

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

DLA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI W TRYBIE USTAWY O WSPIERANIU  
TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW Z DNIA 21.11.2008r.

**Inwestor:**

Deporium inc. sp. z o.o.  
al. Krakowska 60  
05-090 Raszyn

**Obiekt:**

HOTEL MERCURE RESORT & SPA MRĄGOWO  
ul. Giżycka 6  
11-700 Mrągowo  
województwo:      warmińsko-mazurskie

**Wykonawca:**

Przedsiębiorstwo Wielobranżowe "LOKUM" s.c.  
ul. Parkowa 15/4U  
30-538 Kraków

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1.	Dane identyfikacyjne budynku		
1.1. Rodzaj budynku	hotel		1.2. Rok budowy 1980
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)  tel. / fax.: PESEL *	Deporium inc. sp. z o.o. al. Krakowska 60 05-090      Raszyn woj.:      mazowieckie (48) 224808777	1.4 Adres budynku ul. Giżycka 6 11-700      Mrągowo powiat:      mrągowski woj.:      warmińsko-mazurskie	
2.	Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt		
	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe "LOKUM" s.c. ul. Parkowa 15/4U 30-538      Kraków      woj. małopolskie tel.: 12 651 20 15 REGON 351620943		
3.	Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis		
1.	mgr inż. Łukasz KRUK  Smardzowice 59B 32-077 Smardzowice woj. małopolskie PESEL 78101506811	mgr inż. Technologii Chemicznej spec. ds. Gospodarki Paliwami i Energią mgr inż. Łukasz Kruk  Audytory Energetyczny ZAE nr 1185 Certyfikator Energetyczny nr 11054  Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1185	
4.	Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje		
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
2.	mgr inż. Łukasz KOWALCZYK	wykonanie bilansu ciepła	mgr inż. Inżynierii Środowiska w Energetyce  Audytory Energetyczny KAPE nr 0158
5.	Miejscowość i data wykonania opracowania	Kraków, 27.09.2018r.	

6.	Spis treści	
1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku	3.
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora	6
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana	7
5.	Ocena stanu technicznego budynku	8
6.	Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego	9
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	10
8.	Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	27
9.	Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	29
10.	Lista czynności niezbędnych do zrealizowania inwestycji	30
11.	Załączniki	33

2. Karta audytu energetycznego budynku				
1.	Dane ogólne	Stan przed termomodernizacją		Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	mieszana		mieszana
2.	Liczba kondygnacji	3 + piwnice		3 + piwnice
3.	Kubatura części ogrzewanej [m3]	48295,7		48295,7
4.	Powierzchnia netto budynku [m2]	13926,4		13926,4
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej, [m2]	0,0		0,0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2]	13520,8		13520,8
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0		0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	350		350
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralny, lokalna kotłownia gazowa		centralny, lokalna kotłownia gazowa
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny, lokalna kotłownia gazowa		centralny, lokalna kotłownia gazowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,27		0,27
12.	Inne dane charakteryzujące budynek			
2.	Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m2K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,51 0,40	0,30	0,20 0,20 0,30
2.	Dach / stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,42 0,38	0,46	0,15 0,14 0,15
3.	Strop na piwnicą	-		-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,26 0,28	0,30 0,36	0,26 0,28 0,30 0,36
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,80 2,00	1,40	0,90 0,90 1,40
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,50 4,00	2,50 1,40	1,30 1,30 1,40
7.	Inne			
3.	Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [ - ]	0,88		0,95
2.	Sprawność przesyłu [ - ]	0,93		0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [ - ]	0,77		0,88
4.	Sprawność akumulacji [ - ]	1,00		1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [ - ]	1,00		1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [ - ]	1,00		1,00
4.	Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [ - ]	0,88		0,95
2.	Sprawność przesyłu [ - ]	0,50		0,50
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [ - ]	1,00		1,00
4.	Sprawność akumulacji [ - ]	0,65		0,85
5.	Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna		grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	stolarka / kanały went.		stolarka / kanały went.
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m3/h]	113283,1		91280,4
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	2,35		1,89

6.	Charakterystyka energetyczna budynku		
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	1073,673	880,647
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	74,282	52,618
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	5881,40	3544,64
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	9333,07	4416,67
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	1756,91	1244,52
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	11118,68 dla c.o. i c.w.u.	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	jw.	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	120,830	72,823
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2rok)]	191,743	90,738
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7.	Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Koszt za 1 GJ ciepła na ogrzewanie budynku [zł/GJ]	48,14	48,14
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	6079,10	6079,10
3.	Koszt przygotowania 1m3 ciepłej wody użytkowej [zł/m3]	20,26	14,35
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowania ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	6079,10	6079,10
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m2 powierzchni użytkowej [zł/(m2 m-c)]	3,26	1,71
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	47,97	47,97
7.	Miesięczna opłata abonamentowa cwu [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
Planowana kwota kredytu [zł]		Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię, [%]	48,95%
Planowane koszty całkowite zabiegów termom., [zł]		Premia termomodernizacyjna, [zł]	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok] wynikająca z zabiegów termomodernizacyjnych	277 003,23		
Planowane koszty całkowite zabiegów termomodernizacyjnych i oświetlenia [zł]			

### 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

#### 3.1. Materiały wykorzystane do sporządzenia opracowania

- dokumentacja techniczna przekazana przez Inwestora,
- ankieta wypełniona podczas wizji lokalnej,
- faktury za zużyte ciepło lub paliwo.

