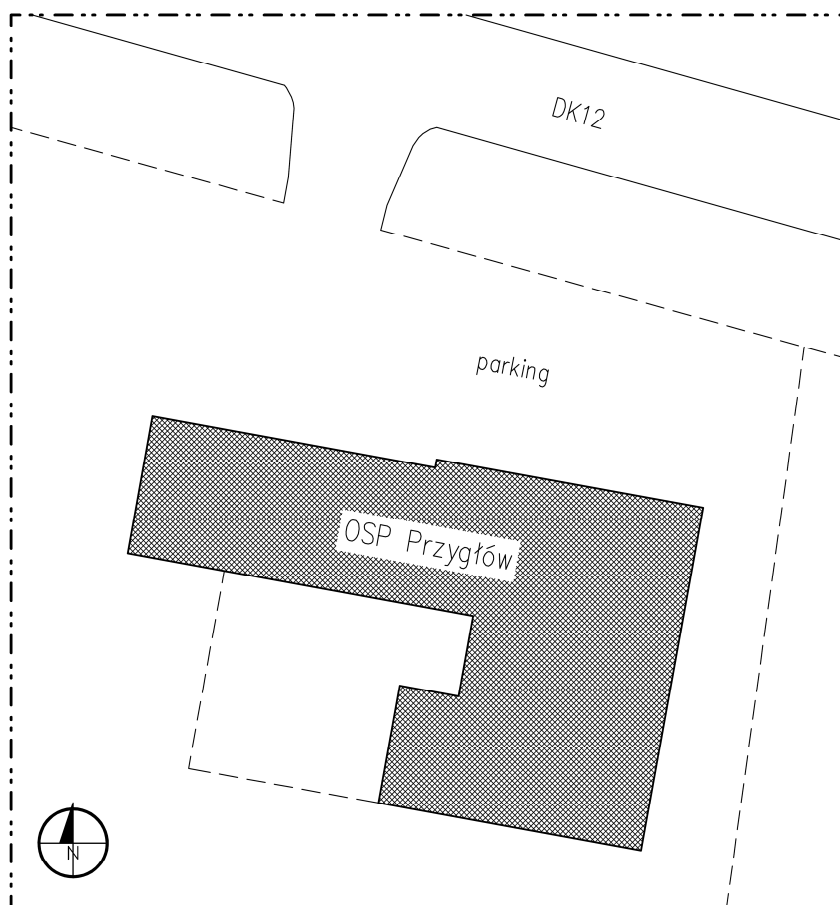
- Planowane jest wykonanie kompleksowej termomodernizacji budynku obejmującej:
 - ocieplenia ścian zewnętrznych,
 - ocieplenie stropów pod nieogrzewanymi poddaszami,
 - wymianę okien i drzwi zewnętrznych,
 - ocieplenie tarasu na stropie wraz z przebudową układu warstw.

3.8 Założenia finansowe

- Inwestor będzie się starał o uzyskanie wsparcia finansowego na przeprowadzenie planowanej inwestycji.

4. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU

4.1 Schemat sytuacyjny



4.2 Rzuty kondygnacji

4.3 Podstawowe dane techniczne

Rodzaj zabudowy	Budynek wolnostojący
Wymiary zewnętrzne	48 m x 30 m x 8,2 m
Kondygnacje	2 kondygnacje
Konstrukcja budynku	Ściany murowane z bloczków siporeksowych, cegły ceramicznej pełnej i cegły kratówki. Stropy międzykondygnacyjne żelbetowe monolityczne. Więźba dachowa o konstrukcji drewnianej. Budynek posadowiony na ławach fundamentowych.
Sposób ogrzewania budynku	System centralnego ogrzewania zasilany z kotła olejowego. Instalacja wodna pompowa. Pomieszczenia ogrzewane za pomocą grzejników.
Sposób przygotowania c.w.u.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest z pomocą elektrycznych podgrzewaczy.
Wentylacja	Wentylacja grawitacyjna.
Zasilanie w energię elektryczną	Instalacja zasilana jest z sieci elektroenergetycznej systemowej.
Powierzchnia ogrzewana [m ²]	1 397,3
Kubatura ogrzewana [m ³]	4 563,3
Wysokości pomieszczeń [m]	3,00 ÷ 4,35

4.4 Sposób eksploatacji budynku

Przeznaczenie	Budynek jest siedzibą Ochotniczej Straży Pożarnej w Przygłowie i jest wykorzystywany na cele bojowe i statutowe.
Ilość użytkowników	około 30
Temperatury eksploatacyjne w sezonie grzewczym	Zakładana temperatura w budynku w sezonie grzewczym: - sale zebrań, szatanie, archiwum, sala orkiestry: +20°C, - garaż, pomieszczenia techniczne: +10°C. Gdy pomieszczenia nie są użytkowane, temperatura jest obniżana z +20°C na +12°C.

4.5 Przegrody zewnętrzne budynku

Rodzaj przegrody	Opis przegrody	izolacyjność U [W/m ² ·K]
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne (mur grubości 38 cm)	0,774
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne ocieplone (mur grubości 24 cm)	0,375
Ściany zewnętrzne	Ściany zewnętrzne trójwarstwowe (mur grubości 24 cm)	0,780
Strop pod nieogrzew. poddaszem	Strop drewniany	0,841
Strop pod nieogrzew. poddaszem	Strop żelbetowy	0,453

Podłoga na gruncie	Podłoga	0,627
Dach	Dach (nad nieogrzewanym poddaszem)	2,634
Taras na stropie	Taras na stropie żelbetowym	0,606
Okna zewnętrzne	Okna zewnętrzne	1,40
Drzwi zewnętrzne	Drzwi zewnętrzne	2,00
Bramy garażowe	Bramy garażowe	2,50

4.6 Opłaty za wykorzystywane nośniki energii

paliwo / nośnik energii	opłaty zmienne O_z	opłaty stałe O_m	opłaty abonamentowe Ab
energia elektryczna	0,64 zł/kWh	– zł/kW/m-c	12,26 zł/m-c
olej opałowy	3,50 zł/dm ³	– zł/kW/m-c	– zł/m-c

5. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU - STAN ISTNIEJĄCY

5.1 Obliczenie bilansu energii cieplnej na potrzeby ogrzewania i wentylacji

Sezonowe zapotrzebowanie budynku na energię obliczono w programie Audytor OZC 7.0 Pro. Wydruk wyników obliczeń przedstawiono w załączniku Z4.

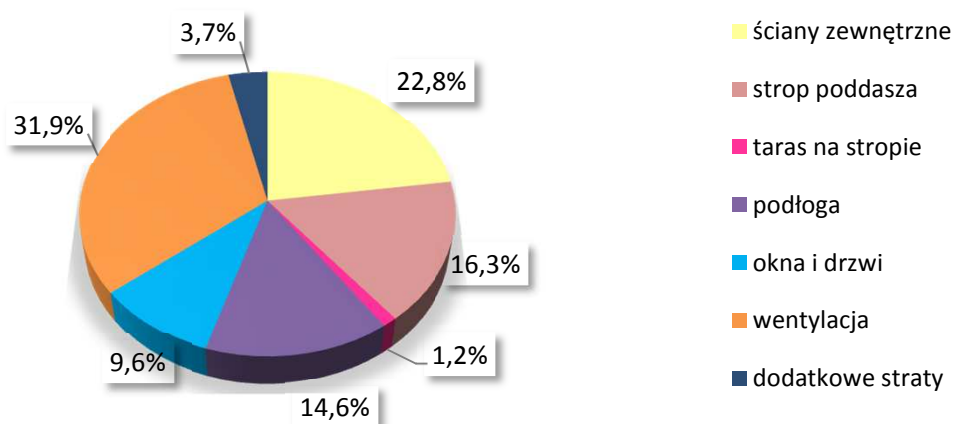
Tabela 1. Zestawienie wyników obliczeń bilansu energii cieplnej

A. Zestawienie strat energii cieplnej		
Wyszczególnienie	Q_{tr}, Q_{ve} [GJ/rok]	udział proc.
ściany zewnętrzne	239,01	22,8%
strop pod nieogrzewanym poddaszem	170,70	16,3%
taras na stropie	12,05	1,2%
podłoga na gruncie	152,73	14,6%
okna i drzwi zewnętrzne	100,26	9,6%
wentylacja	334,12	31,9%
dodatkowe straty przegród (mostki termiczne)	38,46	3,7%
Razem	1 047,33	100,0%

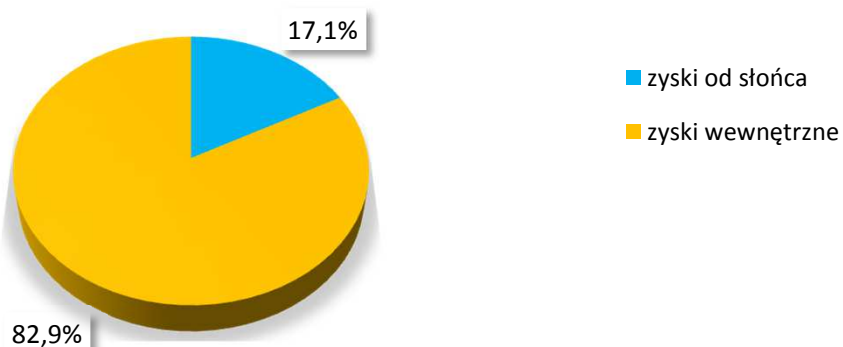
B. Zestawienie zysków ciepła z uwzględnieniem sprawność wykorzystania		
Wyszczególnienie	Q_{sol}, Q_{int} [GJ/rok]	udział proc.
zyski od słońca	91,59	17,1%
zyski wewnętrzne	443,72	82,9%
Razem	535,31	100,0%

C. Bilans energii cieplnej i zapotrzebowanie na moc	
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła $\eta_{H,gn}$	0,912
Zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd}$ [GJ/rok]	559,12
Zapotrzebowanie na moc q_{co} [kW]	101,09

straty energii cieplnej



zyski energii cieplnej



5.2 Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przedstawione zostały w załączniku Z2.

Tabela 2. Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u.

