

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Szkoły Podstawowej im. Mikołaja Kopernika w Olszynie



**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 4 kod: 42-284 powiat: województwo:	miejsowość: Olszyna 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	1968
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Herby ul. Lubliniecka 33 kod 42-284	1.4. Adres budynku ul. Szkolna 4 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	02.10.2024 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	41	

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]	4 732,30	4 732,30
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1 218,23	1 218,23
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	109	109
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	przepływowy podgrzewacz elektryczny akumulacyjny podgrzewacz elektryczny	przepływowy podgrzewacz elektryczny akumulacyjny podgrzewacz elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł węglowy kocioł olejowy	kocioł węglowy kocioł olejowy
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,34	0,34
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściana fundamentowa	0,757	0,230
2.	Ściana zewnętrzna szkoły	0,311	0,191
3.	Ściana zewnętrzna łącznika	0,304	0,188
4.	Ściana zewnętrzna hali- murowana	1,141	0,441
5.	Ściana zewnętrzna hali- blacha	1,087	0,270
6.	Stropodach niewentylowany	0,226	0,226
7.	Stropodach wentylowany	0,344	0,15
8.	Dach hala	1,123	0,16
9.	Strop nad piwnicą	1,020	0,23
10.	Podłoga na gruncie	0,320	0,32
11.	Podłoga w piwnicy	0,353	0,35
7.	Okna	1,6; 3,1	0,90
8.	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 [-]	0,80	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 [-]	0,99/0,96	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00/0,85	1,00/0,85
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]	6 919	6 919
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,46	1,46
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	206,08	146,32
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	7,93	7,93
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	812,80	326,36
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1571,71	490,83

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	46,21	45,44
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]	185,35	74,42
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	358,41	111,93
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	1,90%	5,49%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	389,12	389,12
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]	21,61	21,25
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)]	22,89	7,15
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]	424,83	149,59
2.	EP- wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m²rok]	481,89	178,65
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	64,79%	
4.	Zmniejszone zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	1 114,48	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	26,62	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	93,61	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	206 527,71	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	-	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		2 272 514,56	2 795 192,90
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		0,00	0,00
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⁾	0,00%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ⁷⁾	590 853,79	
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 ⁷⁾ 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:
 - Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
 - Zamurowanie stolarki okiennej na hali
 - Wymiana stolarki okiennej na hali
 - Docieplenie ściany zewnętrznej hali- blacha
 - Docieplenie dachu hali
 - Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część)
 - Wymiana stolarki drzwiowej
 - Docieplenie stropodachu wentylowanego
 - Docieplenie stropu nad piwnicą
 - Wymiana stolarki okiennej
 - Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły
 - Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły
 - Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika
 - Modernizacja instalacji c.w.u.

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 4, 42-284 Olszyna			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1968		Rok zasiedlenia		1968	
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]	1049,36	6	Budynek podpiwniczony	częściowo	
2	Kubatura budynku	[m ³]	5085,40	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]	4732,30	8	Liczba kondygnacji	2	
4	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	1218,23	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,2; 7,4	
5	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	1092,13	10	Liczba użytkowników	109	

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 składa się z dwukondygnacyjnego budynku głównego, w którym mieszczą się pomieszczenia klas lekcyjnych i węzły sanitarne oraz jednokondygnacyjnej części obiektu, którą stanowi łącznik oraz zachodnie skrzydło.

W łączniku mieści się hol rekreacyjny połączony z jednej strony z korytarzem części dydaktycznej na parterze, a z drugiej z zachodnim skrzydłem obiektu obejmującym kuchnię z przygotowalnią i magazynem, świetlicę, bibliotekę i szatnię.

Budynek dydaktyczny połączony jest również łącznikiem z salą gimnastyczną stanowiącą wschodnie skrzydło obiektu.

Podpiwniczona jest jedynie część segmentu głównego, w której znajduje się kotłownia, skład opału, pompownia i węzeł sanitarny. Wszystkie obiekty przykryte są stropodachem ocieplonym żużlem pumekсовym grubości 10cm i przykrytym papą na lepiku.