#### 3.2. Obliczenia zapotrzebowania ciepła wg programu AUDYTOR OZC 6.8 PRO

#### 3.3. Wytyczne, sugestie i uwagi użytkownika:

- wzrost komfortu cieplnego,
- obniżenie kosztów ogrzewania,
- zmniejszenie emisji substancji zanieczyszczających do atmosfery,
- wzrost efektywności energetycznej.

#### 3.4. Wizja lokalna przeprowadzona w dniu: 12.09.2018r.

#### 3.5. Akty Prawne

Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. 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 z dnia 3 czerwca 2014r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

Norma na obliczanie oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła przegród - EN ISO 6946

Norma na obliczanie strat ciepła - PN EN 12831

Norma na obliczanie sezonowego zapotrzebowania energii - PN-EN ISO 13790

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana

##### 4.1. Opis ogólny obiektu

Hotel Merkurs Resort & Spa jest obiektem wolnostojącym z lat 80-tych z dobudowanym segmentem rekreacyjnych na początku 2000 roku. Obiekt składa się z trzech segmentów mieszkalnych, dwóch rekreacyjnych połączonych z częścią techniczną oraz z części biurowo-restauracyjnej. Obiekt częściowo podpiwniczony, całkowicie ogrzewany. Część mieszkalna składa się z 200 pokoi dwu i trzy osobowych. W segmentach rekreacyjnych znajdują się baseny, sauny, siłownie, pomieszczenia do ćwiczeń.

##### 4.2. Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne wykonane w technologii mieszanej. Ściany podłużne w technologii szkieletowej lekkiej z wypełnieniem z wełny mineralnej i zabezpieczone deskami. Ściany podłużne w dobrym stanie technicznym o niewystarczającej izolacji termicznej. Ściany poprzeczne betonowe ocieplone wełną mineralną i zabezpieczone deskami. Ściany poprzeczne w dobrym stanie technicznym o niewystarczającej izolacji termicznej. Ściany zewnętrzne nowej części rekreacyjnej trójwarstwowe z zewnętrznym wykończeniem z cegły klinkierowej. Ściany zewnętrzne w bardzo dobrym stanie technicznym.

Stropodachy wentylowane i niewentylowane oparte na stropie betonowych ocieplone wełną mineralną. Pokrycie z papy wykonane na pełnym deskowaniu. Brak wystarczającej izolacji termicznej. Dach nad nową częścią rekreacyjną pełny ocieplony w dobrym stanie technicznym. Taras w części restauracyjnej w dobrym stanie technicznym wykończony płytkami tarasowymi.

Okna drewniane i aluminiowe z szybą zespoloną. Wszystkie okna, za wyjątkiem okien w budynku rekreacyjnym nowym, wymagają wymiany.

Drzwi drewniane i aluminiowe z szybą zespoloną oraz drzwi stalowe, pełne. Wszystkie drzwi, za wyjątkiem drzwi w budynku rekreacyjnym nowym, wymagają wymiany.

##### 4.3. Ogólny opis instalacji c.o.

Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej - dwa kotły niskotemperaturowe o mocy 1,16 i 1,75kW. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami płytowymi z zaizolowanymi zaworami termostaticznymi. Instalacja jest wyeksploatowana, część zaworów nie działa, zdarzają się awarie. Instalacja zasilą również nagrzewnice wodne wentylacji mechanicznej.

##### 4.4. Ogólny opis instalacji cwu.

Ciepła woda przygotowywana w kotłowni gazowej. Zainstalowane dwa zasobniki c.w.u. Źródło i zasobniki wymagają modernizacji/wymiany. Instalacja rozprowadzająca miedziana i aluminiowa z cyrkulacją. Stan techniczny: dobry.

##### 4.5. Opis ogólny wentylacji.

Wentylacja grawitacyjna w części mieszkalnej i usługowej. W części rekreacyjnej wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła. W części restauracyjnej wentylacja mechaniczna, bez odzysku ciepła - instalacja systemu dystrybucji powietrza zanieczyszczona, zagrzybiona - wymagająca wymiany. Dodatkowo stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieszczelną stolarką okienną i drzwiową.

