

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Szkoły Podstawowej im. red. Jana Ciszewskiego w Waleńczowie



**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz
o centralnej ewidencji emisyjności budynków**

Adres budynku	ulica: Szkolna 19 kod: 42-151 powiat: województwo:	miejsowość: Waleńczów kłobucki śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Dawid Zielonka mgr inż.



ENVITERM

ul. Szwedzka 2, 42-612 Tarnowskie Góry
tel.: +48 531 877 335; e-mail: biuro@enviterm.pl

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1929
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Opatów ul. Tadeusza Kościuszki 27 kod 42-152	1.4. Adres budynku ul. Szkolna 19 kod 42-151 powiat kłobucki woj. śląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt ENVITERM S.C. REGON: 367531084 Tarnowskie Góry ul. Szwedzka 2			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Dawid Zielonka Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych o numerze wpisu do rejestru 10107 <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	mgr inż. Elżbieta Maks	współautor	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Tarnowskie Góry	Data wykonania opracowania	17.09.2024 r.
6. Spis treści			
1.	Strona tytułowa	2	
2.	Karta audytu energetycznego	3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku	6	
4.	Dokumentacja fotograficzna	8	
5.	Ocena stanu technicznego budynku	13	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	15	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	16	
8.	Opis wariantu optymalnego	31	

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 989,00	1 989,00
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	567,66	567,66
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0,00%	0,00%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	88	88
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kocioł węglowy	kocioł na biomasę
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł węglowy	kocioł na biomasę
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,42	0,42
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściana zewnętrzna	0,218	0,218
2.	Ściana zewnętrzna klatki schodowej	0,239	0,239
3.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,875	0,147
4.	Stropodach niewentylowany	1,469	0,147
5.	Podłoga na gruncie	0,511	0,511
6.	Okna	0,9; 1,1; 3,1	0,9; 1,1
7.	Drzwi	1,3; 2,1	1,3
3. Sprawności składowe systemu centralnego ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania 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 [-]	0,77	0,83
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	2 493	2 493
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,30	1,30
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	86,01	55,32
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	3,84	3,84
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	424,28	146,22
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	746,63	194,34

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	44	41
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	207,63	71,56
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	365,38	95,11
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	99,75%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	48,39	62,54
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m³]	12,78	90,49
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]	5,30	1,78
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
8.1 Wskaźnik dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/m²rok]	402,71	123,43
2.	EP- wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m²rok]	465,29	23,76
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	69,35%	
4.	Zmniejszone zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	570,73	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	13,63	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	81,13	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	19 360,15	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	60,32	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		477 274,58	587 047,73
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		122 500,00	150 675,00
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%] ⁴⁾	25,67%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ¹⁾	171 205,12	
9. Grant termomodernizacyjny			
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m²rok)]	45	
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ^{8)**)}	0,00	
10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾			
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ¹⁾ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 37)		
2.	Wysokość premii MZG [zł]	0,00	
3.	Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)****)}	0,00	
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	0,00	

11. Inne	
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja
2.	Budynek JEST / NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków
3.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾

¹⁾ UOZE [%] 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 dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

²⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

³⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

⁴⁾ Jeśli dotyczy.

⁵⁾ Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.

⁶⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.

⁷⁾ Niepotrzebne skreślić.

⁸⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.

⁹⁾ Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.

¹⁰⁾ Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.

^{*)} Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:

¹⁾ 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;

²⁾ 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;

³⁾ 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.

^{**) 10%} kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.

^{***) 30%} kosztów przedsięwzięcia netto.

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji budynku

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

* Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.

* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.

* Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”

* Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”

* Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.

* Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

° Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

3.3. Data wizji lokalnej

11.09.2024 r.

