

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Zespół Placówek Oświatowych w Herbach



**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: Katowicka 6 kod: 42-284 powiat: województwo:	mięjscowość: Herby lubliniecki 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	1934
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Herby ul. Lubliniecka 33 kod 42-284	1.4. Adres budynku ul. Katowicka 6 kod 42-284 powiat lubliniecki 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	08.10.2024 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	38	

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	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	16 510,50	16 510,50
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	3 734,55	3 734,55
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	278	278
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kocioł węglowy	kocioł węglowy
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł węglowy kotły olejowe	kocioł węglowy kotły olejowe
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,36	0,36
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściana przy gruncie	0,232	0,232
2.	Ściana zewnętrzna 41 cm	0,261	0,190
3.	Ściana zewnętrzna 51 cm	0,252	0,185
4.	Ściana zewnętrzna 61 cm	0,244	0,181
5.	Ściana zewnętrzna 71 cm	0,237	0,177
6.	Stropodach niewentylowany I	1,353	0,142
7.	Stropodach niewentylowany II	1,315	0,146
8.	Stropodach wentylowany	1,485	0,144
9.	Dach sala	0,602	0,147
10.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,269	0,140
11.	Strop nad piwnicą	2,071	2,071
12.	Podłoga na gruncie	0,366	0,366
13.	Podłoga w piwnicy	0,318	0,318
14.	Okna	1,60	0,90
15.	Drzwi	2,10	1,3
3. Sprawności składowe systemu centralnego ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82/0,86	0,82/0,86
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	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	0,77
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,70	0,70
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 mechaniczna na Sali	naturalna mechaniczna na Sali
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	21 377	21 377
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,30	1,30
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	297,61	170,86
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	20,22	20,22
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 508,00	1 356,28
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 536,22	1 912,32

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	246,83	246,83
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]	186,56	100,89
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	263,05	142,25
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	4,85%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	157,18	157,18
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]	9,38	9,38
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)]	6,13	3,32
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]	297,21	176,28
2.	EP- wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m²rok]	349,10	194,50
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	40,69%	
4.	Zmniejszone zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	1 625,84	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	38,83	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	163,23	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	127 225,74	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	34,50	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		4 563 792,02	5 613 464,18
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		155 250,00	190 957,50
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⁾	3,40%	
4. Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾			
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ¹⁾	1 399 275,53	
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

25.09.2024 r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Docieplenie stropodachu wentylowanego
 - Docieplenie stropodachu niewentylowanego I
 - Docieplenie stropodachu niewentylowanego II
 - Wymiana stolarki drzwiowej
 - Docieplenie dachu hali
 - Wymiana stolarki okiennej
 - Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
 - Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm
 - Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm
 - Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm
 - Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm
 - Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm
 - Montaż paneli fotowoltaicznych 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. Katowicka 6, 42-284 Herby			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1934		Rok zasiedlenia		1934	
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]	2927,65	6	Budynek podpiwniczony	częściowo	
2	Kubatura budynku	[m ³]	16510,50	7	Liczba klatek schodowych	2	
	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]	16510,50	8	Liczba kondygnacji	3	
4	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	3734,55	9	Wysokość kondygnacji w świetle	[m]	2,9-3,5
5	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	3734,55	10	Liczba użytkowników	278	

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

Stary budynek Zespołu Placówek Oświatowych w Herbach wykonany jest w technologii tradycyjnej. Składa się z kulku brył, budowanych w różnych okresach. Budynek jest częściowo podpiwniczony. Fundamenty i ławy budynku szkoły i sali gimnastycznej betonowe. Ściany zewnętrzne murowane o różnej grubości ocieplone styropianem. Stropy gęstożebrowe. Strop sali gimnastycznej płyty korytkowe na dźwigarach strunobetonowych, ocieplony płytą sprasowaną z wełny mineralnej. Strop pod nieogrzewanym poddaszem szkoły ocieplony wełną mineralną. Nad resztą budynku stropodach kryty blachą.