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

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

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Pow. netto m ²	U W/(m ² *K)	Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściana fundamentowa	256,27	0,757				
2	Ściana zewnętrzna szkoły	648,03	0,311	341,93	1,60	14,47	2,10
3	Ściana zewnętrzna łącznika	116,01	0,304				
4	Ściana zewnętrzna hali- murowana	69,11	1,141	88,43	3,10		
5	Ściana zewnętrzna hali- blacha	396,32	1,087				
6	Stropodach niewentylowany	462,11	0,226				
7	Stropodach wentylowany	241,85	0,344				
8	Dach hala	397,22	1,123				
9	Strop nad piwnicą	164,71	1,020				
9	Podłoga na gruncie	798,44	0,320				
10	Podłoga w piwnicy	151,42	0,353				

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]	7,93
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	206,08
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	7,93
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	812,80
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1571,71
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	389,12
	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 olejowego i kotła na ekogroszek. Źródła ciepła w nieogrzewanej piwnicy.
2.	Parametry pracy instalacji	80/60
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, bez izolacji.
4.	Rodzaje grzejników	Grzejniki stalowe oraz żeliwne, żeberkowe
5.	Oślonienie 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	kocioł olejowy
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82	0,86
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,51	0,53
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 miejscowo przez przepływowe i akumulacyjne podgrzewacze elektryczne.
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 olejowego i kotła na ekogroszek. Źródła ciepła w nieogrzewanej piwnicy. Przewody niezaizolowane. Grzejniki w większości nowe, bez zaworów termostatycznych.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	6 918,7

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściana fundamentowa	0,76	b/w
Ściana zewnętrzna szkoły	0,31	0,20
Ściana zewnętrzna łącznika	0,30	0,20
Ściana zewnętrzna hali- murowana	1,14	0,20
Ściana zewnętrzna hali- blacha	1,09	0,20
Stropodach niewentylowany	0,23	0,15
Dach hala	0,34	0,15
Strop nad piwnicą	1,12	0,25
Podłoga na gruncie	1,02	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	16 3,1	0,9

5.3 System grzewczy

Instalacja wodna, dwururowa zasilana z kotła olejowego i kotła na ekogroszek. Źródła ciepła w nieogrzewanej piwnicy. Przewody niezaizolowane. Grzejniki w większości nowe, bez zaworów termostatycznych.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana miejscowo przez przepływowe i akumulacyjne podgrzewacze elektryczne.

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 fundamentowe, ściany zewnętrzne, stropodachu, strop nad nieogrzewaną piwnicą, dach hali.
2	<u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 3,1 i 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. Należy zamurować część stolarki okiennej na hali.
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Wentylacja grawitacyjna.	Bez zmian
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda użytkowa przygotowywana miejscowo przez przepływowe i akumulacyjne podgrzewacze elektryczne.	Wymiana podgrzewacza akumulacyjnego na nowy.
5	<u>System grzewczy</u> Instalacja zasilana z kotła olejowego i kotła na ekogroszek. Źródła ciepła w nieogrzewanej piwnicy. Przewody nieizolowane. Grzejniki w większości nowe, bez zaworów termostatycznych.	Możliwa poprawa sprawności systemu grzewczego poprzez wymianę 8 starych żeliwnych grzejników na nowe płytowe, stalowe oraz wyposażenie wszystkich grzejników w zawory termostatyczne. Izolacja przewodów.

ndamentowe

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	Ocieplenie ścian zewnętrznych, stropodachu, stropu nad nieogrzewaną piwnicą, 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 wymianę 8 starych żeliwnych grzejników na nowe płytowe, stalowe oraz wyposażenie wszystkich grzejników w zawory termostatyczne. Izolacja przewodów.

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 wymianę 8 starych żeliwnych grzejników na nowe płytowe, stalowe oraz wyposażenie wszystkich grzejników w zawory termostatyczne. Izolacja przewodów.