3.4. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
 - Modernizacja oświetlenia
 - Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
 - Docieplenie stropodachu
 - Wymiana stolarki drzwiowej
 - Wymiana stolarki okiennej
 - Wymiana stolarki okiennej
 - Docieplenie stropu nad piwnicą
 - Wymiana stolarki drzwiowej
 - Docieplenie ścian fundamentowych
 - Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	X
Adres	ul. Szkolna 19, 42-151 Waleńców			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		-		Rok zasiedlenia		-	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	388,51	6	Budynek podpiwniczony	częściowo	
2	Kubatura budynku	[m ³]	1989,00	7	Liczba klatek schodowych	1	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szczytów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	1989,00	8	Liczba kondygnacji	2	
4	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	567,66	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,50 3,60	
5	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	567,66	10	Liczba użytkowników	88	

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Dokumentacja fotograficzna



Widok z góry



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły w Waleńczowie jest obiektem dwukondygnacyjnym, niepodpiwniczonym. Zbudowany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne murowane z cegły pełnej, ocieplone styropianem o grubości 15 cm. Strop pod nieogrzewanym poddaszem drewniany, bez ocieplenia. Dach kryty blachą, bez ocieplenia. Podłogi na gruncie betonowe. Klatka schodowa kryta stropodachem niewentylowanym bez ocieplenia.

Okna pcv, stare o wartości współczynnika przenikania $U = 1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Drzwi zewnętrzne pcv i drewniane o współczynniku przenikania $U = 2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Pow. netto m^2	U $\text{W/(m}^2\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W/(m}^2\text{K)}$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W/(m}^2\text{K)}$
1	Ściana zewnętrzna	488,51	0,218	96,70	1,80	1,99	2,60
2	Ściana zewnętrzna klatki schodowej	97,83	0,239			2,90	2,60
3	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	408,16	1,875				
4	Stropodach niewentylowany	30,94	1,469				
5	Podłoga na gruncie	357,74	0,511				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	3,84
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	86,01
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	3,84
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	424,28
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	746,63
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	48,39
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Instalacja wodna, dwururowa, zasilana z kotła węglowego. Kocioł usytuowany w nieogrzewanym pomieszczeniu.
2.	Parametry pracy instalacji	80/60
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, zaizolowane
4.	Rodzaje grzejników	Żeberkowe, starego typu
5.	Oslonięcie grzejników	częściowe w salach
6.	Zawory termostatyczne	Brak
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	-
8.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Wymiana źródła ciepła

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			kocioł węglowy
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,57
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa przygotowywana zbiorczo przez kocioł węgowy.
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, bez izolacji.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Instalacja wodna, dwururowa, zasilana z kotła węglowego. Kocioł usytuowany w nieogrzewanym pomieszczeniu. Przewody zaizolowane. Grzejniki starego typu, niewyposażone w zawory termostatyczne.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	2 492,9

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściana zewnętrzna	0,22	0,20
Ściana zewnętrzna klatki schodowej	0,24	0,20
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,88	0,15
Stropodach niewentylowany	1,47	0,15
Podłoga na gruncie	0,51	0,30

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,6	1,3
okno	1,8	0,9

5.3 System grzewczy

Instalacja wodna, dwururowa, zasilana z kotła węglowego. Kocioł usytuowany w nieogrzewanym pomieszczeniu. Przewody zaizolowane. Grzejniki starego typu, niewyposażone w zawory termostatyczne.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana zbiorczo przez kocioł węglowy.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne.

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić stropodach, strop pod nieogrzewanym poddaszem.
2	<u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 1,8 [W/m ² K], drzwi o współczynniku przenikania ciepła 2,6 [W/m ² K]	Należy wymienić starą stolarkę okienną i drzwiową na nową spełniającą WT2021.
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Wentylacja grawitacyjna.	Bez zmian
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda użytkowa przygotowywana zbiorczo przez kocioł węglowy.	Poprawa sprawności systemu poprzez źródła ciepła na cele c.o. i c.w.u.
5	<u>System grzewczy</u> Ogrzewanie z kotła węglowego. Grzejniki żeberekowe bez zaworów termostatycznych.	Możliwa poprawa sprawności systemu grzewczego poprzez montaż nowego źródła ciepła jakim będzie kocioł na biomasę. Wymiana starych grzejników na nowe płytowe, stalowe wyposażone w zawory termostatyczne.