5. Ocena stanu technicznego budynku		
l.p.	charakterystyka stanu istniejącego	możliwości i sposób poprawy
1.	<b>przegrody zewnętrzne</b>	
	P1 ściana zewnętrzna U= 0,51 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,20 W/(m2K)
	P2 ściana zewnętrzna U= 0,40 W/(m2K)	Docieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną - technologia lekka mokra, metoda BSO. U=0,20 W/(m2K)
	P3 stropodach wentylowany U= 0,42 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. U=0,15 W/(m2K)
	P4 stropodach niewentylowany U= 0,38 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. U=0,15 W/(m2K)
	P5 stropodach nad maszynownią U= 0,46 W/(m2K)	Docieplenie stropodachu wełną mineralną. U=0,15 W/(m2K)
2.	<b>okna i drzwi</b>	
	Okna drewniane i aluminiowe z szybą zespoloną. Wszystkie okna, za wyjątkiem okien w budynku rekreacyjnym nowym, wymagają wymiany.	Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2021.
3.	Drzwi drewniane i aluminiowe z szybą zespoloną oraz drzwi stalowe, pełne. Wszystkie drzwi, za wyjątkiem odrzwi w budynku rekreacyjnym nowym, wymagają wymiany.	Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe, spełniające warunki techniczne WT2021.
	<b>wentylacja</b>	
4.	Wentylacja grawitacyjna w części mieszkalnej i usługowej. W części rekreacyjnej wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła. W części restauracyjnej wentylacja mechaniczna, bez odzysku ciepła - instalacja systemu dystrybucji powietrza zanieczyszczona, zagrzybiona - wymagająca wymiany. Dodatkowo stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe, z nawiewnikami, spełniające warunki techniczne WT2021. Wymiana systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej w segmencie z restauracją na nową z zastosowaniem odzysku ciepła.
	<b>instalacja ciepłej wody użytkowej</b>	
5.	Ciepła woda przygotowywana w kotłowni gazowej. Zainstalowane dwa zasobniki c.w.u. Źródło i zasobniki wymagają modernizacji/wymiany. Instalacja rozprowadzająca miedziana i aluminiowa z cyrkulacją. Stan techniczny: dobry.	Wymiana źródła ciepła dla potrzeb przygotowania ciepłej wody na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Wymiana zasobników ciepłej wody.
	<b>instalacja grzewcza</b>	
5.	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej - dwa kotły niskotemperaturowe o mocy 1,16 i 1,75kW. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami płytowymi z zaizolowanymi zaworami termostatycznymi. Instalacja jest wyeksploatowana, część zaworów nie działa, zdarzają się awarie. Instalacja zasilą również nagrzewnice wodne wentylacji mechanicznej.	Wymiana źródła ciepła na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania, tj. wymiana instalacji wewnętrznej wraz z grzejnikami na nowe o znikomej bezwładności cieplnej, zastosowanie zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników. Zastąpienie istniejących central wentylacyjnych pracujących dla potrzeb części restauracyjnej nowymi centralami. Zastosowanie powietrznych pomp ciepła w centralach wentylacyjnych.



6. Wykaz rodzaju usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego		
l.p.	rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	sposób realizacji
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	przegrody zewnętrzne
		Docieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,20$ W/(m <sup>2</sup> K)
		Docieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną - technologia lekka mokra, metoda BSO. $U=0,20$ W/(m <sup>2</sup> K)
		Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. $U=0,15$ W/(m <sup>2</sup> K)
		Docieplenie stropodachu granulatem wełny mineralnej. $U=0,15$ W/(m <sup>2</sup> K)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie.	okna i drzwi
		Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe spełniające warunki techniczne WT2021.
3.	Wentylacja grawitacyjna w części mieszkalnej i usługowej. W części rekreacyjnej wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła. W części restauracyjnej wentylacja mechaniczna, bez odzysku ciepła - instalacja systemu dystrybucji powietrza zanieczyszczona, zagrzybiona - wymagająca wymiany. Dodatkowo stwierdzono nadmierne przewietrzanie w strefach z nieuszczelną stolarką okienną i drzwiową.	Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe, spełniające warunki techniczne WT2021.
		wentylacja
4.	Ciepła woda przygotowywana w kotłowni gazowej. Zainstalowane dwa zasobniki c.w.u. Źródło i zasobniki wymagają modernizacji/wymiany. Instalacja rozprowadzająca miedziana i aluminiowa z cyrkulacją. Stan techniczny: dobry.	Wymiana starych okien i drzwi zewnętrznych na nowe, z nawiewnikami, spełniające warunki techniczne WT2021. Wymiana systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej w segmencie z restauracją na nową z zastosowaniem odzysku ciepła.
		instalacja ciepłej wody użytkowej
5.	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej - dwa kotły niskotemperaturowe o mocy 1,16 i 1,75kW. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami płytowymi z zaizolowanymi zaworami termostатыcznymi. Instalacja jest wyeksploatowana, część zaworów nie działa, zdarzają się awarie. Instalacja zasilana również nagrzewnicami wodnymi wentylacji mechanicznej.	Wymiana źródła ciepła dla potrzeb przygotowania ciepłej wody na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Wymiana zasobników ciepłej wody.
		instalacja grzewcza
5.	Budynek zasilany w ciepło z własnej kotłowni gazowej - dwa kotły niskotemperaturowe o mocy 1,16 i 1,75kW. Instalacja centralnego ogrzewania: wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym. Wykonana z rur stalowych z grzejnikami płytowymi z zaizolowanymi zaworami termostатыcznymi. Instalacja jest wyeksploatowana, część zaworów nie działa, zdarzają się awarie. Instalacja zasilana również nagrzewnicami wodnymi wentylacji mechanicznej.	Wymiana źródła ciepła na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania, tj. wymiana instalacji wewnętrznej wraz z grzejnikami na nowe o znikomej bezwładności cieplnej, zastosowanie zaworów termostатыcznych i automatycznych odpowietrzników. Zastąpienie istniejących central wentylacyjnych pracujących dla potrzeb części restauracyjnej nowymi centralami. Zastosowanie powietrznych pomp ciepła w centralach wentylacyjnych.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W rozdziale dokonano:

- a) określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w rozdziale 6 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła
- b) zestawienia optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wg wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzujące każde usprawnienie oraz nakłady finansowe

### 7.1. Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

	symbol	przed termomodernizacją	po termomodernizacji
obliczeniowa temperatura wewnętrzna, [°C]	two	23,27	23,27
obliczeniowa temperatura zewnętrzna, [°C]	tzo	-22,00	-22,00
opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/GJ]	O0z, O1z	48,14	48,14
stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania, [zł/(MW×miesiąc)]	O0m, O1m	6079,10	6079,10
miesięczna opłata abonamentowa, [zł]	Ab0, Ab1	47,97	47,97
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	x0, x1	1	1
udział źródła ciepła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu wariantu termomodernizacyjnego	y0, y1	1	1