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	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	8,8	7,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 729	3 729	dzień·K·a
Sd dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	1 044	1 193	
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$ (średnie wyliczenia na podstawie danych uzyskanych od inwestora)	389,12	389,12	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 fundamentowa		
Dane:				A	=	256,27 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	307,52 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany fundamentowej styropianem jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,757	0,267	0,230	0,202
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	21,70	7,70	6,60	5,80
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0060	0,0021	0,0018	0,0016
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		5448,00	5876,00	6187,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		355,00	390,50	429,55
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		109 171,02	120 088,12	132 096,93
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		20,04	20,44	21,35
Wybrany wariant : 2		Koszt :	120 088,12 zł	SPBT=	20,44 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna szkoły		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 648,03 m ² A_{kosz} = 712,83 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . 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		0,12	0,14	0,16
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,311	0,216	0,191	0,171
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	64,90	45,10	39,90	35,70
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0081	0,0056	0,0050	0,0044
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		7 705,00	9 728,00	11 362,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		409,00	449,90	494,89
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		291 548,70	320 703,57	352 773,92
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		37,84	32,97	31,05
Wariant obejmuje zrzucenie starej izolacji. Współczynnik przenikania dla ściany bez izolacji U= 1,007 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 :	320 703,57 zł	SPBT=	32,97 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna łącznika		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A=116,01m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz}=127,61m²						
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		0,12	0,14	0,16
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	0,304	0,213	0,188	0,169
4	Q _{0U} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _C	GJ/a	11,40	8,00	7,00	6,30
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0011	0,0008	0,0007	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		1 323,00	1 712,00	1 985,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		409,00	449,90	494,89
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		52 192,90	57 412,19	63 153,41
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		39,5	33,5	31,8
Wariant obejmuje zrzucenie starej izolacji. Współczynnik przenikania dla ściany bez izolacji U=0,940 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 :		57 412,19 zł	SPBT= 33,54 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna hali- murowana		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 69,11 m² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{kosz} = 76,02 m²						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,036 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		0,03	0,05	0,07
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	1,141	0,585	0,441	0,355
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	25,40	13,00	9,80	7,90
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A·(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0024	0,0013	0,0009	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})/O _z +12(q _{0U} -q _{1U})/O _m	zł/a		4 825,00	6 070,00	6 810,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350,00	385,00	423,50
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		26 607,35	29 268,09	32 194,89
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		5,51	4,82	4,73
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 :		29 268,09 zł		
		SPBT=		4,82 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna hali- blacha		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	= 396,32	m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	= 455,69	m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Projektuje się termoizolację ścian zewnętrznych wykończonych blachą trapezową od wewnątrz za pomocą płyt warstwowych z rdzeniem z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła						
λ= 0,036 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		0,08	0,10	0,12
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	1,087	0,318	0,270	0,235
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _C	GJ/a	138,80	40,60	34,50	30,00
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A·(t _{w0} -t _{z0})·U _C	MW	0,0172	0,0050	0,0043	0,0037
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		38212,00	40585,00	42336,00
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350,00	385,00	423,50
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		159 491,06	175 440,16	192 984,18
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		4,17	4,32	4,56
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 :		175 440,16 zł		SPBT= 4,32 lat

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach wentylowany		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	241,85 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	241,85 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wentylowanego 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		0,12	0,14	0,16
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,344	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	26,80	12,50	11,50	10,60
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0033	0,0016	0,0014	0,0013
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		5 564,00	5 954,00	6 304,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		369,00	405,90	446,49
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		89 242,65	98 166,92	107 983,61
8	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		16,04	16,49	17,13
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 : 98 166,92 zł		SPBT= 16,49 lat		