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p. 1	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć 2	Sposób realizacji 3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne, dach	Ociepleniestropodachu, stropu pod nieogrzewanym poddaszem.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi i okna	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej.
3	Zmniejszenie strat na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	-
4	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Możliwa poprawa sprawności systemu grzewczego poprzez montaż nowego źródła ciepła jakim będzie kocioł na biomasę. Wymiana starych grzejników na nowe płytowe, stalowe wyposażone w zawory termostatyczne.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Możliwe obniżenie zużycia ciepła poprzez ocieplenie przegród zewnętrznych.
II	Usprawnienie dotyczące instalacji c.o.	Możliwa poprawa sprawności systemu grzewczego poprzez montaż nowego źródła ciepła jakim będzie kocioł na biomasę. Wymiana starych grzejników na nowe płytowe, stalowe wyposażone w zawory termostatyczne.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 729	3 729	dzień K'a
O_{0m} , O_{1m} ,	0,00	0,00	zł/(MW mc)
O_{0z} , O_{1z} , (średnie wyliczenia na podstawie danych uzyskanych od inwestora)	48,39	62,54	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1} ,	0,00	0,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	408,16 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	408,16 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem poprzez położenie wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,20	0,22	0,24
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	1,875	0,160	0,147	0,135
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	246,6	21,0	19,3	17,8
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0306	0,0026	0,0024	0,0022
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		10 917	10 999	11 072
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		305,00	335,50	369,05
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		124 488,80	136 937,68	150 631,45
8	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		11,40	12,45	13,60
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 136 937,68 zł		SPBT= 12,45 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach niewentylowany		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	30,94 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	30,94 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu poprzez położenie styropapy na istniejącym podłożu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$.						
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,20	0,22	0,24
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	1,469	0,160	0,147	0,136
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	14,6	1,6	1,5	1,4
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0018	0,0002	0,0002	0,0002
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		629	634	639
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350,0	385,0	423,5
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		10 829,00	11 911,90	13 103,09
8	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		17,22	18,79	20,51
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 11 911,90 zł		SPBT = 18,79 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 96,70 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$ $V_{nom} = \Psi = 2\,076 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$ Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 2\,493 \text{ m}^3$ Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,80	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,00
		C_m	1,2	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	56,1	28,00
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	300,4	273,10
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	356,5	301,1
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00696	0,00348
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,02034	0,01695
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,02730	0,02043
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		2 680,8
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł/m ²		2 000
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		193 400,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		72,14
Wybrany wariant : 1		Koszt 193 400,00 zł	SPBT=	72,14 lat

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana stolarki drzwiowej
Dane: powierzchnia drzwi $A_{drz} = 4,89 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \psi = 92 \text{ m}^3/\text{h}$ Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,60	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,3	0,85
		C_m	1,5	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	4,0	2,0
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	13,0	9,0
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	17,0	11,0
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0005	0,0003
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0019	0,0013
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0024	0,0016
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		290
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł/m ²		2 500
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		12 225,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		42,1
Wybrany wariant : 1 Koszt : 12 225,00 zł SPBT= 42,11 lat				

7.2.5. Ocena opłacalności modernizacji oświetlenia wewnętrznego

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Moc całkowita opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego	W	4 224	2 164
2	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	-	1	1
3	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, T_D	-	1750	1750
4	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, t_N	-	250	250
3	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników miejscu pracy, F_o	-	0	1
4	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu F_D	-	1	1
5	Roczne zapotrzebowanie na energię finalną na oświetlenie $E_{K,L}$	kWh/rok	8 448	4 328
6	Roczne oszczędności energii na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		4 120
7	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,93	0,93
8	Koszt oświetlenia	zł/rok	7 872	4 033
9	Roczne oszczędności na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	zł/rok		3 838,97
10	Koszty usprawnienia	zł		22 800,00
11	SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		5,94

Wybrany wariant : 1	Koszt : 22 800,00 zł	SPBT=	5,94
----------------------------	-----------------------------	--------------	-------------