Wyniki obliczeń	
Zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{W,nd}$ [GJ/rok]	13,83
Zapotrzebowanie na moc cieplną q_{cwu} [kW]	15,00

5.3 Charakterystyka systemu grzewczego

Sposób ogrzewania budynku	System centralnego ogrzewania zasilany z kotła olejowego.		
Rodzaje paliwa / nośnik energii	olej opałowy		
Liczba dni ogrzewania w tygodniu	5 dni ($w_t=0,85$)		
Czas przerw w ogrzewaniu	16 godzin ($w_d=0,88$)		
Określenie sprawności systemów ogrzewania w budynku			
Źródła ciepła	kocioł olejowy	-	
Procentowy udział źródeł ciepła	u_H	100%	-
Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	0,97	-
Sprawność przesyłu	$\eta_{H,d}$	0,96	-
Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,88	-
Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu grzewczego	$\eta_{H,tot}$	0,819	-

5.4 Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna. Dopływ świeżego powietrza poprzez nieszczelności w obudowie budynku. Powietrze usuwane jest poprzez kratki wentylacyjne.
-------------------------	---

5.5 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Sposób przygotowania c.w.u.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest za pomocą podgrzewaczy elektrycznych.		
Określenie sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Rodzaj źródła ciepła	podgrzewacz elektr.	-	
Procentowy udział źródeł ciepła	u_W	100%	-
Sprawność wytwarzania	$\eta_{W,g}$	0,99	-
Sprawność przesyłu	$\eta_{W,d}$	1,00	-
Sprawność akumulacji	$\eta_{W,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu c.w.u.	$\eta_{W,tot}$	0,990	-

5.6 Zapotrzebowanie budynku na końcową energię na potrzeby ogrzewania i przygotowania c.w.u.

- na potrzeby ogrzewania i wentylacji

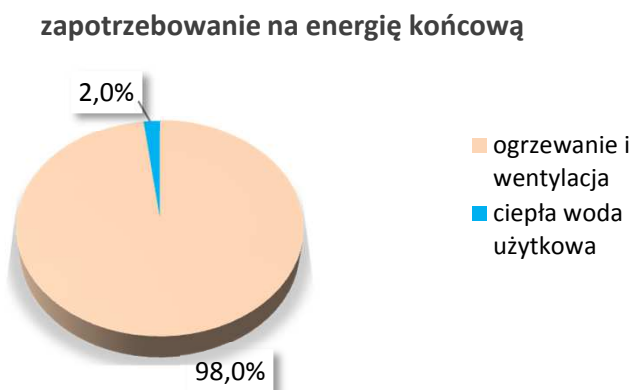
$$Q_{K,H} = w_t \cdot w_d \cdot Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} = 510,37 \text{ GJ/rok} = 141\,768 \text{ kWh/rok}$$

- na potrzeby przygotowania c.w.u.

$$Q_{K,W} = w_t \cdot w_d \cdot Q_{W,nd} / \eta_{W,tot} = 10,45 \text{ GJ/rok} = 2\,903 \text{ kWh/rok}$$

- całkowite zapotrzebowanie na końcową energię na potrzeby ogrzewania i przygotowania c.w.u.

$$Q_K = Q_{K,H} + Q_{K,W} = 510,37 \text{ GJ/rok} = 141\,768 \text{ kWh/rok}$$



5.7 Rzeczywiste zużycie energii

Rzeczywiste zużycie oleju opałowego w roku wyniosło około 4500 dm³ co odpowiada 146,54 GJ energii. Wartość ta znacznie odbiega od obliczonego zapotrzebowania budynku na energię końcową. Ze względu na obowiązujące w ostatnim roku ograniczenia sanitarne, część działalności statutowej OSP w Przygłowie była ograniczona. Sumaryczny czas obniżenia temperatury powietrza w pomieszczeniach był znacznie dłuższy niż w standardowym sezonie grzewczym.

Średnie roczne zużycie energii elektrycznej w budynku wynosi 8 600 kWh/rok.

5.8 Roczne koszty eksploatacji budynku

- koszty ogrzewania

cena jednostkowa oleju opałowego

$$O_z = 3,50 \text{ zł/l} = 3\,500,00 \text{ zł/m}^3 = 4\,069,77 \text{ zł/Mg} = 95,53 \text{ zł/GJ}$$

wartość opałowa oleju opałowego

$$w_o = 42,6 \text{ GJ/Mg}$$

roczna ilość spalania oleju opałowego

$$B = Q_{K,H} / w_o = 11,980 \text{ Mg/rok} = 13,931 \text{ m}^3/\text{rok}$$

roczne koszty ogrzewania budynku

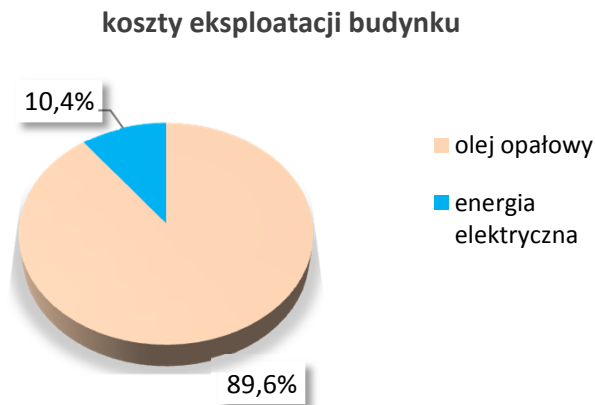
$$K_{co} = B \cdot O_z = 48\,757,45 \text{ zł/rok}$$

- koszty zużycia energii elektrycznej (w tym na przygotowanie ciepłej wody użytkowej)

$$K_{el} = E_{el} \cdot O_z + 12 \cdot Ab = 5\,651,12 \text{ zł/rok}$$

- całkowite koszty

$$K = K_{co} + K_{el} = 54\,408,57 \text{ zł/rok}$$



5.9 Udział odnawialnych źródeł energii

Brak odnawialnych źródeł energii: $U_{oze} = 0\%$

6. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

Ocena została wykonana na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej, dostępnej dokumentacji technicznej oraz informacji uzyskanych od zarządcy budynku. Ocena odnosi się do zagadnień istotnych z punktu widzenia efektywności energetycznej budynku oraz do występujących problemów ciepłno-wilgotnościowych.

Opis stanu technicznego:

- Brak izolacji termicznej większości ścian zewnętrznych budynku,
- Niska izolacyjność cieplna stropów pod nieogrzewanym poddaszem,
- Można wnioskować, że wełna mineralna ułożona na stropie żelbetonowym pod nieużytkowym poddaszem części magazynowo-garażowej pogorszyła swoje właściwości termoizolacyjne na skutek zawilgocenia spowodowanego przeciekiem dachu.
- Niektóre okna są w złym stanie technicznym i konieczna jest ich wymiana,
- Kocioł olejowy jest w dobrym stanie technicznym i nadaje się do dalszej eksploatacji.

Wnioski:

- Przegrody zewnętrzne budynku znacznie odbiegają od obecnych wymagań izolacyjności termicznej i są źródłem dużych strat ciepła. W okresie zimowym występują problemy z utrzymaniem w budynku zakładanych temperatur powietrza.

7. WYKAZ MOŻLIWYCH DO WYKONANIA USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH
I USPRAWNIEŃ ZWIĘKSZAJĄCYCH EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ BUDYNKU

A. Możliwe do realizacji usprawnienia służące zmniejszeniu zapotrzebowania budynku na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania i wentylacji	
Rodzaj przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Sposób realizacji
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne.	Wykonanie zewnętrznej izolacji termicznej.
Zmniejszenie strat ciepła przez stropy pod nieogrzewanymi poddaszami	Usunięcie starych warstw izolacji i ułożenie nowych warstw termoizolacyjnych.
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna, drzwi i bramy zewnętrzne, zwiększenie szczelności powietrznej budynku.	Wymiana okien, drzwi i bram.
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez taras nad stropem parteru.	Przebudowa układu warstw tarasu z wykonaniem warstwy izolacji termicznej.

B. Usprawnienia służące zmniejszeniu zapotrzebowania budynku na energię zużywaną na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej, których realizację należy w przyszłości rozważyć	
Zmniejszenie strat ciepła do gruntu.	Przebudowa układu warstw posadzki na gruncie z wykonaniem warstwy izolacji termicznej.
Zwiększenie sprawności wytwarzania ciepła. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.	Wymiana istniejącego źródła ciepła.

C. Usprawnienia służące zmniejszeniu zapotrzebowania budynku na energię elektryczną pobieraną z sieci elektroenergetycznej	
Zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię elektryczną pobieraną z sieci elektroenergetycznej.	Budowa instalacji fotowoltaicznej.

D. Uwagi
<p>Przebudowa warstw posadzkowych nie jest przewidywana na etapie aktualnie planowanej termomodernizacji, gdyż wiązałaby się ona z koniecznością wyłączenia z użytkowania znacznej powierzchni użytkowej budynku, co obecnie nie jest możliwe. Zaleca się uwzględnienie modernizacji warstw posadzkowych poszczególnych pomieszczeń na parterze w planie remontowym budynku na najbliższe lata.</p> <p>Kocioł olejowy jest w dobrym stanie technicznym i obecnie nie jest konieczna jego wymiana. W przyszłości należy rozważyć wymianę istniejącego kotła na nowe źródło ciepła.</p>

8. OKREŚLENIE OPTYMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

8.1 Rozpatrywane warianty termomodernizacyjne służące zmniejszeniu zapotrzebowania budynku na energię ciepłą zużywaną na potrzeby ogrzewania i wentylacji

Na podstawie wykonanej oceny stanu technicznego i zaproponowanych usprawnień, do dalszej analizy przyjęto przedsięwzięcia modernizacyjne polegające na:

- ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą styropianu,
- usunięciu starych warstw izolacyjnych stropów pod nieogrzewanymi poddaszami i ułożeniu nowych warstw termoizolacji z wełny mineralnej,
- przebudowa układu warstw tarasu na stropie z wykonaniem warstwy izolacji termicznej,
- wymianie okien, drzwi i bram.

8.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmniejszającego straty przenikania ciepła przez ściany zewnętrzne części socjalnej budynku.

Przegrody				
Ściany zewnętrzne części socjalnej budynku. W obliczeniach przyjęto następujące oznaczenia ścian: SZ1 - ściany zewnętrzne o grubości muru 38 cm, SZ2 - ściany zewnętrzne o grubości muru 24 cm.				
Opis wariantów termomodernizacyjnych:				
Ocieplenie ścian warstwą styropianu: - wariant 1 : zastosowanie styropianu o współczynniku $\lambda = 0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ grubości 12 cm. - wariant 2 : zastosowanie styropianu o współczynniku $\lambda = 0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ grubości 15 cm.				
Powierzchnie przegród przyjęte do obliczeń:				
- dla ścian SZ1	$A_{\text{str.}} = 737,4 \text{ m}^2$	$A_{\text{ociepl.}} = 896,7 \text{ m}^2$		
- dla ścian SZ2	$A_{\text{str.}} = 93,1 \text{ m}^2$	$A_{\text{ociepl.}} = 108,6 \text{ m}^2$		
Dane przyjęte do obliczeń				
jednostkowe koszty energii: $O_z = 95,53 \text{ zł/GJ}$				
stopniogodziny: $Sg1 = 98\,724 \text{ h}\cdot\text{K/rok}$				
projektowa temperatura zewnętrzna: $t_z = -20 \text{ }^\circ\text{C}$				
temperatura wewnętrzna: $t_{w1} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$				
Wielkości	Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
			1	2
Grubość izolacji	[cm]	0	12	15
Współczynnik przenikania ciepła U_c :				
- dla przegród SZ1	[W/(m ² ·K)]	0,774	0,194	0,163
- dla przegród SZ2		0,375	0,153	0,133
Zapotrzebowanie na ciepło Q_{tr}				
- dla SZ1: $Q_{\text{tr1}} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_{\text{str.}} \cdot U_{c1} \cdot Sg1$	[GJ/rok]	202,85	50,84	42,72
- dla SZ2: $Q_{\text{tr2}} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_{\text{str.}} \cdot U_{c2} \cdot Sg1$		12,41	5,06	4,40
- suma: $Q_{\text{tr}} = Q_{\text{tr1}} + Q_{\text{tr2}}$		215,26	55,91	47,12
Zapotrzebowanie na moc cieplną q :				
- dla SZ1: $q_{\text{tr1}} = 10^{-3} \cdot U_{c1} \cdot A_{\text{str.}} \cdot (t_w - t_z)$	[kW]	22,83	5,72	4,81
- dla SZ2: $q_{\text{tr2}} = 10^{-3} \cdot U_{c2} \cdot A_{\text{str.}} \cdot (t_w - t_z)$		1,40	0,57	0,50
- suma: $q_{\text{tr}} = q_{\text{tr1}} + q_{\text{tr2}}$		24,23	6,29	5,30
Roczne koszty ogrzewania K:				
$K_{0,1} = O_z \cdot Q_{\text{tr}}$	[zł/rok]	20 564,31	5 340,89	4 501,51

Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rU} = K_0 - K_1$	[zł/rok]	–	15 223,42	16 062,80
Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]	–	220,00	235,00
Koszty realizacji usprawnienia N_U	[zł]	–	221 166,00	236 245,50
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_U / \Delta O_{rU}$	[lata]	–	14,5	14,7

Wybrany wariant:	1	Koszty:	221 166,00	zł	SPBT=	14,5	lat
------------------	---	---------	------------	----	-------	------	-----

8.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmniejszającego straty przenikania ciepła przez ściany zewnętrzne części magazynowo-garażowej

Przegrody
<p>Ściany zewnętrzne części socjalnej budynku. W obliczeniach przyjęto następujące oznaczenia ścian: SZ3 - ściany zewnętrzne o grubości muru 24 cm, SZ4 - ściany zewnętrzne o grubości muru 24 cm, SZ5 - ściany zewnętrzne o grubość muru 38 cm. W celu zachowania ciągłości elewacji, ściany SZ3 i SZ5 zostaną ocieplona taką samą warstwą styropianu jak ściany socjalnej części budynku.</p>

Opis wariantów termomodernizacyjnych:
<p>Ocieplenie ścian warstwą styropianu: - wariant 1 : ocieplenie ścian SZ4 styropianem o współczynniku $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ o grubości 6 cm, ocieplenie ścian SZ3 i SZ5 styropianem o współczynniku $\lambda = 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ o grubości 12 cm; - wariant 2 : ocieplenie wszystkich ścian styropianem o współczynniku $\lambda = 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ o grubości 12 cm;</p>

Powierzchnie przegród przyjęte do obliczeń:
<p>– dla ścian SZ3 $A_{\text{str.}} = 15,6 \text{ m}^2$ $A_{\text{ociepl.}} = 22,9 \text{ m}^2$ – dla ścian SZ4 $A_{\text{str.}} = 83,3 \text{ m}^2$ $A_{\text{ociepl.}} = 104,2 \text{ m}^2$ – dla ścian SZ5 $A_{\text{str.}} = 80,4 \text{ m}^2$ $A_{\text{ociepl.}} = 80,4 \text{ m}^2$</p>

Dane przyjęte do obliczeń
<p>jednostkowe koszty energii: $O_z = 95,53 \text{ zł/GJ}$ stopniogodziny: $Sg2 = 36\,869 \text{ h}\cdot\text{K}/\text{rok}$ projektowa temperatura zewnętrzna: $t_z = -20 \text{ °C}$ temperatura wewnętrzna: $t_{w1} = 10 \text{ °C}$</p>

Wielkości	Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
			1	2
Grubość izolacji	[cm]	0	6, 12	12
Współczynnik przenikania ciepła U_c :				
– dla przegród SZ3		0,780	0,194	0,194
– dla przegród SZ4	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0,780	0,350	0,194
– dla przegród SZ5		0,774	0,194	0,194
Zapotrzebowanie na ciepło Q_{tr}				
– dla SZ3: $Q_{\text{tr1}} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_{\text{str.}} \cdot U_{c1} \cdot Sg2$		1,62	0,40	0,40
– dla SZ4: $Q_{\text{tr2}} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_{\text{str.}} \cdot U_{c2} \cdot Sg2$		8,62	3,87	2,14
– dla SZ5: $Q_{\text{tr2}} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_{\text{str.}} \cdot U_{c2} \cdot Sg2$	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	8,26	2,07	2,07
– suma: $Q_{\text{tr}} = Q_{\text{tr1}} + Q_{\text{tr2}}$		18,50	6,34	4,62

Zapotrzebowanie na moc cieplną q:				
– dla SZ3: $q_{tr1} = 10^{-3} \cdot U_{C1} \cdot A_{str.} \cdot (t_w - t_z)$		0,37	0,09	0,09
– dla SZ4: $q_{tr2} = 10^{-3} \cdot U_{C2} \cdot A_{str.} \cdot (t_w - t_z)$	[kW]	1,95	0,87	0,48
– dla SZ5: $q_{tr3} = 10^{-3} \cdot U_{C3} \cdot A_{str.} \cdot (t_w - t_z)$		1,87	0,47	0,47
– suma: $q_{tr} = q_{tr1} + q_{tr2}$		4,18	1,43	1,04
Roczne koszty ogrzewania K:				
$K_{0,1} = O_z \cdot Q_{tr}$	[zł/rok]	1 767,24	605,84	441,07
Roczna oszczędność kosztów				
$\Delta O_{rU} = K_0 - K_1$	[zł/rok]	–	1 161,40	1 326,18
Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]	–	195,00	220,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	[zł]	–	40 462,50	45 650,00
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_u / \Delta O_{rU}$	[lata]	–	34,8	34,4

Wybrany wariant:	2	Koszty:	45 650,00	zł	SPBT=	34,4	lat
------------------	---	---------	-----------	----	-------	------	-----

8.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmniejszającego straty przenikania ciepła przez strop pod nieogrzewanym poddaszem - nad pomieszczeniami części socjalnej

Przegrody					
ST2 - strop pod nieogrzewanym poddaszem					
Opis wariantów termomodernizacyjnych:					
Termomodernizacja stropu pod nieogrzewanym poddaszem: - wariant 1 : ułożenie na suficie podwieszanym warstw wełny mineralnej o współczynniku $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, łącznej grubości 24 cm. Ze względu na ograniczoną przestrzeń nie jest rozpatrywany wariant o grubszej warstwie izolacji termicznej.					
Powierzchnie przegród przyjęte do obliczeń:					
- powierzchnia stropu $A_{\text{str.}} = 707,4 \text{ m}^2$ $A_{\text{ociepl.}} = 707,4 \text{ m}^2$					
Dane przyjęte do obliczeń					
jednostkowe koszty energii: $O_z = 95,53 \text{ zł/GJ}$					
temperatura wewnętrzna: $t_{w1} = 20 \text{ °C}$					
temperatura powietrza na poddaszu: temperatura powietrza na poddaszu jest zmienną wynikową temperaturą równowagi cieplnej zależną od temperatury powietrza zewnętrznego.					
Wielkości	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
			1	–	
Grubość izolacji	[cm]	5	24	–	
Współczynnik przenikania ciepła U_c : – dla przegród ST2	[W/(m ² ·K)]	0,841	0,145	–	
Zapotrzebowanie na ciepło Q_{tr} – dla ST2	[GJ/rok]	166,71	34,74	–	
Zapotrzebowanie na moc cieplną q : – dla ST2	[kW]	18,95	3,92	–	
Roczne koszty ogrzewania K: $K_{0,1} = O_z \cdot Q_{tr}$	[zł/rok]	15 926,55	3 318,87	–	
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rU} = K_0 - K_1$	[zł/rok]	–	12 607,68	–	
Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]	–	115,00	–	
Koszty realizacji usprawnienia N_U	[zł]	–	81 351,00	–	
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_U / \Delta O_{rU}$	[lata]	–	6,5	–	
<i>Uwaga: Ze względu na zmienne wartości temperatury na poddaszu w piwnicach w celu obliczenia sezonowych strat ciepła i zapotrzebowania na moc cieplną posłużono się modelem obliczeniowym budynku sporządzonym w programie Audytor OZC.</i>					
Wybrany wariant:	1	Koszty:	81 351,00 zł	SPBT=	6,5 lat

8.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmniejszającego straty przenikania ciepła przez strop pod nieogrzewanym poddaszem - nad pomieszczeniami części magazynowo-garażowej

Przegrody				
ST3 - strop żelbetowy pod nieogrzewanym poddaszem				
Opis wariantów termomodernizacyjnych:				
Termomodernizacja stropu pod nieogrzewanym poddaszem: - wariant 1 : ułożenie warstwy wełny mineralnej o współczynniku $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, grubość 12 cm; - wariant 2 : ułożenie warstwy wełny mineralnej o współczynniku $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, grubość 15 cm;				
Powierzchnie przegród przyjęte do obliczeń:				
– powierzchnia stropu $A_{\text{str.}} = 74,0 \text{ m}^2$ $A_{\text{ociepl.}} = 74,0 \text{ m}^2$				
Dane przyjęte do obliczeń				
jednostkowe koszty energii: $O_z = 95,53 \text{ zł}/\text{GJ}$				
temperatura wewnętrzna: $t_{w1} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$				
temperatura powietrza na poddaszu: temperatura powietrza na poddaszu jest zmienną wynikową temperaturą równowagi cieplnej zależną od temperatury powietrza zewnętrznego.				
Wielkości	Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
			1	2
Grubość izolacji	[cm]	10	12	15
Współczynnik przenikania ciepła U_c : – dla przegród ST3	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0,453	0,277	0,225
Zapotrzebowanie na ciepło Q_{tr} – dla ST3	[GJ/rok]	3,99	2,55	2,10
Zapotrzebowanie na moc cieplną q : – dla ST3	[kW]	0,86	0,55	0,45
Roczne koszty ogrzewania K: $K_{0,1} = O_z \cdot Q_{\text{tr}}$	[zł/rok]	381,18	243,61	200,62
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rU} = K_0 - K_1$	[zł/rok]	–	137,57	180,56
Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]	–	75,00	85,00
Koszty realizacji usprawnienia N_u	[zł]	–	5 550,00	6 290,00
Prosty czas zwrotu $\text{SPBT} = N_u / \Delta O_{rU}$	[lata]	–	40,3	34,8
<i>Uwaga: Ze względu na zmienne wartości temperatury na poddaszu w piwnicach w celu obliczenia sezonowych strat ciepła i zapotrzebowania na moc cieplną posłużono się modelem obliczeniowym budynku sporządzonym w programie Audytor OZC.</i>				
Wybrany wariant:	2	Koszty:	6 290,00 zł	SPBT= 34,8 lat

8.6 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmniejszającego straty przenikania ciepła przez okna, drzwi zewnętrzne i bramy oraz strat ciepła związanych z infiltracją powietrza - część socjalna budynku