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach hala		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	397,22 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	397,22 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu hali poprzez wypełnienie przestrzeni między istniejącą konstrukcją z wełny mineralnej o wsp. przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$.						
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		0,18	0,20	0,22
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	1,123	0,170	0,155	0,143
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	143,70	21,70	19,90	18,30
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0178	0,0027	0,0025	0,0023
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		47 473,00	48 173,00	48 796,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		480,00	528,00	580,80
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		190 665,60	209 732,16	230 705,38
8	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		4,02	4,35	4,73
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 : 209 732,16 zł		SPBT = 4,35 lat		

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad piwnicą		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 164,71 m ² A_{kosz} = 164,71 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą od spodu wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,035 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≤0,25 W/m2K						
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	1,020	0,261	0,227	0,201
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	15,20	3,90	3,40	3,00
4	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,0048	0,0012	0,0011	0,0010
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		4 397,00	4 592,00	4 747,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		455,00	500,50	550,55
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		74 943,05	82 437,36	90 681,09
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		17,04	17,95	19,10
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 : 82 437,36 zł		SPBT= 17,95 lat		

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 341,93 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$ $V_{nom} = \psi = 2\,470 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$ Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 4\,778 \text{ m}^3$ 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	176,30	99,10
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	357,40	324,90
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	533,70	424,00
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,02188	0,01231
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,03899	0,03249
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,06087	0,04480
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		42 686,46
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł/m ²		2 300,00
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		786 439,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		18,42
Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m² średnich cen lokalnych				
Wybrany wariant : 1		Koszt	786 439,00 zł	SPBT= 18,42 lat

7.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 57,30 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$ $V_{nom} = \psi = 2\,470 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$ Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 2\,141 \text{ m}^3$ 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	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,10	0,90
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,24	1,00
		C_m	1,40	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	57,20	16,60
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	404,40	324,90
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	461,60	341,50
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00711	0,00206
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,02038	0,01456
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,02749	0,01662
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		46 733,31
10	Koszt jednostkowy zamurowania okien N_{OK}	zł/m ²		2 200,00
11	Koszt wymiany zamurowania okien N_{OK}	zł		126 060,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		2,70
Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m² średnich cen lokalnych				
Wybrany wariant : 1		Koszt	126 060,00 zł	SPBT= 2,70 lat

7.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Zamurowanie otworów okiennych
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 31,13 \text{ m}^2$ $C_w = 1,2$ $V_{nom} = \psi = 2\,470 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$ Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 2\,141 \text{ m}^3$ Usprawnienie obejmuje zamurowanie otworów okiennych, ścianą ocieploną styropianem o współczynniku przenikania wg poniższego wariantu ściana hali ocieplona $U = 0,441 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,10	0,44
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,24	1,00
		C_m	1,40	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	31,10	4,40
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	404,4	324,9
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	435,5	329,3
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00386	0,00055
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,02038	0,01456
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,02424	0,01511
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		41 324,54
10	Koszt jednostkowy zamurowania okien N_{OK}	zł/m ²		2 200,00
11	Koszt wymiany zamurowania okien N_{OK}	zł		68 486,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		1,66
Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m² średnich cen lokalnych				
Wybrany wariant : 1		Koszt	68 486,00 zł	SPBT= 1,66 lat

7.2.12. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana stolarki drzwiowej
Dane: powierzchnia drzwi $A_{drz} = 14,47 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \psi = 180 \text{ m}^3/\text{h}$ 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	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,100	1,300
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,850
		C_m	-	1,000
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	10,000	6,000
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	26,000	17,000
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	36,000	23,000
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0012	0,0008
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0037	0,0024
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0049	0,0032
9	Roczna oszczędność kosztów $(Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ $\Delta O_{ru} =$	zł/rok		5 058,56
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł/m ²		2 300,00
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		33 281,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		6,58
Wybrany wariant : 1 Koszt : 33 281,00 zł SPBT= 6,58 lat				

7.2.13. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 20,88 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,008 \text{ MW}$

Opis:

Zmiana źródła ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u. Wymiana bojlera na nowy o lepszej sprawności.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cw\acute{s}r}$	MW	0,0079	0,0079
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1}$ cw	GJ/rok	46,21	45,44
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	6 889,96	6 775,47
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0,00	0,00
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0,00	0,00
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	6 890,0	6 775,47
7	Różnica	zł/a		114,50
8	Koszt	zł		15 000,00
9	SPBT	lat		131,01
KOSZT		15 000,00 zł	SPBT	131,01 lat

7.2.14. 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	Zamurowanie stolarki okiennej na hali	68 486,00	1,66
2	Wymiana stolarki okiennej na hali	126 060,00	2,70
3	Docieplenie ściany zewnętrznej hali- blacha	175 440,16	4,32
4	Docieplenie dachu hali	209 732,16	4,35
5	Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część)	29 268,09	4,82
6	Wymiana stolarki drzwiowej	33 281,00	6,58
7	Docieplenie stropodachu wentylowanego	98 166,92	16,49
8	Docieplenie stropu nad piwnicą	82 437,36	17,95
9	Wymiana stolarki okiennej	786 439,00	18,42
10	Docieplenie ścian fundamentowych	120 088,12	20,44
11	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły	320 703,57	32,97
12	Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika	57 412,19	33,54
13	Modernizacja instalacji c.w.u.	15 000,00	131,01

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

Dane: $Q_{oco} = 813 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ogrzewanie zbiorcze zasilane z kotła węglowego oraz kotła olejowego
- 2 Instalacja stalowa, niezaizolowana
- 3 Grzejniki w większości stalowe bez zaworów

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

lp.	opis	koszt
1	Wymiana 8 starych żeliwnych grzejników na nowe płytowe, stalowe oraz wyposażenie wszystkich grzejników w zawory termostatyczne. Izolacja przewodów.	150 000,00
koszt		zł 150 000,00

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 olejowy			Kocioł węglowy Kocioł olejowy		
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,82	0,86	$\eta_g =$	0,82	0,86
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,80	0,80	$\eta_d =$	0,90	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	0,77	$\eta_e =$	0,88	0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	1,00	$\eta_s =$	1,00	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,51	0,53	$\eta =$	0,65	0,68
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 olejowego	Bez zmian
sprawność przesyłu η_d	Przestrzeń nieogrzewana, przewody niezaizolowane	Przestrzeń nieogrzewana, przewody zaizolowane
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.		Stan po modern.	
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,206		0,206	
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	812,80		812,80	
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,51	0,53	0,65	0,68
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	804,56	767,14	625,77	596,67
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	32 657,28	267 372,34	25 400,10	207 956,26
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	32 657,28	267 372,34	25 400,10	207 956,26
11	Różnica	zł/rok			66 673,25	
12	Koszt	zł			150 000,00	
13	SPBT	lat			2,25	

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	12	13	14
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Zamurowanie stolarki okiennej na hali	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Wymiana stolarki okiennej na hali	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Docieplenie ściany zewnętrznej hali- blacha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
5	Docieplenie dachu hali	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
6	Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część)	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
7	Wymiana stolarki drzwiowej	X	X	X	X	X	X	X	X						
8	Docieplenie stropodachu wentylowanego	X	X	X	X	X	X	X							
9	Docieplenie stropu nad piwnicą	X	X	X	X	X	X								
10	Wymiana stolarki okiennej	X	X	X	X	X									
11	Docieplenie ścian fundamentowych	X	X	X	X										
12	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły	X	X	X											
13	Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika	X	X												
14	Modernizacja instalacji c.w.u.	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+12+13+14	2 272 514,57
2	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13	2 257 514,57
3	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12	2 200 102,38
4	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11	1 879 398,81
5	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	1 759 310,69
6	1+2+3+4+5+6+7+8+9	972 871,69
7	1+2+3+4+5+6+7+8	890 434,33
8	1+2+3+4+5+6+7	792 267,41
9	1+2+3+4+5+6	758 986,41
10	1+2+3+4+5	729 718,32
11	1+2+3+4	519 986,16
12	1+2+3	344 546,00
13	1+2	218 486,00
14	1	150 000,00