7.1.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):		SZŁ, SZO, SZO R, SZO SR
			ściana zewnętrzna		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,51	Materiał izolacyjny		wetna mineralna
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> ×K)/W]	1,98	Współczynnik przewodzenia ciepła		<b>λ</b> [W/(mK)] 0,039
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	2650,59	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 553,693
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	3168,57	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,060596
Liczba stopniodni	<b>S<sub>d</sub></b> [dzień×K/rok]	4787,6			

optymalizacja	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	4,03	2,05	0,25	0,029764	271,965			41,48
	10	4,54	2,56	0,22	0,026405	241,274			40,48
	12	5,06	3,08	0,20	0,023727	216,808			40,39
	14	5,57	3,59	0,18	0,021543	196,846			40,82
	16	6,08	4,10	0,16	0,019727	180,251			41,57

Wartość Nu przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	5,06	3,08	0,20	0,023727	216,808			40,39

7.1.2. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):	SZS, SZS R, SZS SR	
			ściana zewnętrzna		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U [W/(m2K)]	0,40	Material izolacyjny	wełna mineralna	
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R [(m2×K)/W]	2,53	Współczynnik przewodzenia ciepła	λ [W/(mK)]	0,039
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	A [m2]	914,70	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	Q0u [GJ/rok]	149,455
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	Akoszt [m2]	1087,08	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	q0u [MW]	0,016356
Liczba stopniodni	Sd [dzień×K/rok]	4787,6			

optymalizacja	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ×K/W	m <sup>2</sup> ×K/W	W/m <sup>2</sup> ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	8	4,58	2,05	0,22	0,009035	82,560			59,94
	10	5,10	2,56	0,20	0,008126	74,252			57,69
	12	5,61	3,08	0,18	0,007383	67,462			56,93
	14	6,12	3,59	0,16	0,006765	61,811			57,02
	16	6,63	4,10	0,15	0,006242	57,033			57,63

Wartość Nu przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ×K/W	m <sup>2</sup> ×K/W	W/m <sup>2</sup> ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	12	5,61	3,08	0,18	0,007383	67,462			56,93

7.1.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):		STRDW ABC, STRDW R
			stropodach wentylowany		
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,42	Materiał izolacyjny		granulat wełny mineralnej
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> ×K)/W]	2,38	Współczynnik przewodzenia ciepła		<b>λ</b> [W/(mK)] 0,042
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	4640,51	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 806,214
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>Akoszt</b> [m <sup>2</sup> ]	4362,08	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,088232
Liczba stopniodni	<b>Sd</b> [dzień×K/rok]	4787,6			

optymalizacja	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	5,71	3,33	0,18	0,036763	335,922			15,04
	16	6,19	3,81	0,16	0,033935	310,082			15,04
	18	6,67	4,29	0,15	0,031511	287,934			15,15
	20	7,14	4,76	0,14	0,029411	268,738			15,33
	22	7,62	5,24	0,13	0,027572	251,942			15,56

Wartość Nu przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	6,67	4,29	0,15	0,031511	287,934			15,15

7.1.4. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda : STRNW Ł, STRNW SR	
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym			stropodach niewentylowany	
	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,38	Materiał izolacyjny	granulat wełny mineralnej
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> ×K)/W]	2,67	Współczynnik przewodzenia ciepła	<b>λ</b> [W/(mK)] 0,042
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	1423,1	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 220,755
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>Akoszt</b> [m <sup>2</sup> ]	1337,7	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,024159
Liczba stopniodni	<b>S<sub>d</sub></b> [dzień×K/rok]	4787,6		

optymalizacja	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ×K/W	m <sup>2</sup> ×K/W	W/m <sup>2</sup> ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	6,00	3,33	0,17	0,010738	98,113			17,69
	16	6,48	3,81	0,15	0,009948	90,899			17,62
	18	6,95	4,29	0,14	0,009267	84,673			17,69
	20	7,43	4,76	0,13	0,008673	79,245			17,85
	22	7,90	5,24	0,13	0,008150	74,472			18,09

Wartość Nu przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ×K/W	m <sup>2</sup> ×K/W	W/m <sup>2</sup> ×K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	6,95	4,29	0,14	0,009267	84,673			17,69

7.1.5. Określenie optymalnego oporu cieplnego dla przegrody zewnętrznej budynku			Przegroda (symbol):		STRPMASZ
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym			stropodach nad maszynownią		
	<b>U</b> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,46	Materiał izolacyjny		welna mineralna
Całkowity opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	<b>R</b> [(m <sup>2</sup> ×K)/W]	2,17	Współczynnik przewodzenia ciepła		<b>λ</b> [W/(mK)] 0,039
Powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b> [m <sup>2</sup> ]	259,0	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie		<b>Q<sub>0u</sub></b> [GJ/rok] 49,390
Powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>koszt</sub></b> [m <sup>2</sup> ]	266,8	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie		<b>q<sub>0u</sub></b> [MW] 0,005405
Liczba stopniodni	<b>S<sub>d</sub></b> [dzień×K/rok]	4787,6			

optymalizacja	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	14	5,76	3,59	0,17	0,002036	18,603			27,95
	16	6,27	4,10	0,16	0,001869	17,082			27,81
	18	6,78	4,62	0,15	0,001728	15,791			27,87
	20	7,30	5,13	0,14	0,001607	14,681			28,07
	22	7,81	5,64	0,13	0,001501	13,717			28,38

Wartość Nu przyjęto na podstawie zapytań ofertowych.