Przegrody				
Okna zewnętrzne (OK1), drzwi zewnętrzne (DZ1) bramy garażowe (B1).				
Opis wariantów termomodernizacyjnych:				
Przewiduje się wymianę okien i drzwi zewnętrznych budynku. Rozpatrywany wariant obejmuje montaż okien o współczynniku przenikania ciepła $U \leq 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$, montaż drzwi zewnętrznych o współczynniku $U \leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.				
Powierzchnie przegród przyjęte do obliczeń:				
– powierzchnia okien: $A_w = 70,0 \text{ m}^2$ – powierzchnia drzwi: $A_d = 21,1 \text{ m}^2$				
– powierzchnia bram: $A_b = 47,5 \text{ m}^2$				
Dane przyjęte do obliczeń				
jednostkowe koszty energii: $O_z = 95,53 \text{ zł/GJ}$				
stopniogodziny: $Sg1 = 98\,724 \text{ h}\cdot\text{K/rok}$ $Sg2 = 36\,869 \text{ h}\cdot\text{K/rok}$				
projektowa temperatura zewnętrzna: $t_z = -20 \text{ }^\circ\text{C}$				
temperatura wewnętrzna: $t_{w1} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_{w2} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$				
Wielkości	Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
			1	–
Współczynnik przenikania ciepła U_c :				
– dla okien		1,400	0,900	–
– dla drzwi	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	2,000	1,300	–
– dla bram		2,500	1,300	–
Stopień szczelności okien	–	średni	wysoki	–
Strumień powietrza infiltrującego				
$V_{inf,1}$ (obliczenia wg zał.3)		678,1	387,5	–
$V_{inf,2}$ (obliczenia wg zał.3)	$[\text{m}^3/\text{h}]$	120,5	68,9	–
Zapotrzebowanie na ciepło Q:				
– przenikanie ciepła przez okna: $Q_{tr1} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_w \cdot U_c \cdot Sg1$		34,83	22,39	–
– przenikanie ciepła przez drzwi: $Q_{tr2} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_d \cdot U_c \cdot Sg1$	$[\text{GJ}/\text{rok}]$	15,00	9,75	–
– przenikanie ciepła przez bramy: $Q_{tr3} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_b \cdot U_c \cdot Sg2$		15,76	8,20	–

– infiltracja: $Q_{\text{vinf},1} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,34 \cdot (V_{\text{inf},1} \cdot Sg1)$ $Q_{\text{vinf},2} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,34 \cdot (V_{\text{inf},2} \cdot Sg2)$ $Q_{\text{vinf}} = Q_{\text{vinf},1} + Q_{\text{vinf},2}$ razem przenikanie i infiltracja $Q = Q_{\text{tr1}} + Q_{\text{tr2}} + Q_{\text{tr3}} + Q_{\text{vinf},1} + Q_{\text{vinf},2}$	[GJ/rok]	81,93 5,44 87,37 152,96	46,82 3,11 49,93 90,26	– – – –
Zapotrzebowanie na moc cieplną q: – przenikanie przez okna: $q_{\text{tr1}} = 10^{-3} \cdot U_C \cdot A_w \cdot (t_{w1} - t_z)$ – przenikanie przez drzwi: $q_{\text{tr2}} = 10^{-3} \cdot U_C \cdot A_d \cdot (t_{w1} - t_z)$ – przenikanie przez bramy: $q_{\text{tr3}} = 10^{-3} \cdot U_C \cdot A_b \cdot (t_{w2} - t_z)$ – infiltracja: $q_{\text{vinf},1} = 0,34 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\text{inf},1} \cdot (t_{w1} - t_z)$ $q_{\text{vinf},2} = 0,34 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\text{inf},2} \cdot (t_{w2} - t_z)$ razem przenikanie i infiltracja $q = q_{\text{tr1}} + q_{\text{tr2}} + q_{\text{tr3}} + q_{\text{vinf},1} + q_{\text{vinf},2}$	[kW]	3,92 1,69 3,56 0,92 0,12 10,22	2,52 1,10 1,85 0,53 0,07 6,07	– – – – – –
Roczne koszty ogrzewania K: $K_{0,1} = O_z \cdot Q$	[zł/rok]	14 613,25	8 623,25	–
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rU} = K_0 - K_1$	[zł/rok]	–	5 990,01	–
Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]	–	1 300,00	–
Koszty realizacji N_U	[zł]	–	180 180,00	–
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_U / \Delta O_{rU}$	[lata]	–	30,1	–
<i>Po wymianie okien i drzwi spodziewane jest zmniejszenie strat ciepła wynikających z niekontrolowanej infiltracji powietrza.</i>				

Wybrany wariant:	1	Koszty:	180 180,00 zł	SPBT=	30,1 lat
------------------	---	---------	---------------	-------	----------

8.7 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmniejszającego straty przenikania ciepła przez strop stanowiący taras nad pomieszczeniami parteru.

Przegrody					
T1 - taras na stropie					
Opis wariantów termomodernizacyjnych:					
Przebudowa warstw tarasowych z zastosowaniem izolacji termicznej ze styropianu o współczynniku $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ grubości 22 cm.					
Powierzchnie przegród przyjęte do obliczeń:					
– powierzchnia tarasu $A_{\text{str.}} = 56,0 \text{ m}^2$ $A_{\text{ociepl.}} = 56,0 \text{ m}^2$					
Dane przyjęte do obliczeń					
jednostkowe koszty energii: $O_z = 95,53 \text{ zł/GJ}$					
stopniogodziny: $Sg1 = 98\,724 \text{ h}\cdot\text{K}/\text{rok}$					
projektowa temperatura zewnętrzna: $t_z = -20 \text{ °C}$					
temperatura wewnętrzna: $t_{w1} = 20 \text{ °C}$					
Wielkości	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
			1	–	
Grubość izolacji	[cm]	5	22		
Współczynnik przenikania ciepła U_c : – dla przegród T1	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	0,606	0,150	–	
Zapotrzebowanie na ciepło Q_{tr} – dla T1: $Q_{\text{tr}} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot A_{\text{str.}} \cdot U_c \cdot Sg1$	[GJ/rok]	12,06	2,99	–	
Zapotrzebowanie na moc cieplną q : – dla T1: $q_{\text{tr1}} = 10^{-3} \cdot U_c \cdot A_{\text{str.}} \cdot (t_w - t_z)$	[kW]	1,36	0,34	–	
Roczne koszty ogrzewania K: $K_{0,1} = O_z \cdot Q_{\text{tr}}$	[zł/rok]	1 152,25	285,21	–	
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rU} = K_0 - K_1$	[zł/rok]	–	867,04	–	
Cena jednostkowa usprawnienia	[zł/m ²]	–	600,00	–	
Koszty realizacji usprawnienia N_u	[zł]	–	33 600,00	–	
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_u / \Delta O_{rU}$	[lata]	–	38,8	–	
Wybrany wariant:	1	Koszty:	33 600,00 zł	SPBT=	38,8 lat

8.8 Zestawienie planowanych usprawnień termomodernizacyjnych zmniejszających zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane uszeregowanych według rosnącej wartości SPBT.

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Przewidywane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku	81 351,00	6,5
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych socjalnej części budynku	221 166,00	14,5
3	Wymiana niektórych okien, drzwi zewnętrznych i bram garażowych	180 180,00	30,1
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych magazynowo-garażowej części budynku	45 650,00	34,4
5	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem magazynowo-garażowej części budynku	6 290,00	34,8
6	Termomodernizacja tarasu na stropie	33 600,00	38,8

8.9 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego zmniejszającego zapotrzebowanie budynku na energię cieplną

8.9.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do dalszej analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Zakres przedsięwzięć termomodernizacyjnych	Analizowane warianty termomodern.						
	w 1	w 2	w 3	w 4	w 5	w 6	
Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku	•	•	•	•	•	•	
Ocieplenie ścian zewnętrznych socjalnej części budynku	•	•	•	•	•		
Wymiana okien i drzwi zewnętrznych socjalnej części budynku	•	•	•	•			
Ocieplenie ścian zewnętrznych magazynowo-garażowej części budynku	•	•	•				
Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem części magazynowo-garażow.	•	•					
Termomodernizacja tarasu na stropie	•						

8.9.2 Zestawienie kosztów dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Wariant	Zakres przedsięwzięć wchodzących w skład danego wariantu termomodernizacyjnego	Koszty realizacji
W1	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku + Ocieplenie ścian zewnętrznych socjalnej części budynku + Wymiana okien, drzwi zewnętrznych oraz bram garażowych + Ocieplenie ścian zewnętrznych magazynowo-garażowej części budynku + Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem części magazynowo-garażow. + Termomodernizacja tarasu na stropie	568 237,00
W2	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku + Ocieplenie ścian zewnętrznych socjalnej części budynku + Wymiana okien, drzwi zewnętrznych i bram garażowych + Ocieplenie ścian zewnętrznych magazynowo-garażowej części budynku + Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem części magazynowo-garażow.	534 637,00
W3	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku + Ocieplenie ścian zewnętrznych socjalnej części budynku + Wymiana okien, drzwi zewnętrznych i bram garażowych + Ocieplenie ścian zewnętrznych magazynowo-garażowej części budynku	528 347,00
W4	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku + Ocieplenie ścian zewnętrznych socjalnej części budynku + Wymiana okien, drzwi zewnętrznych i bram garażowych	482 697,00
W5	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku + Ocieplenie ścian zewnętrznych socjalnej części budynku	302 517,00
W6	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku	81 351,00

8.9.3 Określenie oszczędności zapotrzebowania na energię cieplną dla rozpatrywanych wariantów termomodernizacyjnych

stan istniejący / warianty modernizacyjne	system ogrzewania					system przygotowania c.w.u.					ogrzewanie + c.w.u.			oszczędności energii	
	Q _{H,nd} [GJ/rok]	q _{co} [kW]	η _{H,tot}	w _t w _d	Q _{K,H} [GJ/rok]	Q _{W,nd} [GJ/rok]	q _{cwu} [kW]	η _{W,tot}	Q _{K,W} [GJ/rok]	q _{co} +q _{cwu} [kW]	Q _{K,H} +Q _{K,W} [GJ/rok]	ΔQ [GJ/rok]	%ΔQ		
stan istniejący	559,12	101,09	0,819	0,85 0,88	510,37	13,83	15,00	0,990	10,45	116,09	520,82	-	-		
wariant 1	228,13	60,01	0,819	0,85 0,88	208,24	13,83	15,00	0,990	10,45	75,01	218,69	302,13	58,0%		
wariant 2	237,40	61,55	0,819	0,85 0,88	216,70	13,83	15,00	0,990	10,45	76,55	227,15	293,67	56,4%		
wariant 3	245,01	62,58	0,819	0,85 0,88	223,65	13,83	15,00	0,990	10,45	77,58	234,10	286,72	55,1%		
wariant 4	246,62	62,97	0,819	0,85 0,88	225,11	13,83	15,00	0,990	10,45	77,97	235,57	285,25	54,8%		
wariant 5	251,05	64,93	0,819	0,85 0,88	229,16	13,83	15,00	0,990	10,45	79,93	239,61	281,21	54,0%		
wariant 6	302,31	68,03	0,819	0,85 0,88	275,95	13,83	15,00	0,990	10,45	83,03	286,40	234,42	45,0%		