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja oświetlenia	22 800,00	5,94
2	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	136 937,68	12,45
3	Docieplenie stropodachu	11 911,90	18,79
4	Wymiana stolarki drzwiowej	12 225,00	42,11
5	Wymiana stolarki okiennej	193 400,00	72,14

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{0co} = 424$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotłą węglowego
- 2 Instalacja stalowa, zaizolowana
- 3 Częściowo brak regulacji miejscowej

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

lp.	opis	koszt
1	Montaż nowego źródła ciepła, kotła na biomasę. Montaż grzejników i zaworów termostatycznych.	175 000,00
koszt		zł 175 000,00

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	Kocioł węglowy		Kocioł na biomasę	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,82	$\eta_g =$	0,95
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,90	$\eta_d =$	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	$\eta_e =$	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	$\eta_s =$	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,57	$\eta =$	0,75
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	$w_d =$	1,00

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotła węglowego	Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotła na biomasę
sprawność przesyłu η_d	Przestrzeń nieogrzewana, przewody zaizolowane	Bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	Regulacja centralna, częściowo brak regulacji miejscowej	Regulacja centralna, miejscowa
sprawność akumulacji η_s	Brak zasobnika	Bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	Brak przerw	Bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,086	0,086
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	424	424
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,57	0,75
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	746,63	563,90
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	36 129,32	35 266,34
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0,00
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	36 129,32	35 266,34
11	Różnica	zł/rok		863
12	Koszt	zł		175 000,00
13	SPBT	lat		202,78

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X
2	Modernizacja oświetlenia	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	X	X	X	X		
4	Docieplenie stropodachu	X	X	X			
5	Wymiana stolarki drzwiowej	X	X				
6	Wymiana stolarki okiennej	X					

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1	1+2+3+4+5+6	552 274,58
2	1+2+3+4+5	358 874,58
3	1+2+3+4	346 649,58
4	1+2+3	334 737,68
5	1+2	197 800,00
6	1	175 000,00

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

	c.o.						c.w.u.			oświetlenie		Energia pomocnicza		c.o. + c.w.u.+ośw.+E _{el. pom}			Zmiana	
warianty	q _{co} ¹⁾	Q _{co} wg obl. 1)	η	w _d *w _t	Q _{co} ²⁾	Oplata c.o.	q _{cw} ²⁾	Q _{cw} ²⁾	Oplata c.w.u.	Q _L	Oplata	E _{el.pom}	Oplata	q _{co} + q _{cw}	Q _{co} + Q _{cw} + Q _L +E _{el. pom}	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ _{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,055	146,22	0,75	1,00	194,34	12 154,04	0,004	40,61	15 000,00	15,58	4 032,78	1,70	440,74	0,059	252,23	31 627,56	570,73	15 048,01
2	0,059	204,20	0,75	1,00	271,40	16 973,42	0,004	40,61	2 539,60	15,58	4 032,78	1,83	472,42	0,063	329,41	24 018,22	493,55	22 657,35
3	0,059	205,85	0,75	1,00	273,59	17 110,35	0,004	40,61	2 539,60	15,58	4 032,78	1,83	475,21	0,063	331,61	24 157,94	491,36	22 517,63
4	0,061	215,63	0,75	1,00	286,59	17 923,31	0,004	40,61	2 539,60	15,58	4 032,78	1,84	475,21	0,065	344,61	24 970,90	478,35	21 704,67
5	0,086	424,28	0,75	1,00	563,90	35 266,34	0,004	40,61	2 539,60	15,58	4 032,78	2,15	556,37	0,090	622,24	42 395,09	200,72	4 280,48
6	0,086	424,28	0,75	1,00	563,90	35 266,34	0,004	40,61	2 539,60	30,41	7 871,75	2,15	556,37	0,090	637,07	46 234,06	185,89	441,51
0-stan istniejący	0,086	424,28	0,57	1,00	746,63	36 129,32	0,004	43,77	2 118,13	30,41	7 871,75	2,15	556,37	0,090	822,96	46 675,57		