Okna pcv stare o wartości współczynnika przenikania $U = 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Drzwi zewnętrzne współczynnika przenikania $U = 2,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

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 przy gruncie	201,08	0,232				
2	Ściana zewnętrzna 41 cm	624,88	0,261	326,11	1,60	34,43	2,10
3	Ściana zewnętrzna 51 cm	1253,33	0,252				
4	Ściana zewnętrzna 61 cm	516,07	0,244				
5	Ściana zewnętrzna 71 cm	802,57	0,237				
6	Stropodach niewentylowany I	1056,07	1,353				
7	Stropodach niewentylowany II	116,92	1,315				
8	Stropodach wentylowany	316,68	1,485				
9	Dach sala	1377,10	0,602				
10	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	630,04	0,269				
11	Strop nad piwnicą	402,60	2,071				
12	Podłoga na gruncie	2774,63	0,366				
13	Podłoga w piwnicy	371,76	0,318				

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]	20,22
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	297,61
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	20,22
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2508,00
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3536,22
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	157,18
	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 na ekogroszek i kotła olejowego. Źródła ciepła umieszczone w ogrzewanej piwnicy. Przewody zaizolowane. Grzejniki stalowe wyposażone w zawory termostatyczne.
2.	Parametry pracy instalacji	80/60
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, zaizolowane
4.	Rodzaje grzejników	Grzejniki stalowe
5.	Oślonienie grzejników	-
6.	Zawory termostatyczne	Tak
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	kocioł olejowy
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82	0,86
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,88	0,88
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,69	0,73
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00	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 na ekogroszek.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, bez izolacji
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Instalacja wodna dwururowa zasilana z kotła na ekogroszek i kotła olejowego. Źródła ciepła umieszczone w ogrzewanej piwnicy. Przewody zaizolowane. Grzejniki stalowe wyposażone w zawory termostatyczne.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna, mechaniczna na sali
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	21 376,6

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściana przy gruncie	0,23	0,20
Ściana zewnętrzna 41 cm	0,26	0,20
Ściana zewnętrzna 51 cm	0,25	0,20
Ściana zewnętrzna 61 cm	0,24	0,20
Ściana zewnętrzna 71 cm	0,24	0,20
Stropodach niewentylowany I	1,35	0,15
Stropodach niewentylowany II	1,32	0,15
Stropodach wentylowany	1,49	0,15
Dach sala	0,60	0,15
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,27	0,15
Strop nad piwnicą	2,07	1,00
Podłoga na gruncie	0,37	0,30
Podłoga w piwnicy	0,32	0,30

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych odbiegają od zakładanych WT 2021.

5.2. Okna i drzwi

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

5.3 System grzewczy

Instalacja wodna dwururowa zasilana z kotła na ekogroszek i kotła olejowego. Źródła ciepła umieszczone w ogrzewanej piwnicy. Przewody zaizolowane. Grzejniki stalowe wyposażone w zawory termostatyczne.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana zbiorczo przez kocioł na ekogroszek.

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 ściany zewnętrzne, stropodachy, dachy i strop pod nieogrzewanym poddaszem.
2	<u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 1,6 [W/m ² K], drzwi o współczynniku przenikania ciepła 2,1 [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 na ekogroszek.	Bez zmian
5	<u>System grzewczy</u> Instalacja wodna dwururowa zasilana z kotła na ekogroszek i kotła olejowego. Źródła ciepła w ogrzewanej piwnicy. Przewody zaizolowane.	Bez zmian

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne, dach	Ocieplenie ścian zewnętrznych, stropodachów, dachów i 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.	Bez zmian