8.9.4 Określenie oszczędności kosztów dla rozpatrywanych wariantów termomodernizacyjnych

stan istniejący / warianty modernizacyjne	ogrzewanie i wentylacja				przygotowanie c.w.u.				c.o. + c.w.u		oszczędności kosztów		SPBT lata
	energia $Q_{k,H}$ [GJ/rok]	energia / nośnik energii	moc [kW]	roczne koszty [zł/rok]	energia $Q_{k,w}$ [GJ/rok]	energia / nośnik energii	moc [kW]	roczne koszty [zł/rok]	roczne koszty [zł/rok]	ΔO [zł/rok]	% ΔO		
stan istniejący	510,37	olej opałowy	101,09	48 757,45	10,45	energia elektryczna	15,00	1 857,81	50 615,26	-	-	-	-
wariant 1	208,24	olej opałowy	60,01	19 893,83	10,45	energia elektryczna	15,00	1 857,81	21 751,64	28 863,62	57,0%	19,7	19,7
wariant 2	216,70	olej opałowy	61,55	20 702,21	10,45	energia elektryczna	15,00	1 857,81	22 560,02	28 055,24	55,4%	19,1	19,1
wariant 3	223,65	olej opałowy	62,58	21 365,83	10,45	energia elektryczna	15,00	1 857,81	23 223,64	27 391,62	54,1%	19,3	19,3
wariant 4	225,11	olej opałowy	62,97	21 506,23	10,45	energia elektryczna	15,00	1 857,81	23 364,04	27 251,22	53,8%	17,7	17,7
wariant 5	229,16	olej opałowy	64,93	21 892,54	10,45	energia elektryczna	15,00	1 857,81	23 750,35	26 864,91	53,1%	11,3	11,3
wariant 6	275,95	olej opałowy	68,03	26 362,61	10,45	energia elektryczna	15,00	1 857,81	28 220,43	22 394,84	44,2%	3,6	3,6

8.9.5 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu ¹⁾	Premia termomodernizacyjna ²⁾
1	wariant 1	568 237,00 zł	28 863,62 zł	57,0%	284 118,50 zł 50,0%	90 917,92 zł
2	wariant 2	534 637,00 zł	28 055,24 zł	55,4%	267 318,50 zł 50,0%	85 541,92 zł
3	wariant 3	528 347,00 zł	27 391,62 zł	54,1%	264 173,50 zł 50,0%	84 535,52 zł
4	wariant 4	482 697,00 zł	27 251,22 zł	53,8%	241 348,50 zł 50,0%	77 231,52 zł
5	wariant 5	302 517,00 zł	26 864,91 zł	53,1%	151 258,50 zł 50,0%	48 402,72 zł
6	wariant 6	81 351,00 zł	22 394,84 zł	44,2%	40 675,50 zł 50,0%	13 016,16 zł

¹⁾ Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.

²⁾ Wyokość premii termomodernizacyjnej obliczona jako 16% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 5 ust. 1 ustawy.

8.10 Ocena opłacalności budowy instalacji fotowoltaicznej

System techniczny						
System zasilania budynku w energię elektryczną.						
Opis modernizacji:						
Planowana jest budowa instalacji fotowoltaicznej z panelami zlokalizowanymi na dachu budynku. Przewidywany jest montaż paneli o łącznej mocy wynoszącej 3 kWp.						
Dane przyjęte do obliczeń						
zapotrzebowanie budynku na energię elektryczną: $E_{el} = 8\ 600$ kWh/rok						
opłaty zmienne: $O_z = 0,640$ zł/kWh						
opłaty abonamentowe: $Ab = 12,26$ zł/m-c						
Obliczenia	Jednostki	stan istniejący		z instalacją fotowoltaiczną		
Produkcja energii z instalacji fotowoltaicznej (bilans roczny) E_{pv}	[kWh/rok]	0		2 700		
Ilość energii elektrycznej pobieranej z sieci elektroenergetycznej (bilans roczny) E_{sys}	[kWh/rok]	8 600		5 900		
Roczne koszty zużycia energii elektrycznej $K_{0,1} = E_{sys} \cdot O_z + 12 \cdot Ab =$	[zł/rok]	5 651,12		3 923,12		
Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rU} = K_0 - K_1$	[zł/rok]	-		1 728,00		
Koszty realizacji usprawnienia N_U	[zł]	-		19 000,00		
Prosty czas zwrotu $SPBT = N_U / \Delta O_{rU}$	[lata]	-		11,0		
Wybrany wariant:	1	Koszty:	19 000,00 zł	SPBT=	11,0	lat

9. OPIS PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO REALIZACJI

9.1 Przedsięwzięcia wybrane do realizacji

Zgodnie ze wstępnymi założeniami planowana jest kompleksowa termomodernizacja budynku uwzględniająca realizację wszystkich analizowanych usprawnień termomodernizacyjnych (wariant 1) oraz budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 3 kW.

9.2 Wyszczególnienie planowanych przedsięwzięć

Przedsięwzięcia planowane do realizacji
<ul style="list-style-type: none">Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem części socjalnej budynku Ocieplenie stropu warstwą wełny mineralnej grubości 24 cm. Zastosowany zostanie wełna o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.
<ul style="list-style-type: none">Ocieplenie ścian zewnętrznych części socjalnej budynku Ocieplenie ścian warstwą styropianu grubości 12 cm. Zastosowany zostanie styropian o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.
<ul style="list-style-type: none">Wymiana okien, drzwi zewnętrznych i bram garażowych Zamontowane zostaną nowe okna i drzwi zewnętrzne. Okna muszą charakteryzować się współczynnikiem przenikania ciepła nie większym niż $0,90 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Drzwi zewnętrzne oraz bramy garażowe muszą charakteryzować się współczynnikiem przenikania ciepła nie większym niż $1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.
<ul style="list-style-type: none">Ocieplenie ścian zewnętrznych magazynowo-garażowej części budynku Ocieplenie ścian warstwą styropianu grubości 12 cm. Zastosowany zostanie styropian o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.
<ul style="list-style-type: none">Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem magazynowo-garażowej części budynku Ocieplenie stropu warstwą wełny mineralnej grubości 15 cm. Zastosowany zostanie wełna o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.
<ul style="list-style-type: none">Przebudowa warstw tarasowych na stropie Wykonanie warstwy termoizolacji grubości 22 cm. Zastosowany zostanie styropian posadzkowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.
<ul style="list-style-type: none">Budowa instalacji fotowoltaicznej Planowana jest budowa instalacji fotowoltaicznej z panelami o łącznej mocy 3 kW.

9.3 Zestawienie przewidywanych kosztów planowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych

• Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem socjalnej części budynku	81 351,00 zł
• Ocieplenie ścian zewnętrznych części socjalnej budynku	221 166,00 zł
• Wymiana okien i drzwi zewnętrznych socjalnej części budynku	180 180,00 zł
• Ocieplenie ścian zewnętrznych magazynowo-garażowej części budynku	45 650,00 zł
• Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem magazynowo-garażowej części budynku	6 290,00 zł
• Przebudowa warstw tarasowych na stropie	33 600,00 zł
• Budowa instalacji fotowoltaicznej	19 000,00 zł
Koszty całkowite	587 237,00 zł

9.4 Dalsze działania inwestora

Dalsze działania służące realizacji planowanych przedsięwzięć:

- opracowanie kosztorysu inwestorskiego,
- ustalenie źródeł finansowania,
- zawarcie umów z wykonawcami robót,
- realizacja prac,
- odbiór techniczny wykonanych prac,
- wykonanie audytu energetycznego ex post,
- rozliczenie finansowe wykonanych przedsięwzięć.

10. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU - PO PLANOWANEJ TERMOMODERNIZACJI

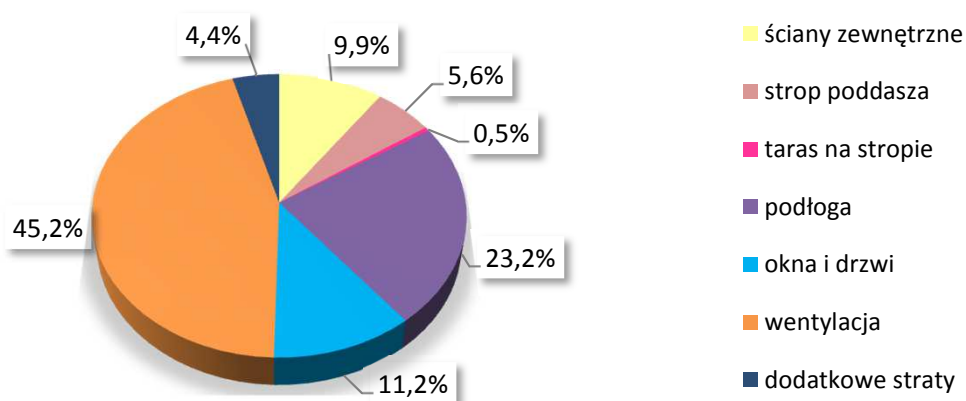
10.1 Obliczenie bilansu energii cieplnej na potrzeby ogrzewania i wentylacji

Sezonowe zapotrzebowanie budynku na energię obliczono w programie Audytor OZC 7.0 Pro. Wydruk wyników obliczeń przedstawiono w załączniku Z4.

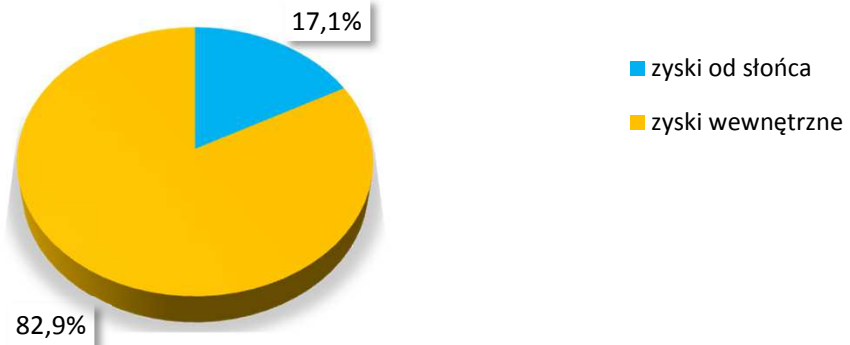
Tabela 3. Zestawienie wyników obliczeń bilansu energii cieplnej

A. Zestawienie strat energii cieplnej		
Wyszczególnienie	Q_{tr}, Q_{ve} [GJ/rok]	udział proc.
ściany zewnętrzne	65,06	9,9%
strop pod nieogrzewanym poddaszem	36,87	5,6%
taras na stropie	3,03	0,5%
podłoga na gruncie	152,73	23,2%
okna i drzwi zewnętrzne	73,46	11,2%
wentylacja	296,91	45,2%
dotatkowe straty przegród (mostki termiczne)	28,97	4,4%
Razem	657,03	100,0%
B. Zestawienie zysków ciepła z uwzględnieniem sprawność wykorzystania		
Wyszczególnienie	Q_{sol}, Q_{int} [GJ/rok]	udział proc.
zyski od słońca	91,59	17,1%
zyski wewnętrzne	443,72	82,9%
Razem	535,31	100,0%
C. Bilans energii cieplnej i zapotrzebowanie na moc		
Współczynnik wykorzystania zysków ciepła $\eta_{H,gn}$		0,801
Zapotrzebowanie na energię $Q_{H,nd}$ [GJ/rok]		228,13
Zapotrzebowanie na moc q_{co} [kW]		60,01

straty energii cieplnej



zyski energii cieplnej



10.2 Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przedstawione zostały w załączniku Z2.