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	0,146	326,36	0,65	0,68	1,00	490,83	93 697,18	0,008	45,44	6 775,47	49,20	7 336,73	2,64	393,84	0,154	588,12	108 203,22	1 082,18	206 527,71
2	0,146	326,36	0,65	0,68	1,00	490,83	93 697,18	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	2,64	393,84	0,154	588,89	108 317,71	1 081,42	206 413,21
3	0,147	330,32	0,65	0,68	1,00	496,79	94 834,93	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	2,65	394,75	0,155	594,85	109 456,37	1 075,45	205 274,56
4	0,149	344,70	0,65	0,68	1,00	518,42	98 962,98	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	2,67	398,72	0,157	616,51	113 588,38	1 053,80	201 142,54
5	0,150	348,70	0,65	0,68	1,00	524,44	100 112,19	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	2,77	413,27	0,158	622,62	114 752,15	1 047,68	199 978,77
6	0,152	402,16	0,65	0,68	1,00	604,85	115 461,53	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	2,84	423,41	0,160	703,10	130 111,62	967,20	184 619,30
7	0,154	445,70	0,65	0,68	1,00	670,32	127 959,36	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	2,97	443,38	0,162	768,70	142 629,43	901,60	172 101,49
8	0,162	505,33	0,65	0,68	1,00	760,00	145 079,39	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	2,99	445,42	0,170	858,40	159 751,50	811,90	154 979,42
9	0,161	508,87	0,65	0,68	1,00	765,34	146 098,07	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	3,00	446,76	0,169	863,75	160 771,52	806,56	153 959,40
10	0,164	528,05	0,65	0,68	1,00	794,17	151 602,20	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	3,00	447,19	0,172	892,58	166 276,08	777,72	148 454,84
11	0,182	651,03	0,65	0,68	1,00	979,13	186 909,73	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	3,10	461,69	0,190	1 077,64	201 598,11	592,67	113 132,82
12	0,197	758,17	0,65	0,68	1,00	1 140,27	217 670,30	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	3,18	473,92	0,205	1 238,86	232 370,91	431,44	82 360,01
13	0,203	799,73	0,65	0,68	1,00	1 202,78	229 603,92	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	3,18	473,92	0,211	1 301,37	244 304,52	368,93	70 426,40
14	0,206	812,80	0,65	0,68	1,00	1 222,44	233 356,37	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	3,18	474,62	0,214	1 321,04	248 057,68	349,27	66 673,25
0-stan istniejący	0,206	812,80	0,51	0,53	1,00	1 571,71	300 029,62	0,008	46,21	6 889,96	49,20	7 336,73	3,18	474,62	0,214	1 670,30	314 730,92		

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	Modernizacja instalacji c.w.u. Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły Docieplenie ścian fundamentowych Wymiana stolarki okiennej Docieplenie stropu nad piwnicą Docieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali	2 272 514,57	206 527,71	64,79%	1 136 257,28	50%	590 853,79
2	Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły Docieplenie ścian fundamentowych Wymiana stolarki okiennej Docieplenie stropu nad piwnicą Docieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	2 257 514,57	206 413,21	64,74%	1 128 757,28	50%	586 953,79

3	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły Docieplenie ścian fundamentowych Wymiana stolarki okiennej Docieplenie stropu nad piwnicą Docieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	2 200 102,38	205 274,56	64,39%	1 100 051,19	50%	572 026,62
4	Docieplenie ścian fundamentowych Wymiana stolarki okiennej Docieplenie stropu nad piwnicą Docieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	1 879 398,81	201 142,54	63,1%	939 699	50%	488 643,69
5	Wymiana stolarki okiennej Docieplenie stropu nad piwnicą Docieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	1 759 310,69	199 978,77	62,72%	879 655	50%	457 420,78