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Minimalna kwota kredytu *)		Premia termomodernizacyjna [zł]
		zł	zł	%	[zł, %]		31% całkowitych kosztów
1	2	3	4	5	6		8
1	Wymiana stolarki okiennej Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem Modernizacja oświetlenia Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	552 274,58	15 048,01	69,35%	276 137	50,0%	171 205
2	Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem Modernizacja oświetlenia Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	358 874,58	22 657,35	59,97%	179 437	50,0%	111 251
3	Docieplenie stropodachu Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem Modernizacja oświetlenia Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	346 649,58	22 517,63	59,71%	173 325	50,0%	107 461

4	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem						
	Modernizacja oświetlenia	334 737,68	21 704,67	58,13%	167 369	50,0%	103 769
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania						
5	Modernizacja oświetlenia	197 800,00	4 280,48	24,39%	98 900	50%	61 318
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania						
6	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	175 000,00	441,51	22,59%	87 500	50%	54 250
*) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.							

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz konieczności zastosowania odnawialnych źródeł energii, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

- 1 Modernizacja instalacji c.o. (montaż kotłów na biomasę, montaż grzejników, zaworów termostatycznych)
- 2 Modernizacja oświetlenia
- 3 Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
- 4 Docieplenie stropodachu
- 5 Wymiana stolarki drzwiowej
- 6 Wymiana stolarki okiennej

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 69,35%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Montaż nowego źródła ciepła, kotła na biomasę, modernizacja instalacji c.o. (zabudowa grzejników, zaworów termostatycznych)
2. Ocieplenie stropodachu styropapą (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 22 cm,
3. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 22 cm,
4. Wymiana stolarki okiennej o współczynniku przenikania $U = 3,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
5. Wymiana stolarki drzwiowej o współczynniku przenikania $U = 2,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ na nową o współczynniku przenikania $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
6. Budowa instalacji fotowoltaicznej, na dachu budynku, o mocy 5 kW wraz z magazynem energii o pojemności 5 kWh.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o. (montaż kotłów na biomasę, montaż grzejników, zaworów termostatycznych)	1,00	-	175 000,00
2	Modernizacja oświetlenia	-	-	22 800,00
3	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	408,16	336	136 937,68
4	Docieplenie stropodachu	30,94	385	11 911,90
5	Wymiana stolarki drzwiowej	4,89	2 500	12 225,00
6	Wymiana stolarki okiennej	96,70	2 000	193 400,00
7	Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii	-	-	47 500,00
			SUMA	599 774,58

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:

599 774,58 zł

Przewidywana premia termomodernizacyjna:

171 205 zł

Czas zwrotu nakładów SPBT

30,98 lat

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 2	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 3	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 4	Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej
Załącznik 5	Wymiana źródeł światła oświetlenia wewnętrznego
Załącznik 6	Obliczenie efektu ekologicznego i energetycznego dla inwestycji

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	MW	GJ/rok
1	0,0553	146,22
2	0,0590	204,20
3	0,0592	205,85
4	0,0607	215,63
5	0,0860	424,28
6	0,0860	424,28
0 - stan istniejący	0,0860	424,28

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{dK})$	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{dzień})$	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	567,66	567,66
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi}\cdot L\cdot c_w\cdot \rho\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)\cdot k_t\cdot t_{uz}/(1000\cdot 3600)$	kWh/rok	4 774,80	4 774,80
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,77	0,83
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,60	0,60
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,85	0,85
sprawność całkowita η_w	-	0,393	0,423
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	12 158,90	11 279,9
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	43,77	40,61

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	88	88
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	15	15
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,073	0,073
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	3,126	3,126
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	12,0	12,0
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	3,84	3,84

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- ogrzewanie z kotłów węglowych

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	48,39	59,52
Razem opłata zmienna	zł/GJ	48,39	59,52

Taryfa energii elektrycznej

Średnia cena energii elektrycznej 0,932 zł/kWh

Po modernizacji

- kotły na biomasę

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło- biomasa	zł/GJ	62,54	76,92
Razem opłata zmienna	zł/GJ	62,54	76,92

Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej wraz z magazynem energii

Dane wyjściowe:

1. Średnioroczne zużycie energii na potrzeby obiektu	16 640,00 kWh
2. Średniomiesięczne zużycie energii elektrycznej	1 386,67 kWh
3. Roczny koszt energii elektrycznej	15 504,96 zł/rok

Założenia:

Moc instalacji	5,00	kW			
Stacja meteorologiczna	Częstochowa	Koszt energii elektrycznej	0,93	zł/kWh	

Miesiąc	Suma całkowitego natężenia promieniowania	Liczba godzin słonecznych na dobę	Liczba godzin słonecznych w miesiącu	Średnie natężenie promieniowania w miesiącu			Uzysk energetyczny z instalacji
	Wh/m2	h		W/m2	przedział	kWh/m2	kWh
1	33230	2,9	41,3	804,60	okres zimowy	31,57	142,06
2	52059	3,8	59,7	872,01		49,46	222,55
3	80365	5,2	109,9	731,26		76,35	343,56
4	119693	7,2	157,5	759,96	okres letni	113,71	511,69
5	146003	8	180,9	807,09		138,70	624,16
6	131387	8,5	194,9	674,13		124,82	561,68
7	150634	8	187,9	801,67		143,10	643,96
8	125146	8,1	182,4	686,11		118,89	535,00
9	99046	6,3	127,8	775,01		94,09	423,42
10	71325	5	98,7	722,64	okres zimowy	67,76	304,91
11	41375	3,3	49,6	834,17		39,31	176,88
12	32264	2,9	34,4	937,91		30,65	137,93
							4 627,80
							4.63 MWh

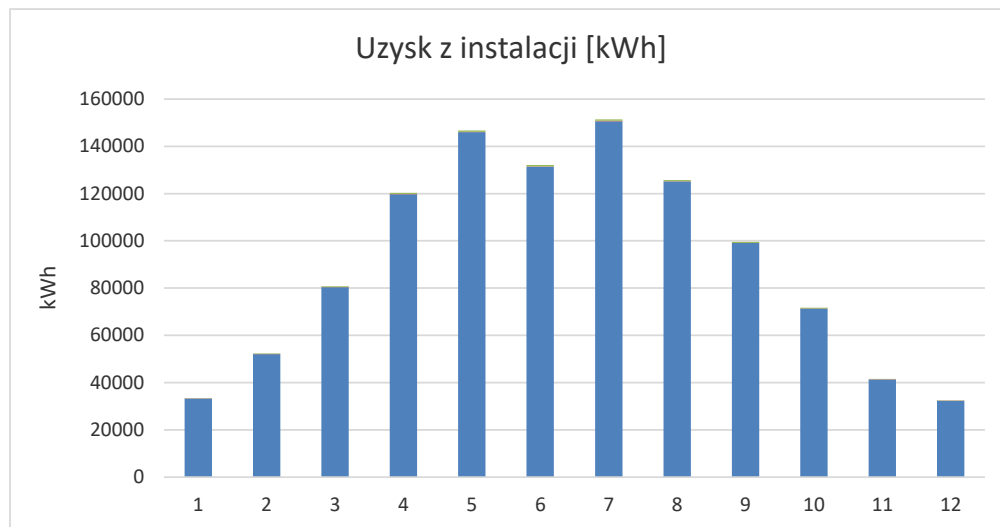
Do instalacji o mocy 5,00 kW projektuje się magazyn energii o pojemności 5,00 kWh.

Pojemność akumulatorów	5,00	kWh
Wytworzona energia elektryczna	4627,80	kWh
Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej	80,00	%
Roczne magazynowanie energii elektrycznej	3702,24	kWh
Sprawność magazynowania	75,00	%
Roczne straty akumulacji energii elektrycznej	-925,56	kWh

Koszt instalacji PV	22 500,00	zł
Koszt magazynu energii	25 000,00	zł
Oszczędność kosztów	4 312,13 zł	zł/rok
Okres zwrotu	11,02	Lat

Średnioroczna ilość energii wyprodukowana przez instalację PV

kWh 4 627,80



Przedmiotem opracowania jest budowa elektrowni słonecznej o mocy 5,00 kW w oparciu o baterie fotowoltaiczne wraz z magazynem energii o pojemności 5,0 kWh.