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.	Bez zmian

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)	157,18	157,18	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		
				Ściana zewnętrzna 41 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 624,88 m ² A_{kosz} = 687,37 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . 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≤0,2 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,13	0,15	0,17
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,261	0,214	0,190	0,170
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	52,5	43,1	38,2	34,2
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0065	0,0054	0,0047	0,0043
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		1 478,00	2 248,00	2 876,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		430,00	473,00	520,30
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		295 568,24	325 125,06	357 637,57
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		199,98	144,63	124,35
Wariant obejmuje zrzucenie starej izolacji. Współczynnik przenikania dla ściany bez izolacji U=1,376 m2K/W.						
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 : 325 125,06 zł		SPBT= 144,63 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna 51 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A=1253,33m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz}=1378,66m²						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruje W/mK . 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≤0,2 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,13	0,15	0,17
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	0,252	0,208	0,185	0,166
4	Q _{0U} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _C	GJ/a	101,8	84,2	74,7	67,2
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0098	0,0081	0,0072	0,0065
6	Roczna oszczędność kosztów = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	ΔO _{ru} zł/a		2766,00	4260,00	5438,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		430,00	473,00	520,30
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		592 825,09	652 107,60	717 318,36
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		214,33	153,08	131,91
Wariant obejmuje zrzucenie starej izolacji. Współczynnik przenikania dla ściany bez izolacji U=1,167 m2K/W.						
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 :		652 107,60 zł	SPBT= 153,08 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna 61 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 516,07 m ² A_{kosz} = 567,68 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruj W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji zgodnie z projektem						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,13	0,15	0,17
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,244	0,203	0,181	0,163
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	40,6	33,8	30,1	27,1
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0039	0,0032	0,0029	0,0026
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		1 069,00	1 650,00	2 122,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		430,00	473,00	520,30
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		244 101,11	268 511,22	295 362,34
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		228,35	162,73	139,19
Wariant obejmuje zrzucenie starej izolacji. Współczynnik przenikania dla ściany bez izolacji U=1,014m2K/W.						
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 :		Koszt : 268 511,22 zł		SPBT= 162,73 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna 71 cm		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 802,57 m ²		
				A_{kosz} = 882,83 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruj W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji zgodnie z projektem						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,13	0,15	0,17
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,237	0,198	0,177	0,160
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	61,3	51,1	45,7	41,3
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0059	0,0049	0,0044	0,0040
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		1 603,00	2 452,00	3 144,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		430,00	473,00	520,30
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		379 615,61	417 577,17	459 334,89
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		236,82	170,30	146,10
Wariant obejmuje zrzucenie starej izolacji. Współczynnik przenikania dla ściany bez izolacji U=0,896 m2K/W.						
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 :		Koszt : 417 577,17 zł		SPBT= 170,30 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach niewentylowany II		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	116,92 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	116,92 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu niewentylowanego poprzez położenie styroapapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.						
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	1,315	0,158	0,146	0,135
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	49,5	6,0	5,5	5,1
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0061	0,0007	0,0007	0,0006
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		6 837,00	6 916,00	6 979,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		594,28	653,71	719,08
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		69 483,22	76 431,54	84 074,83
8	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		10,16	11,05	12,05
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 : 76 431,54 zł		SPBT= 11,05 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach niewentylowany I		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	1056,07 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	1056,07 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu niewentylowanego granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$.						
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji zgodnie z projektem						
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	1,353	0,155	0,142	0,132
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	460,3	52,7	48,4	44,8
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0572	0,0065	0,0060	0,0056
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		64 067,00	64 743,00	65 309,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		589,58	589,60	648,56
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		622 637,75	622 658,87	684 924,76
8	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,72	9,62	10,49
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 : 622 658,87 zł		SPBT= 9,62 lat		

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach wentylowany		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 316,68 m ² A_{kosz} = 316,68 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,035 W/m*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 ≤ 0,15 W/m ² 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	1,485	0,157	0,144	0,133
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	151,5	16,0	14,7	13,5
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0188	0,0020	0,0018	0,0017
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		21 298,00	21 502,00	21 691,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		589,58	589,60	648,56
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		186 708,19	186 714,53	205 385,98
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		8,77	8,68	9,47
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 : 186 714,53 zł		SPBT= 8,68 lat		

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach sala		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	1377,10 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	1377,10 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się docieplenie dachu poprzez wypełnienie przestrzeni między istniejącą konstrukcją z wełny mineralnej o wsp. przewodności $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$. Obicie od wewnątrz blachą.						
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		0,16	0,18	0,20
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	0,602	0,160	0,147	0,136
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S d A U_c$	GJ/a	267,1	71,2	65,2	60,2
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} A (t_{w0} - t_{z0}) U_c$	MW	0,0332	0,0088	0,0081	0,0075
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12 (q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		30792,00	31735,00	32521,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		605,00	665,50	732,05
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		833 145,50	916 460,05	1 008 106,06
8	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		27,06	28,88	31,00
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 :		916 460,05 zł		SPBT = 28,88 lat