Wariant wybrany:

	d	R	ΔP	U	q <sub>1u</sub>	Q <sub>1u</sub>	Nu	ΔOpY	SPBT
	cm	m <sup>2</sup> ·K/W	m <sup>2</sup> ·K/W	W/m <sup>2</sup> ·K	MW	GJ/rok	zł	zł/rok	lata
	18	6,78	4,62	0,15	0,001728	15,791			27,87

### 7.2.1. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZ				
Powierzchnia całkowita okien	<b>Aok</b> m <sup>2</sup>	863,72	Wymiana okien zewnętrznych		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	<b>U0</b> W/(m <sup>2</sup> K)	1,80	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q0</b> GJ/rok	8887,746
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	<b>Vnom</b> m <sup>3</sup> /h	44374,1	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q0</b> MW	0,958277

Usprawnienie	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,90		863,72	7816,681	0,718187			16,26
2	0,70		863,72	7745,225	0,710367			17,73

Wariant wybrany	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,90		863,72	7816,681	0,718187			16,26

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	57686,3	44374,1	44374,1
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /((m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> ))	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	cr	1,1	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cm	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cw	1,2	1,2	1,2



### 7.2.2. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	OZ ALU				
Powierzchnia całkowita okien	<b>Aok</b> m <sup>2</sup>	519,44	Wymiana okien zewnętrznych		
Współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany	<b>U0</b> W/(m <sup>2</sup> K)	2,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q0</b> GJ/rok	5388,051
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	<b>Vnom</b> m <sup>3</sup> /h	26686,5	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q0</b> MW	0,581009

Usprawnienie	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,90		519,44	4700,941	0,431917			15,36
2	0,70		519,44	4657,968	0,427214			16,80

Wariant wybrany	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	0,90		519,44	4700,941	0,431917			15,36

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	34692,4	26686,5	26686,5
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /((m <sup>3</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> ))	a	3	0,3	0,3
współczynnik korekcyjny	cr	1,1	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cm	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cw	1,2	1,2	1,2

### 7.2.3. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZD				
Powierzchnia całkowita drzwi	<b>Aok</b> m <sup>2</sup>	13,45	Wymiana drzwi zewnętrznych.		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	<b>U0</b> W/(m <sup>2</sup> K)	3,50	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q0</b> GJ/rok	171,203
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	<b>Vnom</b> m <sup>3</sup> /h	691,0	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q0</b> MW	0,018085

Usprawnienie	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30		13,45	106,441	0,011427			7,47
2	1,20		13,45	105,884	0,011366			8,14

Wariant wybrany	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30		13,45	106,441	0,011427			7,47

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	1036,5	691,0	691,0
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> )	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	cr	1,3	0,85	0,85
współczynnik korekcyjny	cm	1,5	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cw	1,2	1,2	1,2

#### 7.2.4. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany drzwi oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZ P				
Powierzchnia całkowita drzwi	<b>Aok</b> m <sup>2</sup>	7,14	Wymiana drzwi zewnętrznych.		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	<b>U0</b> W/(m <sup>2</sup> K)	4,00	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q0</b> GJ/rok	86,165
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	<b>Vnom</b> m <sup>3</sup> /h	366,8	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q0</b> MW	0,009197

Usprawnienie	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30		7,14	65,799	0,006066			11,81
2	1,20		7,14	65,503	0,006034			12,82

Wariant wybrany	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30		7,14	65,799	0,006066			11,81

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	513,5	366,8	366,8
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /((m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> ))	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	cr	1,2	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cm	1,4	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cw	1,2	1,2	1,2

### 7.2.6. Określenie optymalnego usprawnienia dotyczącego wymiany okien oraz poprawy systemu wentylacji

Przegroda (symbol):	DZ ALU				
Powierzchnia całkowita drzwi	<b>Aok</b> m <sup>2</sup>	12,48	Wymiana drzwi zewnętrznych.		
Współczynnik przenikania ciepła drzwi przewidzianych do wymiany	<b>U0</b> W/(m <sup>2</sup> K)	2,50	roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie	<b>Q0</b> GJ/rok	142,864
Strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków projekt.	<b>Vnom</b> m <sup>3</sup> /h	641,2	zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie	<b>q0</b> MW	0,014242

Usprawnienie	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30		12,48	115,009	0,010603			15,54
2	1,20		12,48	114,493	0,010547			16,79

Wariant wybrany	U1	Nok jednostkowe	Aok	Q1	q1	ΔOrOK + ΔOrW	Nok + Nw	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	zł/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GJ/rok	MW	zł/rok	zł	lata
1	1,30		12,48	115,01	0,01			15,54

dane do obliczeń:

	symbol	stan istniejący	wariant 1	wariant 2
strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h	vobl	833,5	641,2	641,2
współczynnik przepływu, m <sup>3</sup> /((m <sup>2</sup> *h*daPa <sup>(2/3)</sup> ))	a	3	0,5	0,5
współczynnik korekcyjny	cr	1,2	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cm	1,3	1,0	1,0
współczynnik korekcyjny	cw	1,2	1,2	1,2