Tabela 4. Zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w.u.

Wyniki obliczeń	
Zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{W,nd}$ [GJ/rok]	13,83
Zapotrzebowanie na moc cieplną q_{cwu} [kW]	15,00

10.3 Charakterystyka systemu grzewczego

Sposób ogrzewania budynku	System centralnego ogrzewania zasilany z kotła olejowego.		
Rodzaje paliwa / nośnik energii	olej opałowy		
Liczba dni ogrzewania w tygodniu	5 dni ($w_t=0,85$)		
Czas przerw w ogrzewaniu	16 godzin ($w_d=0,88$)		
Określenie sprawności systemów ogrzewania w budynku			
Źródła ciepła	kocioł olejowy	-	
Procentowy udział źródeł ciepła	u_H	100%	-
Sprawność wytwarzania	$\eta_{H,g}$	0,97	-
Sprawność przesyłu	$\eta_{H,d}$	0,96	-
Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e}$	0,88	-
Sprawność akumulacji	$\eta_{H,s}$	1,00	-
Całkowita sprawność systemu grzewczego	$\eta_{H,tot}$	0,819	-

10.4 Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna. Dopływ świeżego powietrza poprzez nawiewniki okienne i nieszczelności w obudowie budynku. Powietrze usuwane jest poprzez kratki wentylacyjne.
-------------------------	--

10.5 Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Sposób przygotowania c.w.u.	Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest za pomocą podgrzewaczy elektrycznych.
-----------------------------	--

Określenie sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Rodzaj źródła ciepła		podgrzewacz elektr.	–
Procentowy udział źródeł ciepła	u_w	100%	–
Sprawność wytwarzania	$\eta_{w,g}$	0,99	–
Sprawność przesyłu	$\eta_{w,d}$	1,00	–
Sprawność akumulacji	$\eta_{w,s}$	1,00	–
Całkowita sprawność systemu c.w.u.	$\eta_{w,tot}$	0,990	–

10.6 Zapotrzebowanie budynku na końcową energię na potrzeby ogrzewania i przygotowania c.w.u.

- na potrzeby ogrzewania i wentylacji

$$Q_{k,H} = w_t \cdot w_d \cdot Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} = 208,24 \text{ GJ/rok} = 57\,844 \text{ kWh/rok}$$

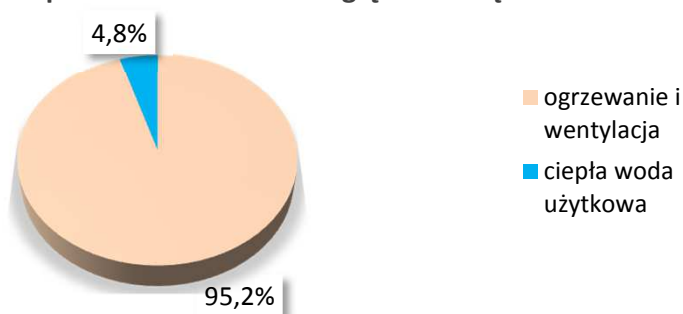
- na potrzeby przygotowania c.w.u.

$$Q_{k,W} = w_t \cdot w_d \cdot Q_{W,nd} / \eta_{W,tot} = 10,45 \text{ GJ/rok} = 2\,903 \text{ kWh/rok}$$

- całkowite zapotrzebowanie na końcową energię na potrzeby ogrzewania i przygotowania c.w.u.

$$Q_k = Q_{k,H} + Q_{k,W} = 208,24 \text{ GJ/rok} = 57\,844 \text{ kWh/rok}$$

zapotrzebowanie na energię końcową



10.7 Roczne zużycie energii elektrycznej

- całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną

$$E_{el} = 8\,600 \text{ kWh/rok}$$

- produkcja energii z instalacji fotowoltaicznej

$$E_{PV} = 2\,700 \text{ kWh/rok}$$

- energia pobierana z sieci elektroenergetycznej

$$E_{sys} = 5\,900 \text{ kWh/rok}$$

10.8 Roczne koszty eksploatacji budynku

- koszty ogrzewania

cena jednostkowa oleju opałowego

$$O_z = 3,50 \text{ zł/l} = 3\,500,00 \text{ zł/m}^3 = 4\,069,77 \text{ zł/Mg} = 95,53 \text{ zł/GJ}$$

wartość opałowa oleju opałowego

$$w_o = 42,6 \text{ GJ/Mg}$$

roczna ilość spalania oleju opałowego

$$B = Q_{k,H} / w_o = 4,888 \text{ Mg/rok} = 5,684 \text{ m}^3/\text{rok}$$

roczne koszty ogrzewania budynku

$$K_{co} = B \cdot O_z = 19\,893,83 \text{ zł/rok}$$

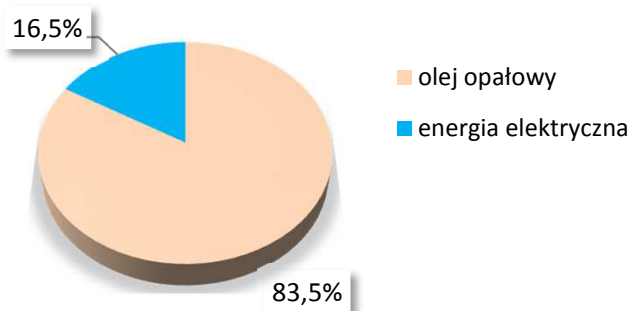
- koszty zużycia energii elektrycznej (w tym na przygotowanie ciepłej wody użytkowej)

$$K_{el} = E_{sys} \cdot O_z + 12 \cdot Ab = 3\,923,12 \text{ zł/rok}$$

- całkowite koszty

$$K = K_{co} + K_{el} = 23\,816,95 \text{ zł/rok}$$

koszty eksploatacji budynku



10.9 Udział odnawialnych źródeł energii

Udział odnawialnych źródeł energii w pokryciu zapotrzebowania budynku na energię końcową zużywaną na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej	$U_{oze} =$	1,6%
Udział odnawialnych źródeł energii w pokryciu zapotrzebowania budynku na energię końcową zużywaną na potrzeby ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz energię elektryczną	$U_{oze} =$	4,2%

11. ZESTAWIENIE WYNIKÓW AUDYTU

11.1 Uzyskane efekty energetyczne

Tabela 5. Zestawienie uzyskanych efektów energetycznych - energia na potrzeby ogrzewania i c.w.u.

Energia i moc cieplna	jedn.	przed termomodern.	po termomodern.	zmniejszenie zapotrz.	efekt procent.
zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby ogrzewania $Q_{H,nd}$	GJ/rok	559,12	228,13	330,99	59,2%
zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby przygotowania c.w.u. $Q_{W,nd}$	GJ/rok	13,83	13,83	0,00	0,0%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania $Q_{K,H}$	GJ/rok	510,37	208,24	302,13	59,2%
zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby przygotowania c.w.u. $Q_{K,W}$	GJ/rok	10,45	10,45	0,00	0,0%
łącznie zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania i przyg. c.w.u. Q_K	GJ/rok	520,82	218,69	302,13	58,0%
zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby ogrzewania q_{co}	kW	101,09	60,01	41,08	40,6%
zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u. q_{cwu}	kW	15,00	15,00	0,00	0,0%
łącznie zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby ogrzewania i przygotowania c.w.u. q	kW	116,09	75,01	41,08	35,4%

Tabela 6. Zestawienie zapotrzebowania na energię elektryczną

Energia elektryczna	jedn.	przed termomodern.	po termomodern.	zmniejszenie zapotrz.	efekt procent.
całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	8 600	8 600	0	0,0%
zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej	kWh/rok	8 600	5 900	2 700	31,4%

11.2 Uzyskane efekty ekonomiczne dla całego zadania

Tabela 7. Zestawienie uzyskanych efektów ekonomicznych.

Koszty eksploatacyjne	jedn.	przed termomodern.	po termomodern.	zmniejszenie kosztów	efekt procent.
roczne koszty zużycia oleju opałowego	zł/rok	48 757,45	19 893,83	28 863,62	59,2%
roczne koszty zużycia energii elektrycznej	zł/rok	5 651,12	3 923,12	1 728,00	30,6%
łącznie roczne koszty eksploatacji budynku	zł/rok	54 408,57	23 816,95	30 591,62	56,2%

Przewidywane nakłady finansowe: 587 237,00 zł

Prosty czas zwrotu nakładów finansowych: 19,2 lat

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1 - Dane klimatyczne	str. 41
Załącznik 2 - Obliczenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania c.w.u.	str. 42
Załącznik 3 - Obliczenie ilości powietrza wentylacyjnego	str. 43
Załącznik 4 - Wydruki obliczeń z programu Audytor OZC	str. 45

Załącznik 1 - DANE KLIMATYCZNE

Stacja meteorologiczna	Sulejów
------------------------	---------

projektowa temperatura zewnętrzna: $t_{z0} = -20 \text{ } ^\circ\text{C}$

średnia roczna temperatura zewnętrzna: $t_m = 7,8 \text{ } ^\circ\text{C}$

Stopniogodziny Sg1 dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w = 20^\circ\text{C}$.

Stopniogodziny Sg2 dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w = 10^\circ\text{C}$.