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	630,04 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	630,04 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. 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 $U \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	0,269	0,152	0,140	0,130
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	54,60	30,90	28,40	26,30
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0068	0,0038	0,0035	0,0033
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		3 725,00	4 118,00	4 448,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		363,00	399,30	439,23
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		228 704,52	251 574,97	276 732,47
8	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		61,40	61,09	62,22
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 :		251 574,97 zł	SPBT= 61,09 lat	

7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 326,11 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$ $V_{nom} = \psi = 5\,850 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$ Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 19\,236 \text{ m}^3$ 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	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,60	0,90
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,10	1,00
		C_m	1,20	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	168,10	94,60
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	846,50	769,60
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	1014,60	864,20
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,02087	0,01174
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,15696	0,13080
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,17783	0,14254
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		23 640,2
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł/m ²		2 200
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		717 442,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		30,35
Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m² średnich cen lokalnych				
Wybrany wariant : 1		Koszt 717 442,00 zł	SPBT=	30,35 lat

7.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana stolarki drzwiowej
Dane: powierzchnia drzwi $A_{drz} = 34,43 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \psi = 360 \text{ m}^3/\text{h}$ 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	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,10	1,30
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,30	0,85
		C_m	1,50	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	23,00	14,00
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	51,00	34,00
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	74,00	48,00
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0029	0,0018
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0073	0,0049
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0102	0,0067
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		4 087
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł/m ²		2 300
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		79 189,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		19,38
Wybrany wariant : 1 Koszt : 79 189,00 zł SPBT= 19,38 lat				

7.2.12. 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	Docieplenie stropodachu wentylowanego	186 714,53	8,68
2	Docieplenie stropodachu niewentylowanego I	622 658,87	9,62
3	Docieplenie stropodachu niewentylowanego II	76 431,54	11,05
4	Wymiana stolarki drzwiowej	79 189,00	19,38
5	Docieplenie dachu hali	916 460,05	28,88
6	Wymiana stolarki okiennej	717 442,00	30,35
7	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	251 574,97	61,09
8	Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm	325 125,06	144,63
9	Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm	652 107,60	153,08
10	Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm	268 511,22	162,73
11	Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm	417 577,17	170,30

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

Dane: $Q_{oco} = 2\,508 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotła węglowego oraz kotłów olejowych
- 2 Instalacja stalowa, zaizolowana
- 3 Grzejniki stalowe, wyposażone w zawory termostatyczne

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności					
		przed			po		
	Rodzaj systemu zasilania	Kocioł węglowy Kotły olejowe			Kocioł węglowy Kotły olejowe		
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,82	0,86	$\eta_g =$	0,82	0,86
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,96	0,96	$\eta_d =$	0,96	0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,88	0,88	$\eta_e =$	0,88	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	1,00	$\eta_s =$	1,00	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,69	0,73	$\eta =$	0,69	0,73
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00	$w_t =$	1,00	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	1,00	$w_d =$	1,00	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 i kotłów olejowych.	Bez zmian
sprawność przesyłu η_d	Przestrzeń ogrzewana, przewody zaizolowane	Bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	Regulacja centralna, 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.	
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,298	
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	2 508,00	
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,69	0,73
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	1 810,21	1 726,01
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	75 033,22	199 754,90
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	75 033,22	199 754,90

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	7	8	9	10	11
1	Docieplenie stropodachu wentylowanego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Docieplenie stropodachu niewentylowanego I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie stropodachu niewentylowanego II	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Wymiana stolarki drzwiowej	X	X	X	X	X	X	X	X			
5	Docieplenie dachu hali	X	X	X	X	X	X	X				
6	Wymiana stolarki okiennej	X	X	X	X	X	X					
7	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	X	X	X	X	X						
8	Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm	X	X	X	X							
9	Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm	X	X	X								
10	Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm	X	X									
11	Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm	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+7+8+9+10+11	4 513 792,02
2	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	4 096 214,85
3	1+2+3+4+5+6+7+8+9	3 827 703,63
4	1+2+3+4+5+6+7+8	3 175 596,03
5	1+2+3+4+5+6+7	2 850 470,96
6	1+2+3+4+5+6	2 598 895,99
7	1+2+3+4+5	1 881 453,99
8	1+2+3+4	964 993,94
9	1+2+3	885 804,94
10	1+2	809 373,40
11	1	186 714,53