6	Docieplenie stropu nad piwnicą Docieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	972 871,69	184 619,30	57,91%	486 436	50,0%	252 946,64
7	Docieplenie stropodachu wentylowanego Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	890 434,33	172 101,49	53,98%	445 217	50,0%	231 512,93
8	Wymiana stolarki drzwiowej Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	792 267,41	154 979,42	48,61%	396 134	50,0%	205 990
9	Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część) Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	758 986,41	153 959,40	48,29%	379 493	50,0%	197 336
10	Docieplenie dachu hali Docieplenie ściany zewnętrznej hali-blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	729 718,32	148 454,84	46,56%	364 859	50,0%	189 727

11	Docieplenie ściany zewnętrznej hali- blacha Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	519 986,16	113 132,82	35,48%	259 993	50,0%	135 196
12	Wymiana stolarki okiennej na hali Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	344 546,00	82 360,01	25,83%	172 273	50,0%	89 582
13	Zamurowanie stolarki okiennej na hali Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	218 486,00	70 426,40	22,09%	109 243	50%	56 806
14	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	150 000,00	66 673,25	20,91%	75 000	50%	39 000
*) 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 możliwości zastosowania odnawialnych źródeł energii, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

- 1 Modernizacja instalacji c.o. (montaż 8 grzejników, zaworów termostatycznych dla wszystkich grzejników, izolacja przewodów)
- 2 Zamurowanie stolarki okiennej na hali
- 3 Wymiana stolarki okiennej na hali
- 4 Docieplenie ściany zewnętrznej hali- blacha
- 5 Docieplenie dachu hali
- 6 Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część)
- 7 Wymiana stolarki drzwiowej
- 8 Docieplenie stropodachu wentylowanego
- 9 Docieplenie stropu nad piwnicą
- 10 Wymiana stolarki okiennej
- 11 Docieplenie ścian fundamentowych
- 12 Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły
- 13 Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika
- 13 Modernizacja instalacji c.w.u.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 64,79%
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 przywrócić 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. Modernizacja instalacji c.o. (zabudowa 8 nowych grzejników, zaworów termostatycznych dla wszystkich grzejników, izolacja przewodów)
2. Ocieplenie stropodachu wentylowanego styropapą (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 14 cm,
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 14 cm,
4. Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 12 cm,
5. Wymiana stolarki okiennej o współczynniku przenikania $U = 1,6 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
6. Wymiana stolarki drzwiowej o współczynniku przenikania $U = 2,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ na nową o współczynniku przenikania $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
7. Ocieplenie dachu hali wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 20 cm,
8. Modernizacja instalacji c.w.u.- wymiana podgrzewacza,
9. Ocieplenie ścian fundamentowych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 10 cm,
10. Ocieplenie ścian łącznika styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 14 cm,
11. Ocieplenie ścian murowanych hali styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 5 cm,
12. Ocieplenie ścian blaszanych hali wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości co najmniej 10 cm,
13. Wymiana stolarki okiennej o współczynniku przenikania $U = 3,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ na nową o współczynniku przenikania $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
14. Zamurowanie stolarki okiennej o współczynniku przenikania $U = 3,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$.

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 8 grzejników, zaworów termostatycznych dla wszystkich grzejników, izolacja przewodów)	-	-	150 000,00
2	Zamurowanie stolarki okiennej na hali	31,13	2200,00	68 486,00
3	Wymiana stolarki okiennej na hali	57,30	2200,00	126 060,00
4	Docieplenie ściany zewnętrznej hali- blacha	455,69	385,00	175 440,16
5	Docieplenie dachu hali	397,22	528,00	209 732,16
6	Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część)	76,02	385,00	29 268,09
7	Wymiana stolarki drzwiowej	14,47	2300,00	33 281,00
8	Docieplenie stropodachu wentylowanego	241,85	405,90	98 166,92
9	Docieplenie stropu nad piwnicą	164,71	500,50	82 437,36
10	Wymiana stolarki okiennej	341,93	2300,00	786 439,00
11	Docieplenie ścian fundamentowych	307,52	390,50	120 088,12
11	Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły	712,83	449,90	320 703,57
13	Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika	127,61	449,90	57 412,19
14	Modernizacja instalacji c.w.u.	-	-	15 000,00
			SUMA	2 272 514,56