### 7.3. Określenie optymalnych usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej

opis	jednostka	stan przed modernizacją	stan po modernizacji
ciepło właściwe wody, $c_w$	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$	4,19	4,19
gęstość wody, $\rho_w$	$\text{kg/dm}^3$	1	1
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u., $k_R$	-	0,60	0,60
powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych, $A_f$	$\text{m}^2$	13 521	13 521
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, $V_{wi}$	$\text{dm}^3/\text{m}^2\cdot\text{doba}$	0,90	0,90
ilość osób, $L_i$	os	350	350
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu, $\theta_w$	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody zimnej, $\theta_0$	$^{\circ}\text{C}$	10	10
czas użytkowania, $t_R$	doba	365	365
Ilość energii uzyskana z instalacji solarnej w ciągu roku	$\text{kWh/rok}$	0,00	0,00
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi}\cdot A_f\cdot c_w\cdot \rho_w\cdot(\theta_w-\theta_0)\cdot k_R\cdot t_R/3600$	$\text{kWh/rok}$	139 576,74	139 576,74
sprawność wytwarzania ciepła, $\eta_{w,g}$	-	0,88	0,95
sprawność przesyłu ciepłej wody, $\eta_{w,d}$	-	0,50	0,50
sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	-	0,65	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania, $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita, $\eta_{w,tot}$	-	0,29	0,40
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	$\text{kWh/rok}$	488 030,56	345 700,90
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego, $Q_{K,W}$	$\text{GJ/rok}$	1 756,91	1 244,52
średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku, $V_{h\dot{s}}=(A_f\cdot V_{cw})/(18\cdot 1000)$	$\text{m}^3/\text{h}$	0,68	0,68
współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u., $N_h=9,32\cdot L_i-0,244$	-	2,23	2,23
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m3 wody $Q_{cwj}=c_w\cdot \rho_w\cdot(\theta_w-\theta_0)\cdot k_R/\eta_{w,tot}/106$	$\text{GJ/m}^3$	0,40	0,28
maksymalna moc c.w.u. $q_{cwumax}=V_{h\dot{s}}\cdot Q_{cwj}\cdot N_h\cdot 106/3600$	$\text{kW}$	165,78	117,44
średnia moc c.w.u. $q_{cwu\dot{s}}=q_{cwumax}/N_h$	$\text{kW}$	74,28	52,62
koszty zmienne c.w.u.	$\text{zł/GJ}$	48,14	48,14
koszty stałe c.w.u.	$\text{zł/MW}\cdot\text{mc}$	6 079,10	6 079,10
abonament c.w.u.	$\text{zł/mc}$	0,00	0,00
koszty wytworzenia c.w.u.	$\text{zł/rok}$	89 996,44	63 749,80

### 7.3.1. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego dotyczącego przygotowania ciepłej wody użytkowej

	usprawnienie termomodernizacyjne	Ncw zł	$\Delta op\chi\omega$ zł/rok	SPBT lata
	Wymiana źródła ciepła dla potrzeb przygotowania ciepłej wody na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Wymiana zasobników ciepłej wody.			9,5

### 7.4. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego dotyczącego wentylacji mechanicznej

W części rekreacyjnej wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła. W części restauracyjnej wentylacja mechaniczna, bez odzysku ciepła - instalacja systemu dystrybucji powietrza zanieczyszczona, zagrzybiona - wymagająca wymiany.

Zakres modernizacji polega na wymianie instalacji rozprowadzającej w części restauracyjnej, montażu centrali nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła oraz powietrzną pompą ciepła.

1.	Roczne oszczędności kosztów związane z modernizacją i rozbudową systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej	zł/rok	----	
2.	Koszt modernizacji instalacji wentylacji mechanicznej. Ncw	zł	----	
3.	Prosty czas zwrotu SPBT	lat	----	21,3

#### 7.5 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT

Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
drzwi zewnętrzne drewniane		7,5
CWU		9,5
drzwi zewnętrzne stalowe		11,8
stropodach wentylowany		15,1
okno zewnętrzne		15,4
drzwi zewnętrzne alu		15,5
okno zewnętrzne		16,3
stropodach niewentylowany		17,7
wentylacja mechaniczna		21,3
stropodach nad maszynownią		27,9
ściana zewnętrzna		40,4
ściana zewnętrzna		56,9

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu grzewczego.

współczynniki sprawności w stanie istniejącym	symbol	wartość
sprawność wytwarzania ciepła	$\eta\gamma$	0,88
sprawność przesyłania ciepła	$\eta\delta$	0,93
sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta\epsilon$	0,77
sprawność akumulacji ciepła	$\eta\sigma$	1,00
uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	wt	1,00
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	wd	1,00
sprawność całkowita systemu grzewczego	$\eta\gamma\eta\delta\eta\epsilon\eta\sigma$	0,63

##### 7.4.1. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu grzewczego

L.p.	opis wariantu	$\eta\omega\eta\pi\eta\rho\eta\epsilon$	wt	wd	SZE	$\Delta O\rho\chi o$	Nco	SPBT
		-	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł	lata
1	stan istniejący	0,63	1,00	1,00	5881,4	-	-	-
2	Wymiana źródła ciepła na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania, tj. wymiana instalacji wewnętrznej wraz z grzejnikami na nowe o znikomej bezwładności cieplnej, zastosowanie zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników. Zastąpienie istniejących central wentylacyjnych pracujących dla potrzeb części restauracyjnej nowymi centralami. Zastosowanie powietrznych pomp ciepła w centralach wentylacyjnych.	0,80	1,00	1,00	5 881,40			30,2