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	0,171	1 356,28	0,69	0,73	1,00	1 912,32	148 600,17	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	39,30	21 035,77	0,191	2 370,03	271 697,15	1 625,84	127 225,74
2	0,173	1 532,56	0,69	0,73	1,00	2 160,87	167 914,23	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	39,79	21 296,09	0,193	2 619,07	291 271,53	1 376,80	107 651,36
3	0,174	1 543,57	0,69	0,73	1,00	2 176,41	169 121,20	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	39,80	21 301,29	0,194	2 634,61	292 483,69	1 361,26	106 439,19
4	0,178	1 571,98	0,69	0,73	1,00	2 216,46	172 233,35	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	39,91	21 359,10	0,198	2 674,77	295 653,66	1 321,10	103 269,23
5	0,180	1 586,22	0,69	0,73	1,00	2 236,54	173 793,77	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	39,94	21 375,47	0,200	2 694,88	297 230,45	1 300,99	101 692,44
6	0,183	1 610,15	0,69	0,73	1,00	2 270,29	176 416,20	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	39,95	21 385,11	0,203	2 728,64	299 862,52	1 267,23	99 060,37
7	0,192	1 683,77	0,69	0,73	1,00	2 374,08	184 482,05	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	40,07	21 447,54	0,212	2 832,56	307 990,80	1 163,31	90 932,09
8	0,221	1 896,37	0,69	0,73	1,00	2 673,85	207 775,86	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	40,47	21 661,41	0,241	3 132,72	331 498,48	863,15	67 424,41
9	0,222	1 905,04	0,69	0,73	1,00	2 686,07	208 725,22	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	40,49	21 672,20	0,242	3 144,96	332 458,63	850,91	66 464,26
10	0,227	1 948,02	0,69	0,73	1,00	2 746,68	213 434,96	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	40,59	21 727,50	0,247	3 205,67	337 223,67	790,20	61 699,22
11	0,278	2 367,50	0,69	0,73	1,00	3 338,13	259 394,88	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	41,07	22 073,56	0,298	3 797,60	383 529,65	198,27	15 393,24
0-stan istniejący	0,298	2 508,00	0,69	0,73	1,00	3 536,22	274 788,12	0,020	246,83	10 231,22	171,57	91 829,99	41,24	22 073,56	0,318	3 995,87	398 922,89		

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	Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem Wymiana stolarki okiennej Docieplenie dachu hali Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu niewentylowanego II Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	4 513 792,02	127 225,74	40,69%	2 256 896,01	50,00%	1 399 275,53

2	Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm						
	Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm						
	Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm						
	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem						
	Wymiana stolarki okiennej						
	Docieplenie dachu hali	4 096 214,85	107 651,36	34,46%	2 048 107,42	50,00%	1 269 826,60
	Wymiana stolarki drzwiowej						
	Docieplenie stropodachu niewentylowanego II						
	Docieplenie stropodachu niewentylowanego I						
	Docieplenie stropodachu wentylowanego						
3	Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm						
	Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm						
	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem						
	Wymiana stolarki okiennej						
	Docieplenie dachu hali	3 827 703,63	106 439,19	34,07%	1 913 851,81	50,00%	1 186 588,12
	Wymiana stolarki drzwiowej						
	Docieplenie stropodachu niewentylowanego II						
	Docieplenie stropodachu niewentylowanego I						
	Docieplenie stropodachu wentylowanego						

4	Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem Wymiana stolarki okiennej Docieplenie dachu hali Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu niewentylowanego II Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	3 175 596,03	103 269,23	33,06%	1 587 798,01	50,00%	984 434,77
5	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem Wymiana stolarki okiennej Docieplenie dachu hali Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu niewentylowanego II Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	2 850 470,96	101 692,44	32,56%	1 425 235,48	50,00%	883 646
6	Wymiana stolarki okiennej Docieplenie dachu hali Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu niewentylowanego II Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	2 598 895,99	99 060,37	31,71%	1 299 448,00	50,00%	805 658