Projektowana elektrownia słoneczna składać się będzie z zespołu modułów fotowoltaicznych tworzących baterie. Zainstalowane baterie będą współpracowały z inwerterem o łącznej maksymalnej mocy 5,0 kW. Energia elektryczna produkowana przez elektrownię będzie dostarczana do instalacji wewnętrznej budynku.

W oparciu o wyniki analizy porównawczej proponuje się następujące parametry minimalne instalacji:

Montaż:	Dach budynku
Wielkość generatora:	5,0 KWp
Moduł fotowoltaiczny:	10x 500 W
Rodzaj panelu:	monokrystaliczne
Konstrukcja wsporcza:	komplet
Orientacja dachu:	Południe
Typ falownika:	trójfazowy
Instalacja elektryczna:	komplet
Magazyn energii:	litowo-jonowy
Pojemność magazynu energii:	5 kWh
Sprawność magazynowania	75%
Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej:	80%

Wymiana źródeł światła oświetlenia wewnętrznego

Zestawienie istniejących opraw świetlnych

Lp.	Moc jednostkowa	Ilość źródeł światła w oprawie	Ilość opraw	Moc całkowita wszystkich opraw
	W	szt.	szt.	W
1.	22	4	2	176
2.	36	2	49	3528
3.	60	1	8	480
4.	10	1	4	40
Suma		8	63	4224

2. Zestawienie wymienianych opraw świetlnych

Lp.	Rodzaj oświetlenia	Moc jednostkowa	Ilość źródeł światła	Ilość opraw	Moc całkowita wszystkich opraw	Koszt jednostkowy	Koszt całkowity
		W	szt.	szt.	W	zł/szt.	zł
1.	LED	18	4	2	144	200	1600,0
2.	LED	18	2	49	1764	200	19600,0
3.	LED	12	1	8	96	200	1600,0
4.	LED	10	4	4	160	0	0,0
Oświetlenie LED			11	63	2164		22800,0

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Modernizacja oświetlenia
- Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
- Docieplenie stropodachu
- Wymiana stolarki drzwiowej
- Wymiana stolarki okiennej

Koszt modernizacji:

552 274,58 zł

- Fotowoltaika wraz z magazynem energii

47 500,00 zł

Razem

599 774,58 zł

Przewiduję się następujące efekty.

Efekt energetyczny wariantu optymalnego

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	790,40	234,95
	MWh	219,56	65,26
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	9,05	4,80
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	228,60	70,06
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	0,00	4,63
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	228,60	70,06
Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji			69,35%

Efekt ekologiczny

Paliwo	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO ₂
	MWh/Mg	Mg/MWh
Węgiel kamienny	25,20	0,341
Energia elektryczna	-	0,708
Biomasa	15,60	0,000

Redukcja emisji CO2 do atmosfery

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	790,40	234,95	555,45
	MWh	219,56	65,26	154,29
Emisja CO2 dla energii ciepłej	MgCO2/rok	74,85	0,00	74,85
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	9,05	4,80	4,24
Emisja CO2 dla energii elektrycznej	MgCO2/rok	6,40	3,40	3,00
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	0,00	4,63	-4,63
Uniknięta emisja CO2 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych	MgCO2/rok	0,00	3,28	-3,28
Redukcja emisji CO2 do atmosfery			91,78%	81,13
				MgCO2/rok

	Przed	Po	Oszczędność	
Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną	264 123,82	13 485,65	250 638,17	kWh/rok
Stopień redukcji CO2	81,25	0,12	81,13	MgCO2/rok
Efekt energetyczny		69,35%		
Całkowity koszt modernizacji		599 774,58		zł