**7.4.2. Zestawienie usprawnień składający się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu ogrzewania.**

L.p.	Rodzaj usprawnień	Zmiana wartości współczynników sprawności		
1	<b>Wytwarzanie ciepła</b>	$\eta\gamma =$	0,88	→ 0,95
	Wymiana kotłowni gazowej na nowoczesną kondensacyjną			
2	<b>Przesyłanie ciepła</b>	$\eta\delta =$	0,93	→ 0,96
	Wymiana instalacji rozprowadzającej, izolacja przewodów.			
3	<b>Regulacja i wykorzystanie ciepła</b>	$\eta\varepsilon =$	0,77	→ 0,88
	Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania wraz z grzejnikami, zastosowanie zaworów termostatycznych, odcinających, powrotnych, regulacyjnych zaworów podpionowych, automatycznych odpowietrzników			
4	<b>Akumulacja ciepła</b>	$\eta\sigma =$	1,00	→ 1,00
	bez zmian			
5	<b>Przerwy w czasie tygodnia</b>	$w_t =$	1,00	→ 1,00
	bez zmian			
6	<b>Przerwy w czasie doby</b>	$w_d =$	1,00	→ 1,00
	bez zmian			
Sprawność całkowita systemu : $\eta_{\chi\alpha\geq\kappa}$			0,63	→ 0,80

#### 7.4.3. Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

		Zapotrzebowanie	
		Zapotrzebowanie mocy, MW	Zapotrzebowanie na ciepło GJ/a
STAN ISTNIEJĄCY		1,0737	5881,4
Wariant			
w13	0,0	1,0737	5881,40
w12	drzwi zewnętrzne drewniane	1,0724	5871,21
w11	CWU	1,0724	5871,21
w10	drzwi zewnętrzne stalowe	1,0716	5864,34
w9	stropodach wentylowany	1,0189	5418,16
w8	okno zewnętrzne	0,9944	5213,46
w7	drzwi zewnętrzne alu	0,9938	5208,43
w6	okno zewnętrzne	0,9541	4723,36
w5	stropodach niewentylowany	0,9393	4598,98
w4	wentylacja mechaniczna	0,9270	3906,30
w3	stropodach nad maszynownią	0,9239	3884,46
w2	ściana zewnętrzna	0,8893	3614,47
w1	ściana zewnętrzna	0,8806	3544,64

## 8. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
2. Ocenę wariantów pod względem spełnienia wymogów ustawowych
3. Wskazanie wariantu optymalnego do realizacji

### 8.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W niniejszym podrozdziale uszeregowano przedsięwzięcia termomodernizacyjne wg rosnącego czasu zwrotu i sformułowano warianty termomodernizacji

WARIAN T 7	+	+						
WARIAN T 6	+	+	+					
WARIAN T 5	+	+	+	+				
WARIAN T 4	+	+	+	+	+			
WARIAN T 3	+	+	+	+	+	+		
WARIAN T 2	+	+	+	+	+	+	+	+
WARIAN T 1	+	+	+	+	+	+	+	+
	okno zewnętrzne	drzwi zewnętrzne alu	okno zewnętrzne	stropodach niewentylowany	wentylacja mechaniczna	stropodach nad maszynownią	ściana zewnętrzna	ściana zewnętrzna

## 8.2. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite, [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii, [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej), [%]	Optymalna kwota kredytu, [zł]	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu, [zł]	16% kosztów całkowitych, [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii, [zł]
1	WARIANT 1		277 003,23	48,95%				

## 9. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej analizy, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku wybrano wariant nr 1

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

- |  |        |
|--|--------|
| 1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie:              | 48,95% |
| 2. Planowany kredyt jest zgodny z warunkami Ustawy i wynosi: | zł     |
| 3. Wielkość środków własnych inwestora wynosi:               | zł     |

### Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Należy wykonać następujące prace:

1. Docieplić ściany zewnętrzne segmentów A, B, C, restauracji, łącznika i "starej" rekreacji wraz z kotłownią wełną mineralną o grubości 12 cm. Metoda lekka, mokra, BSO - bezspoinowy system ociepleń. Współczynnik przewodzenia ciepła wełny mineralnej  $\lambda=0,036 \text{ W/(mK)}$ .
2. Dociepleniu stropodachu wentylowanego nad segmentami A, B, C i restauracją granulatem wełny mineralnej o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła granulatem wełny mineralnej  $\lambda=0,042 \text{ W/(mK)}$ .
3. Dociepleniu stropodachu niewentylowanego nad łącznikiem i "starą" rekreacją wraz z kotłownią granulatem wełny mineralnej o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła granulatem wełny mineralnej  $\lambda=0,042 \text{ W/(mK)}$ .
4. Dociepleniu stropodachu pełnego nad maszynownią wełną mineralną o grubości 18 cm. Współczynnik przewodzenia ciepła twardej wełny mineralnej  $\lambda=0,039 \text{ W/(mK)}$ .
5. Wymienić stare okna zewnętrzne drewniane na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .
6. Wymienić stare okna zewnętrzne aluminiowe na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .
7. Wymienić stare drzwi zewnętrzne aluminiowe na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .
8. Wymienić stare drzwi zewnętrzne drewniane na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .
9. Wymienić stare drzwi zewnętrzne stalowe na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .
10. Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej. Wymiana źródła ciepła dla potrzeb przygotowania ciepłej wody na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Wymiana zasobników ciepłej wody.
11. Modernizacja systemu wentylacji mechanicznej. Wymiana systemu wentylacji nawiewno-wywiewnej w segmencie z restauracją na nową z zastosowaniem odzysku ciepła. Zastosowanie powietrznych pomp ciepła w centralach wentylacyjnych.
12. Modernizacja systemu grzewczego. Wymiana źródła ciepła na nowoczesny kondensacyjny kocioł gazowy. Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania, tj. wymiana instalacji wewnętrznej wraz z grzejnikami na nowe o znikomej bezwładności cieplnej, zastosowanie zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników. Montaż systemu zarządzania energią w pomieszczeniach mieszkalnych.