7	Docieplenie dachu hali Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu niewentylowanego II Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	1 881 453,99	90 932,09	29,11%	940 727,00	50,00%	583 251
8	Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie stropodachu niewentylowanego II Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	964 993,94	67 424,41	21,60%	482 496,97	50,00%	299 148
9	Docieplenie stropodachu niewentylowanego II Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	885 804,94	66 464,26	21,29%	442 902,47	50,00%	274 600
10	Docieplenie stropodachu niewentylowanego I Docieplenie stropodachu wentylowanego	809 373,40	61 699,22	19,78%	404 686,70	50,00%	250 906
11	Docieplenie stropodachu wentylowanego	186 714,53	15 393,24	4,96%	93 357,27	50,00%	57 882
*) 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 Docieplenie stropodachu wentylowanego
- 2 Docieplenie stropodachu niewentylowanego I
- 3 Docieplenie stropodachu niewentylowanego II
- 4 Wymiana stolarki drzwiowej
- 5 Docieplenie dachu hali
- 6 Wymiana stolarki okiennej
- 7 Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
- 8 Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm
- 9 Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm
- 10 Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm
- 11 Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 40,69%
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. Optymalnym są również wszystkie koszty związane z pracami odtworzeniowymi tak jak obróbki blacharskie, opaski wokół budynku, odwodnienia, a w przypadku gruntowych pomp ciepła wszelkie przekopy i wykopy. W przypadku prac związanych z elektryką kwalifikowanymi są również koszty związane z modernizacją wewnętrznej instalacji elektrycznej.

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. Ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem weny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/(m K)), o grubości co najmniej 22 cm,
2. Ocieplenie stropodachu niewentylowanego granulatem weny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/(m K)), o grubości co najmniej 22 cm,
3. Ocieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ W/(m K)), o grubości co najmniej 22 cm,
4. Wymiana stolarki okiennej o współczynniku przenikania $U = 1,6$ [W/m²K] na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9$ [W/m²K]
5. Wymiana stolarki drzwiowej o współczynniku przenikania $U = 2,1$ [W/m²K] na nową o współczynniku przenikania $U = 1,3$ [W/m²K]
6. Ocieplenie ścian zewnętrznych 41 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033$ W/(m K)), o grubości co najmniej 15 cm,
7. Ocieplenie ścian zewnętrznych 51 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033$ W/(m K)), o grubości co najmniej 15 cm,
8. Ocieplenie ścian zewnętrznych 61 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033$ W/(m K)), o grubości co najmniej 15 cm,
9. Ocieplenie ścian zewnętrznych 71 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033$ W/(m K)), o grubości co najmniej 15 cm,
10. Ocieplenie dachu hali wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/(m K)), o grubości 18 cm,
11. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/(m K)), o grubości 12 cm.
12. Montaż paneli fotowoltaicznych o mocy 34,50 kW wraz z magazynem energii o pojemności 10 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	Docieplenie stropodachu wentylowanego	316,68	589,60	186 714,53
2	Docieplenie stropodachu niewentylowanego I	1056,07	589,60	622 658,87
3	Docieplenie stropodachu niewentylowanego II	116,92	653,71	76 431,54
4	Wymiana stolarki drzwiowej	34,43	2300,00	79 189,00
5	Docieplenie dachu hali	1377,10	665,50	916 460,05
6	Wymiana stolarki okiennej	326,11	2200,00	717 442,00
7	Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	630,04	399,30	251 574,97
8	Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm	687,37	473,00	325 125,06
9	Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm	1378,66	473,00	652 107,60
10	Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm	567,68	473,00	268 511,22
11	Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm	882,83	473,00	417 577,17
14	Montaż paneli fotowoltaicznych	-	-	205 250,00
			SUMA	4 719 042,02

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:

4 719 042,02 zł

Przewidywana premia termomodernizacyjna:

1 399 276 zł

Czas zwrotu nakładów SPBT

25,00 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	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	0,1709	1 356,28
2	0,1728	1 532,56
3	0,1741	1 543,57
4	0,1780	1 571,98
5	0,1798	1 586,22
6	0,1826	1 610,15
7	0,1919	1 683,77
8	0,2206	1 896,37
9	0,2218	1 905,04
10	0,2272	1 948,02
11	0,2782	2 367,50
0 - stan istniejący	0,2976	2 508,00

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	3734,55	3734,55
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	31 412,90	31 412,90
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,77	0,77
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,70	0,70
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,85	0,85
sprawność całkowita η_w	-	0,458	0,458
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	68 564,70	68 564,70
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	246,83	246,83

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.	278	278
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	25	25
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,386	0,386
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,361	2,361
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	47,7	47,743
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	20,22	20,22

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- ogrzewanie z kotła węglowego i kotłów olejowych

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło ekogroszek	zł/GJ	41,45	50,98
Opłata zmienna za ciepło olej opałowy	zł/GJ	115,73	142,35
Razem opłata zmienna	zł/GJ	157,18	193,33

Taryfa energii elektrycznej

Średnia cena energii elektrycznej 1,927 zł/kWh

Po modernizacji

- ogrzewanie z kotła węglowego i kotłów olejowych

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło ekogroszek	zł/GJ	41,45	50,98
Opłata zmienna za ciepło olej opałowy	zł/GJ	115,73	142,35
Razem opłata zmienna	zł/GJ	157,18	193,33

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

Dane wyjściowe:

1. Średnioroczne zużycie energii na potrzeby obiektu	47 658,60 kWh
2. Średniomiesięczne zużycie energii elektrycznej	3 971,55 kWh
3. Roczny koszt energii elektrycznej	91 829,99 zł/rok

Założenia:

Moc instalacji	34,50	kW		
Stacja meteorologiczna	Częstochowa	Koszt energii elektrycznej	1,93	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	980,20
2	52059	3,8	59,7	872,01		49,46	1 535,61
3	80365	5,2	109,9	731,26		76,35	2 370,57
4	119693	7,2	157,5	759,96	okres letni	113,71	3 530,64
5	146003	8	180,9	807,09		138,70	4 306,72
6	131387	8,5	194,9	674,13		124,82	3 875,59
7	150634	8	187,9	801,67		143,10	4 443,33
8	125146	8,1	182,4	686,11		118,89	3 691,49
9	99046	6,3	127,8	775,01	okres zimowy	94,09	2 921,61
10	71325	5	98,7	722,64		67,76	2 103,91
11	41375	3,3	49,6	834,17		39,31	1 220,46
12	32264	2,9	34,4	937,91		30,65	951,71
							31 931,84
							31.93 MWh

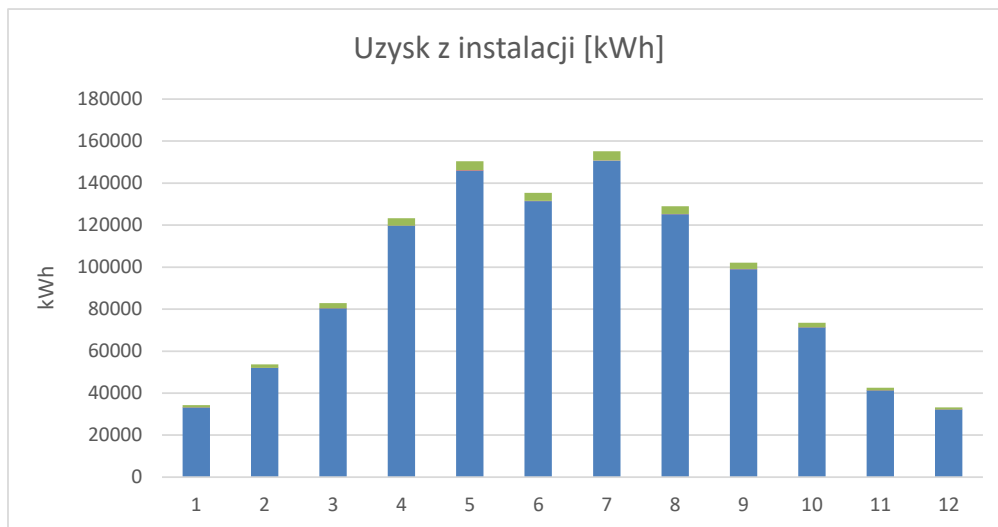
Do instalacji o mocy 34,50 kW projektuje się magazyn energii o pojemności 10,00 kWh.