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:

2 272 514,56 zł

Przewidywana premia termomodernizacyjna:

1 136 257 zł

Czas zwrotu nakładów SPBT

11,00 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	0,14632	326,36
2	0,14632	326,36
3	0,1468	330,32
4	0,1491	344,70
5	0,1496	348,70
6	0,1519	402,16
7	0,1543	445,70
8	0,1622	505,33
9	0,1614	508,87
10	0,1642	528,05
11	0,1818	651,03
12	0,1969	758,17
13	0,2027	799,73
14	0,2061	812,80
0 - stan istniejący	0,2061	812,80

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

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)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19		4,19	
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000		1000	
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,80		0,80	
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	1092,13		1092,13	
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55		55	
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°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 $Q_{w,nd}=V_{wi}*L*c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_R*t_{uz}/(1000*3600)$	kWh/rok	9 186,40		9 186,40	
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,99	0,96	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,80	0,80	0,80	0,80
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	1,00	0,85	1,00	0,85
sprawność całkowita η_w	-	0,792	0,653	0,792	0,673
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	5 799,50	7 036,20	5 799,50	6 822,90
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	20,88	25,33	20,88	24,56

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.	109	109
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	0,151	0,151
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,967	2,967
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	23,5	23,5
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	7,93	7,93

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- ogrzewanie z kotła węglowego i kotła olejowego

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło ekogroszek	zł/GJ	40,59	49,93
Opłata zmienna za ciepło olej opałowy	zł/GJ	348,53	428,69
Razem opłata zmienna	zł/GJ	389,12	478,62

Taryfa energii elektrycznej

Średnia cena energii elektrycznej 0,537 zł/kWh

Po modernizacji

- ogrzewanie z kotła węglowego i kotła olejowego

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło ekogroszek	zł/GJ	40,59	49,93
Opłata zmienna za ciepło olej opałowy	zł/GJ	348,53	428,69
Razem opłata zmienna	zł/GJ	389,12	478,62

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Zamurowanie stolarki okiennej na hali
- Wymiana stolarki okiennej na hali
- Docieplenie ściany zewnętrznej hali- blacha
- Docieplenie dachu hali
- Docieplenie ściany zewnętrznej hali (murowana część)
- Wymiana stolarki drzwiowej
- Docieplenie stropodachu wentylowanego
- Docieplenie stropu nad piwnicą
- Wymiana stolarki okiennej
- Docieplenie ścian fundamentowych
- Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły
- Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika
- Modernizacja instalacji c.w.u.

Koszt modernizacji:

2 272 514,56 zł

Razem

Przewiduję się następujące efekty.

Efekt energetyczny wariantu optymalnego

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	1 571,71	490,83
	MWh	436,59	136,34
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	27,39	27,02
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	463,97	163,37
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	8,97	8,97
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	472,94	163,37
Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji			64,79%

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

Redukcja emisji CO2 do atmosfery

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	1 571,71	490,83	1 080,87
	MWh	436,59	136,34	300,24
Emisja CO2 dla energii ciepłej	MgCO2/rok	135,74	42,39	93,35
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	MWh	27,39	27,02	0,36
Emisja CO2 dla energii elektrycznej	MgCO2/rok	19,39	19,13	0,26
Produkcja energii elektrycznej z paneli PV	MWh	8,97	8,97	0,00
Uniknięta emisja CO2 dla produkcji z paneli fotowoltaicznych	MgCO2/rok	6,35	6,35	0,00
Redukcja emisji CO2 do atmosfery			56,25%	93,61
				MgCO2/rok

	Przed	Po	Oszczędność	
Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną	526 288,72	195 112,14	331 176,58	kWh/rok
Stopień redukcji CO2	148,78	55,17	93,61	MgCO2/rok
Efekt energetyczny		64,79%		
Całkowity koszt modernizacji		2 272 514,56		zł