W obliczeniach przyjęto okres ogrzewania od września do maja.

miesiąc	Ld(m)	$t_e(m)$	t_{w1}	Sg1	t_{w2}	Sg2
	dni	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	h·K/rok	$^\circ\text{C}$	h·K/rok
styczeń	31	-0,4	20,0	15 178	10,0	7 738
luty	28	-2,0	20,0	14 784	10,0	8 064
marzec	31	2,5	20,0	13 020	10,0	5 580
kwiecień	30	7,7	20,0	8 856	10,0	1 656
maj	31	12,7	20,0	5 431	10,0	0
czerwiec	30	–	–	–	–	–
lipiec	31	–	–	–	–	–
sierpień	31	–	–	–	–	–
wrzesień	30	12,3	20,0	5 544	10,0	0
październik	31	8,3	20,0	8 705	10,0	1 265
listopad	30	3,5	20,0	11 880	10,0	4 680
grudzień	31	-0,6	20,0	15 326	10,0	7 886

Suma stopniogodzin Sg1 dla sezonu grzewczego	98 724	h·K/rok
Suma stopniogodzin Sg2 dla sezonu grzewczego	36 869	h·K/rok

Załącznik 2 - ZAPOTRZEBOWANIE BUDYNKU NA CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ

Dane przyjęte do obliczeń	Jednostki	Wartość
Powierzchnia pomieszczeń z funkcjonującym systemem c.w.u. A	m^2	820,3
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową V_{wi}	$dm^3/(m^2 \cdot doba)$	0,35
Ciepło właściwe wody c_w	$kJ/(kg \cdot K)$	4,19
Temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym θ_w	$^{\circ}C$	55
Temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}C$	10
Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu k_R	–	0,70
Gęstość wody ρ_w	kg/dm^3	1,0
Liczba dni w roku t_R	doba	365
Obliczenia	Jednostki	Wartość
Roczne zużycie ciepłej wody użytkowej $V_{a,sr} = A_f \cdot V_{wi} \cdot k_R \cdot t_R / 1000$	m^3/rok	73,36
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{W,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/rok GJ/rok	3 842 13,83

Załącznik 3 - OBLICZENIE ILOŚCI POWIETRZA WENTYLACYJNEGO

Z.3.1 - Obliczenie podstawowego uśrednionego strumienia powietrza wentylacyjnego

- dla części socjalnej budynku

Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do pow. ogrzewanej: $V_{ve,s} = 0,00042 \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$

Powierzchnia ogrzewana: $A_f = 1\,213,43 \text{ m}^2$

Podstawowy strumień powietrza wentylacyjnego: $V_{ve,1} = A_f \cdot V_{ve,s} \cdot 3600 = 1\,834,7 \text{ m}^3/\text{h}$

- dla części magazynowo-garażowej budynku

Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do pow. ogrzewanej: $V_{ve,s} = 0,00033 \text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$

Powierzchnia ogrzewana: $A_f = 183,90 \text{ m}^2$

Podstawowy strumień powietrza wentylacyjnego: $V_{ve,2} = A_f \cdot V_{ve,s} \cdot 3600 = 218,5 \text{ m}^3/\text{h}$

- dla całego budynku

$$V_{ve} = V_{ve,1} + V_{ve,2} = 2053,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z.3.2 - Obliczenie infiltracji powietrza do pomieszczeń przed wymianą okien i drzwi

- dla części socjalnej budynku

Stopień szczelności okien: średni

Kubatura pomieszczeń: $V = 3874,6 \text{ m}^3$

Krotność wymian powietrza przy różnicy ciśnień 50 Pa (oszacowanie): $n_{50} = 3,5 \text{ 1/h}$

Strumień powietrza infiltrującego: $V_{inf,1} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot V = 678,1 \text{ m}^3/\text{h}$

- dla części socjalnej magazynowo-garażowej budynku

Stopień szczelności okien: średni

Kubatura pomieszczeń: $V = 688,7 \text{ m}^3$

Krotność wymian powietrza przy różnicy ciśnień 50 Pa (oszacowanie): $n_{50} = 3,5 \text{ 1/h}$

Strumień powietrza infiltrującego: $V_{inf,2} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot V = 120,5 \text{ m}^3/\text{h}$

- dla całego budynku

$$V_{inf} = V_{inf,1} + V_{inf,2} = 798,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z.3.3 - Obliczenie infiltracji powietrza do pomieszczeń po wymianie okien i drzwi

- dla części socjalnej budynku

Stopień szczelności okien: wysoki

Kubatura pomieszczeń: $V = 3874,6 \text{ m}^3$

Krotność wymian powietrza przy różnicy ciśnień 50 Pa (oszacowanie): $n_{50} = 2,0 \text{ 1/h}$

Strumień powietrza infiltrującego: $V_{inf,1} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot V = 387,5 \text{ m}^3/\text{h}$

- dla części socjalnej magazynowo-garażowej budynku

Stopień szczelności okien: wysoki

Kubatura pomieszczeń: $V = 688,7 \text{ m}^3$

Krotność wymian powietrza przy różnicy ciśnień 50 Pa (oszacowanie): $n_{50} = 2,0 \text{ 1/h}$

Strumień powietrza infiltrującego: $V_{\text{inf},2} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot V = 68,9 \text{ m}^3/\text{h}$

- dla całego budynku

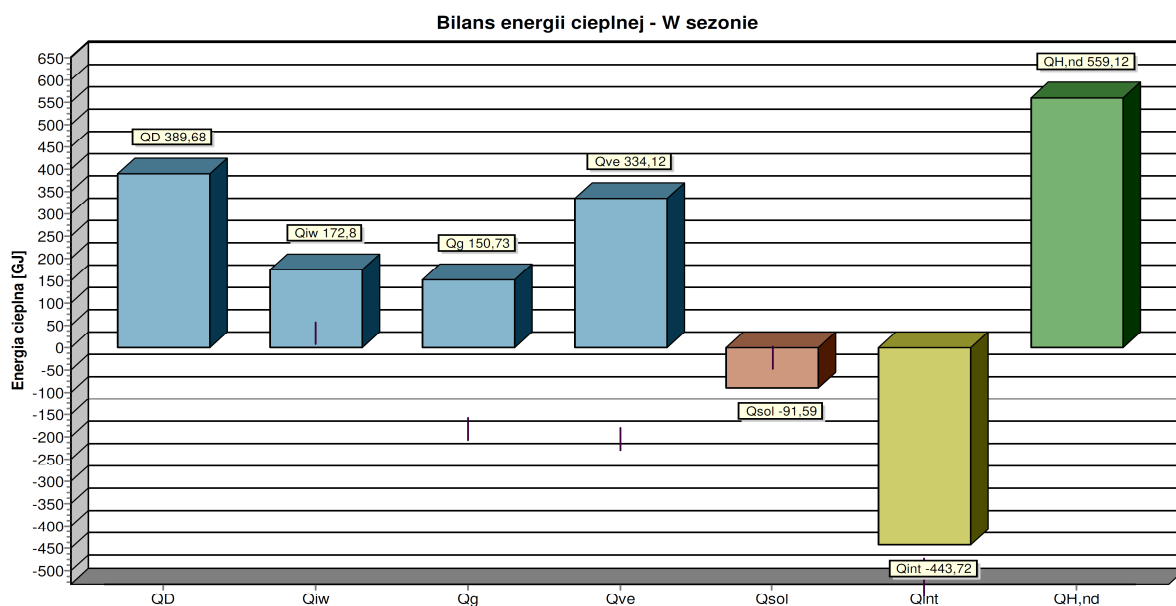
$$V_{\text{inf}} = V_{\text{inf},1} + V_{\text{inf},2} = 456,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Załącznik 4 - WYDRUK OBLICZEŃ Z PROGRAMU AUDYTOR OZC

Z.4.1 - Wyniki obliczeń energetycznych - stan istniejący

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	STREFA III		
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C	
Stacja meteorologiczna:	Sulejów		
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1397,3	m ²	
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4563,3	m ³	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	72636	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	28455	W	
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	101091	W	
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	101091	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	72,3	W/m ²	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	22,2	W/m ³	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Sulejów		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	559,12	GJ/rok	
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	155312	kWh/rok	
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1397,33	m ²	
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4563,3	m ³	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	400,1	MJ/(m ² ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	111,1	kWh/(m ² ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	122,5	MJ/(m ³ ·rok)	
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	34,0	kWh/(m ³ ·rok)	



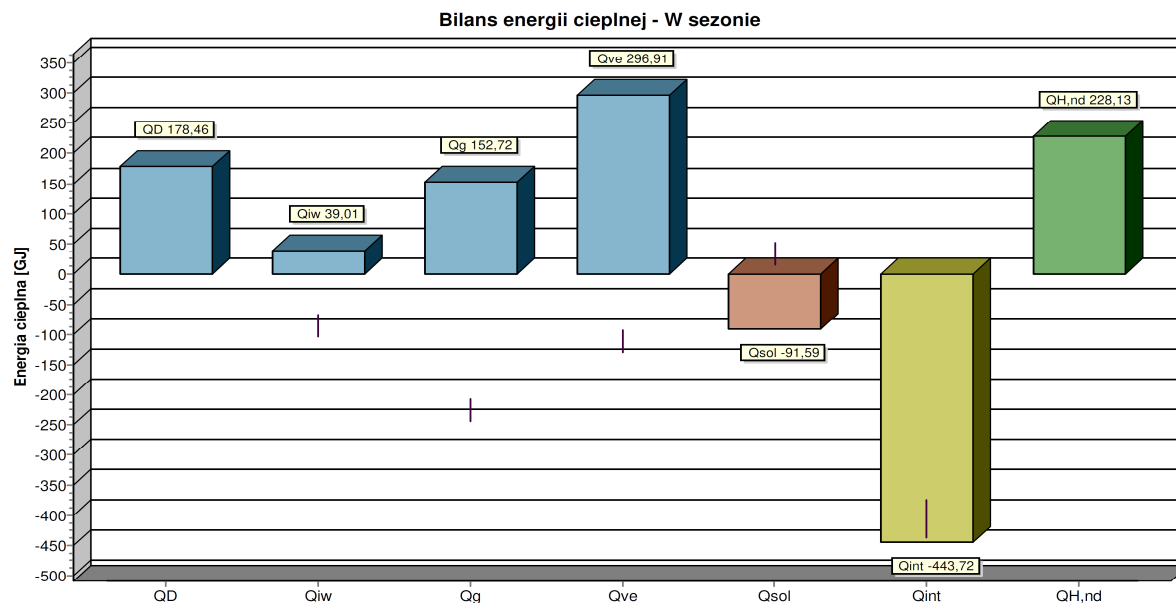
Bil	Miesiąc	$T_{em,m}$ °C	Q_D	Q_{iw}	Q_g	Q_{ve}	$\eta_{H,gn}$	Q_{sol}	Q_{int}	$Q_{H,nd}$
			GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
■	Styczeń	-0,4	60,84	26,72	27,00	50,45	0,994	6,17	50,39	108,81
■	Luty	-2,0	59,56	26,08	26,36	54,52	0,995	6,68	45,51	114,57
■	Marzec	2,5	51,56	22,82	27,17	43,04	0,985	10,94	50,39	84,19
■	Kwiecień	7,7	33,85	15,30	20,56	29,81	0,942	15,19	48,76	39,28
■	Maj	12,7	20,52	9,42	13,57	17,59	0,746	21,53	50,39	7,48
■	Czerwiec	15,9	10,07	5,21	5,50	9,86	0,430	21,53	48,76	0,42
■	Lipiec	17,1	7,43	3,89	-0,30	6,99	0,246	22,35	50,39	0,10
■	Sierpień	17,1	7,47	3,89	-2,58	7,01	0,223	19,85	50,39	0,11
■	Wrzesień	12,3	21,38	9,66	-1,11	18,72	0,694	13,44	48,76	5,50
■	Październik	8,3	33,41	15,03	4,32	28,43	0,939	8,62	50,39	25,80
■	Listopad	3,5	46,98	20,78	12,09	40,58	0,988	4,81	48,76	67,50
■	Grudzień	-0,6	61,57	26,99	20,76	50,99	0,995	4,22	50,39	105,99
	W sezonie	7,9	389,68	172,80	150,73	334,12	0,912	91,59	443,72	559,12

Uwzględniono okres od września do maja.