Pojemność akumulatorów	10,00	kWh
Wytworzona energia elektryczna	31931,84	kWh
Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej	80,00	%
Roczne magazynowanie energii elektrycznej	25545,47	kWh
Sprawność magazynowania	75,00	%
Roczne straty akumulacji energii elektrycznej	-6386,37	kWh

Koszt instalacji PV	155 250,00	zł
Koszt magazynu energii	50 000,00	zł
Oszczędność kosztów	61 527,20 zł	zł/rok
Okres zwrotu	3,34	Lat

Średnioroczna ilość energii wyprodukowana przez instalację PV

kWh 31 931,84



Przedmiotem opracowania jest budowa elektrowni słonecznej o mocy 34,50 kW w oparciu o baterie fotowoltaiczne wraz z magazynem energii o pojemności 10,0 kWh.

Projektowana elektrownia słoneczna składać się będzie z zespołu modułów fotowoltaicznych tworzących baterie. Zainstalowane baterie będą współpracowały z inwerterem o łącznej maksymalnej mocy 34,50 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:	34,50 KWp
Moduł fotowoltaiczny:	69 x 500 W
Rodzaj panelu:	monokrystaliczne
Konstrukcja wsporcza:	komplet
Orientacja dachu:	Południe
Typ falownika:	trójfazowy
Instalacja elektryczna:	komplet
Magazyn energii:	litowo-jonowy
Pojemność magazynu energii:	10 kWh
Sprawność magazynowania	75%
Udział akumulacji w wytworzonej energii elektrycznej:	80%

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Docieplenie stropodachu wentylowanego
- Docieplenie stropodachu niewentylowanego I
- Docieplenie stropodachu niewentylowanego II
- Wymiana stolarki drzwiowej
- Docieplenie dachu hali
- Wymiana stolarki okiennej
- Docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
- Docieplenie ściany zewnętrznej 41 cm
- Docieplenie ściany zewnętrznej 51 cm
- Docieplenie ściany zewnętrznej 61 cm
- Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm
- Docieplenie ściany zewnętrznej 71 cm

Koszt modernizacji:

4 513 792,02 zł

Montaż paneli fotowoltaicznych wraz z magazynem energii

205 250,00 zł

Razem

4 719 042,02 zł

Przewiduję się następujące efekty.

Efekt energetyczny wariantu optymalnego

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	3 783,06	2 159,16
	MWh	1 050,85	599,77
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	59,11	58,58
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	1 109,96	658,34
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	0,00	31,93
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	1 109,96	658,34
Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji			40,69%

Efekt ekologiczny

Paliwo	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO2
	MWh/Mg	Mg/MWh
Węgiel kamienny	25,20	0,341
Energia elektryczna	-	0,708
Olej opałowy		0,279
Biomasa		0,000

Redukcja emisji CO2 do atmosfery

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	3 783,06	2 159,16	1 623,90
	MWh	1 050,85	599,77	451,08
Emisja CO2 dla energii ciepłej	MgCO2/rok	328,78	188,53	140,25
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	59,11	58,58	0,54
Emisja CO2 dla energii elektrycznej	MgCO2/rok	41,85	41,47	0,38
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	0,00	31,93	-31,93
Uniknięta emisja CO2 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych	MgCO2/rok	0,00	22,61	-22,61
Redukcja emisji CO2 do atmosfery			31,84%	163,23
				MgCO2/rok

	Przed	Po	Oszczędność	
Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną	1 303 720,59	726 352,21	577 368,38	kWh/rok
Stopień redukcji CO2	370,63	207,39	163,23	MgCO2/rok
Efekt energetyczny		40,69%		
Całkowity koszt modernizacji		4 719 042,02		zł