Kalkulacja kosztów. Kosztorys sporządzony według metody kalkulacji uproszczonej.

**Zakres: Modernizacja systemu grzewczego**

OPIS	ILOŚĆ, pkt.	CENA JEDNOSTKOWA,	WARTOŚĆ, zł (brutto)
Wymiana źródła ciepła na nowoczesne kondensacyjne kotły gazowe.	1		
Kompleksowa wymiana instalacji centralnego ogrzewania. Wymiana instalacji wewnętrznej wraz z grzejnikami na nowe o znikomej bezwładności cieplnej, zastosowanie zaworów termostatycznych i automatycznych odpowietrzników. Montaż systemu zarządzania energią w pomieszczeniach mieszkalnych	950		
RAZEM			

Modernizacja wentylacji mechanicznej polegająca na wymianie central wentylacyjnych na nowe z odzyskiem ciepła, wymianie kanałów wentylacyjnych, czerpni, wyrzutni. Zastosowaniu pompy ciepła Montażu automatyki sterującej. Zastosowanie powietrznych pomp ciepła w centralach wentylacyjnych.			
RAZEM			

**Zakres: Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody**

OPIS			WARTOŚĆ, zł (brutto)
Modernizacja polegająca na zmianie źródła ciepła i wymianie zasobników ciepłej wody.			

**Zakres: Docieplenie przegród zewnętrznych budynku (ścian, stropów, stropodachów)**

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Przegroda 1 SZŁ, SZO, SZO R, SZO SR</b>			
Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt z wełny mineralnej metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	3 168,57		
<b>Przegroda 2 SZS, SZS R, SZS SR</b>			
Ocieplenie ścian zewnętrznych poprzez przyklejenie płyt z wełny mineralnej metodą lekką moką (bezpoinowy system ociepleń). Grubość izolacji: 12 cm	1 087,08		

<b>Przegroda 3</b> <b>STRDW ABC, STRDW R</b>  Ocieplenie stropodachu poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej.  Grubość izolacji:            18                    cm	4 362,08		
<b>Przegroda 4</b> <b>STRNW Ł, STRNW SR</b>  Ocieplenie stropodachu poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej.  Grubość izolacji:            18                    cm	1337,74		
<b>Przegroda 5</b> <b>STRPMASZ</b>  Ocieplenie stropodachu poprzez przyklejenie twardej wełny mineralnej.  Grubość izolacji:            18                    cm	266,77		
Ocieplenie ościeży okiennych i drzwiowych styropianem, metodą lekką-mokrą	773,00		

**Zakres:    Wymiana okien i drzwi zewnętrznych**

OPIS	POWIERZCHNIA, m2	CENA JEDNOSTKOWA, zł/m2	WARTOŚĆ, zł (brutto)
<b>Okno 1</b> <b>okno zewnętrzne</b>  Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U=    0,90        W/(m2K)	863,72		
<b>Okno 2</b> <b>okno zewnętrzne</b>  Wymiana starych okien zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U=    0,90        W/(m2K)	519,44		
<b>Drzwi 1</b> <b>drzwi zewnętrzne drewniane</b>  Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U=    1,30        W/(m2K)	13,45		
<b>Drzwi 2</b> <b>drzwi zewnętrzne stalowe</b>  Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U=    1,30        W/(m2K)	7,14		
<b>Drzwi 3</b> <b>drzwi zewnętrzne alu</b>  Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe.  Współczynnik U=    1,30        W/(m2K)	12,48		

Inwentaryzacja przegród budowlanych rozpatrywanego budynku

PRZEGRODA	SKRÓT Z OZC	NAZWA	WSP. U, W/m2K	POWIERZCHNIA, m2
Przegroda 1	SZŁ, SZO, SZO R, SZO SR	ściana zewnętrzna	0,51	3 168,57
Przegroda 2	SZS, SZS R, SZS SR	ściana zewnętrzna	0,40	1 087,08
Przegroda 3	STRDW ABC, STRDW R	stropodach wentylowany	0,42	4 362,08
Przegroda 4	STRNW Ł, STRNW SR	stropodach niewentylowany	0,38	1 337,74
Przegroda 5	STRPMASZ	stropodach nad maszynownią	0,46	259,00
Okno 1	OZ	okno zewnętrzne	1,80	863,72
Okno 2	OZ ALU	okno zewnętrzne	2,00	519,44
Drzwi 1	DZD	drzwi zewnętrzne drewniane	3,50	13,45
Drzwi 2	DZ P	drzwi zewnętrzne stalowe	4,00	7,14
Drzwi 3	DZ ALU	drzwi zewnętrzne alu	2,50	12,48