Z.4.2 - Wyniki obliczeń energetycznych - wariant W1

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1397,3	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4563,3	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	32774	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	28455	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	60001	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	60001	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	42,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	13,1	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Sulejów	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	228,13	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	63369	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1397,33	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4563,3	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	163,3	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	45,4	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	50,0	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	13,9	kWh/(m ³ ·rok)



Bil	Miesiąc	Tem, m °C	Q _D	Q _{iw}	Q _g	Q _{ve}	η _{H, gn}	Q _{sol}	Q _{int}	Q _{H, nd}
			GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok		GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
■	Styczeń	-0,4	27,79	6,06	27,27	44,77	0,985	6,17	50,39	50,21
■	Luty	-2,0	27,20	5,93	26,63	48,38	0,990	6,68	45,51	56,45
■	Marzec	2,5	23,54	5,14	27,39	38,21	0,954	10,94	50,39	35,77
■	Kwiecień	7,7	15,46	3,38	20,68	26,48	0,834	15,19	48,76	12,67
■	Maj	12,7	9,48	2,12	13,71	15,69	0,557	21,53	50,39	0,94
■	Czerwiec	15,9	4,06	1,20	5,57	8,82	0,280	21,53	48,76	0,00
■	Lipiec	17,1	3,03	0,92	-0,23	6,27	0,137	22,35	50,39	0,00
■	Sierpień	17,1	3,05	0,93	-2,50	6,30	0,111	19,85	50,39	0,00
■	Wrzesień	12,3	9,95	2,20	-0,91	16,74	0,447	13,44	48,76	0,15
■	Październik	8,3	15,47	3,37	4,60	25,37	0,784	8,62	50,39	2,57
■	Listopad	3,5	21,47	4,67	12,29	36,03	0,965	4,81	48,76	22,77
■	Grudzień	-0,6	28,12	6,13	21,04	45,26	0,988	4,22	50,39	46,61
	W sezonie	7,9	178,46	39,01	152,72	296,91	0,820	91,59	443,72	228,13

Uwzględniono okres od września do maja.

Z.4.3 - Układ warst przegród poddanych termomodernizacji

RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ SZ1

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ1

SYMBOL **OPIS**

SZ1 Ściana zewnętrzna

PRODUCENT

TYP  Ściana zewnętrzna

WARUNKI WILGOTNOŚCI Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
					kJ/(kgK)			
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
SIPOREX-7	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,3800	0,350	700	1,000	1,086	9,5	5008,6
STYROP.031	Stryopian	0,1200	0,031	30	1,460	3,871	60,0	10000,0
TYNK-ZEW	Tynk zewnętrzny	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3

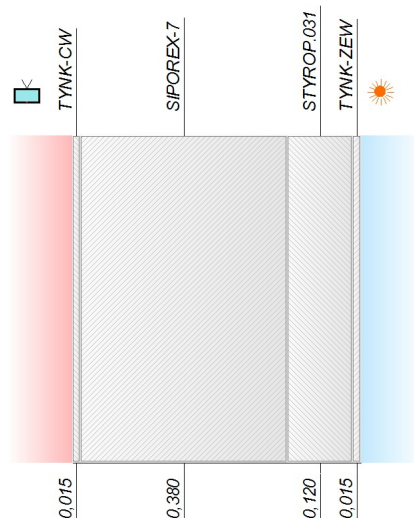
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,530 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 5,163 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,194 W/m²K



RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ SZ2

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ2

SYMBOL	OPIS
SZ2	Ściana zewnętrzna
PRODUCENT	
TYP	Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
SIPOREX-7	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,2400	0,350	700	1,000	0,686	9,5	3163,3
STYROPIAN	Styropian - inne przypadki.	0,0800	0,045	30	1,460	1,778	60,0	6666,7
STYROP.031	Styropian	0,1200	0,031	30	1,460	3,871	60,0	10000,0
TYNK-ZEW	Tynk zewnętrzny	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3

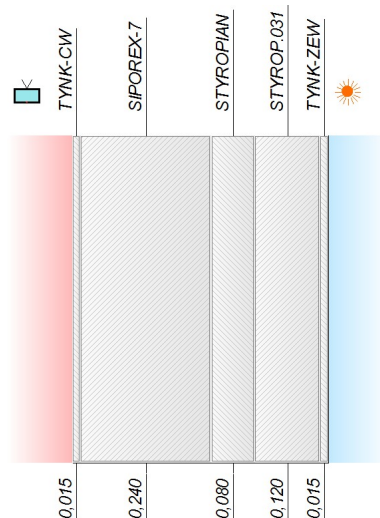
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,470 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 6,541 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,153 W/m²K



RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ SZ3

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ3

SYMBOL	OPIS
SZ3	Ściana zewnętrzna
PRODUCENT	
TYP	Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
SIPOREX-7	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,2400	0,350	700	1,000	0,686	9,5	3163,3
WAR.POW	Warstwa powietrzna niewentylowana.	0,0200				0,175	1,0	27,8
CEGLA-KRAT	Mur z cegły kratówki na zaprawie cemento	0,1200	0,560	1300	0,880	0,214	4,8	800,0
STYROPIAN	Stryropian	0,1200	0,031	30	1,460	3,871	60,0	10000,0
TYNK-ZEW	Tynk zewnętrzny	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,530 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 5,153 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,194 W/m²K



RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ SZ4

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ4

SYMBOL	OPIS
SZ4	Ściana zewnętrzna
PRODUCENT	
TYP	Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
SIPOREX-7	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,2400	0,350	700	1,000	0,686	9,5	3163,3
WAR.POW	Warstwa powietrzna niewentylowana.	0,0200				0,175	1,0	27,8
CEGLA-KRAT	Mur z cegły kratówki na zaprawie cemento	0,1200	0,560	1300	0,880	0,214	4,8	800,0
STYROP.031	Stryropian	0,1200	0,031	30	1,460	3,871	60,0	10000,0
TYNK-ZEW	Tynk zewnętrzny	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3

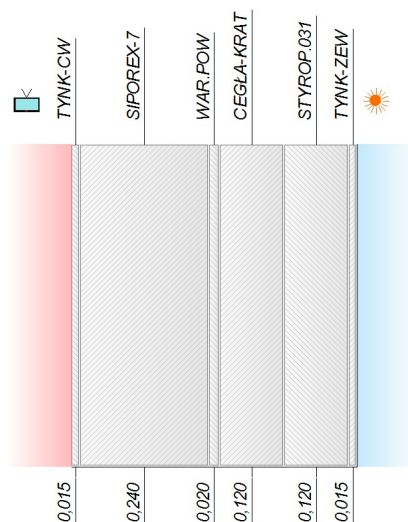
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,530 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 5,153 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,194 W/m²K



RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ SZ5

KONSTRUKCJA PRZEGRODY SZ5

SYMBOL	OPIS
SZ5	Ściana zewnętrzna
PRODUCENT	
TYP	Ściana zewnętrzna
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3
SIPOREX-7	Ściana z PGS "Siporex" na zaprawie cemen	0,3800	0,350	700	1,000	1,086	9,5	5008,6
STYROP.031	Stryopian	0,1200	0,031	30	1,460	3,871	60,0	10000,0
TYNK-ZEW	Tynk zewnętrzny	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3

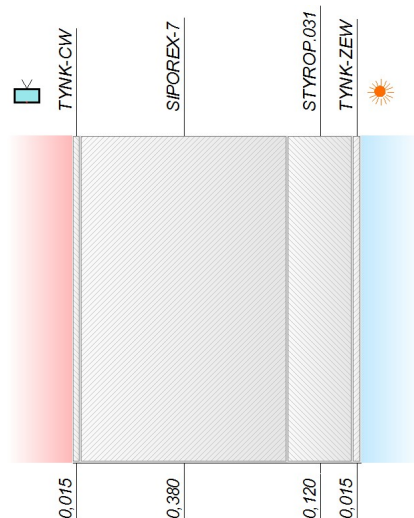
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,130 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,530 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 5,163 m²K/W


Współczynnik przenikania ciepła U 0,194 W/m²K



RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ ST2

KONSTRUKCJA PRZEGRODY ST2

SYMBOL	OPIS
ST2	Strop pod nieogrzewanym poddaszem
PRODUCENT	
TYP	 Strop pod nieogr.
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c _p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
WEŁNA 36	Filce i maty z wełny mineralnej	0,2400	0,036	70	0,750	6,667	1,5	500,0
GIPS-KART	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,0120	0,230	1000	1,000	0,052	9,6	160,0

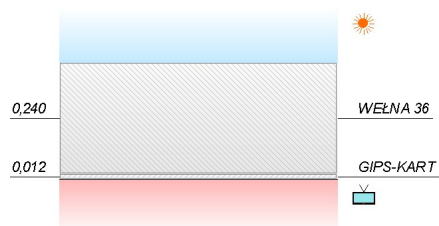
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,100 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,252 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,100 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 6,919 m²K/W


Współczynnik przenikania ciepła U 0,145 W/m²K



RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ ST3

KONSTRUKCJA PRZEGRODY ST3

SYMBOL	OPIS
ST3	Strop pod nieogrzewanym poddaszem
PRODUCENT	
TYP	 Strop pod nieogr.
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
WEŁNA 36	Filce i maty z wełny mineralnej	0,1500	0,036	70	0,750	4,167	1,5	312,5
ŻELBET	Żelbet.	0,1000	1,700	2500	0,840	0,059	24,0	3333,3
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0200	0,820	1850	0,840	0,024	16,0	444,4

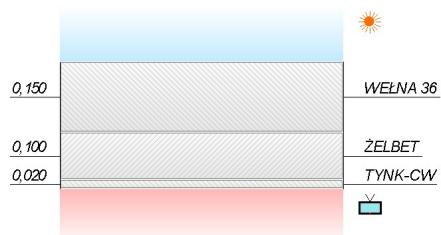
OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,100 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,270 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,100 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 4,450 m²K/W


Współczynnik przenikania ciepła U 0,225 W/m²K



RAPORT PRZEGRÓD WIELOWARSTWOWYCH

KARTA PRZEGRODY WIELOWARSTWOWEJ T1

KONSTRUKCJA PRZEGRODY T1

SYMBOL	OPIS
T1	Taras
PRODUCENT	
TYP	 Dach
WARUNKI WILGOTNOŚCI	Średnio wilgotne

SYMBOL	OPIS MATERIAŁU	d m	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	μ	Z m ² hPa/g
CERAMIKA	Płyty okładzinowe ceramiczne, terakota.	0,0250	1,050	2000	0,840	0,024	2,9	100,0
BET-POSADZ	Podkład z betonu pod posadzkę.	0,0500	1,400	2200	0,840	0,036	24,0	1666,7
STYROP.035	Stryropian	0,2200	0,035	30	1,460	6,286	60,0	18333,0
PAPA-ASF	Papa asfaltowa.	0,0050	0,180	1000	1,460	0,028	96,0	666,7
ŻELBET	Żelbet.	0,2000	1,700	2500	0,840	0,118	24,0	6666,7
TYNK-CW	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	16,0	333,3

OPÓR PRZEJMOWANIA WEWNĄTRZ R_i 0,100 m²K/W

GRUBOŚĆ G 0,515 m

OPÓR PRZEJMOWANIA NA ZEWNĄTRZ R_e 0,040 m²K/W

SUMA OPORÓW PRZEJM. I PRZEW. 6,649 m²K/W

Współczynnik przenikania ciepła U 0,150 W/m²K

