

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Szkoły Podstawowej w Hażlachu



**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008**

Adres budynku	ulica: Kościelna 2 kod: 43-419 powiat: województwo:	miejscowość: Hażlach cieszyński śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Dawid Zielonka mgr inż.

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	1905 i 1984
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Hażlach ul. Główna 57 kod 43-419 Hażlach	1.4. Adres budynku ul. Kościelna 2 kod 43-419 powiat cieszyński woj. śląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt ENVITERM DAWID ZIELONKA REGON: 360294149 Tworóg, ul. Grunwaldzka 1A			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Dawid Zielonka, 84110214593, Zawadzkiego 4/4 Krupski Młyn Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych o numerze wpisu do rejestru 10107 <p style="text-align: right;"><i>podpis</i></p>			
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	Dominika Ziąja	inwentaryzacja	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Tworóg	Data wykonania opracowania	29.10.2016 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		7
5.	Ocena stanu technicznego budynku		11
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14
8.	Opis wariantu optymalnego		34

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	4 ; 1	4 ; 1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6 571	6 571
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 089	2 089
5.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	2 089	2 089
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	2 089	2 089
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	210	210
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	pojemnościowe elektryczne	pojemnościowe elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia gazowa	kotłownia gazowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,32	0,32
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściana zewnętrzna grubości 65 cm	0,977	0,183
	Ściana zewnętrzna grubości 60 cm	1,057	0,186
	Ściana zewnętrzna grubości 49 cm	1,245	0,191
	Ściany zewnętrzne sala zaplecze	0,231	0,175
	Ściany zewnętrzne sala	0,231	0,231
	Ściana przy gruncie	1,014	0,289
2.	Podłoga na gruncie	0,354	0,354
3.	Dach szkoła	2,208	0,148
	Stropodach sala gimnastyczna zaplecze	0,224	0,138
	Stropodach sala gimnastyczna	0,171	0,171
	Stropodach komunikacja	2,195	0,148
	Okna	1,1	1,1
	Drzwi	1,7/3,1	1,7/1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,86	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,91
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,91	0,91
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,86	0,86
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	5 072	5 072
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	227,4	112,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	13,4	13,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1462	547
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1956	622

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	124	124
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/m ² rok]	194,34	72,72
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	260,06	82,70
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	0,00%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	29,7	29,7
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	22,95	22,95
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	2,32	0,00
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0	0
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	593 723,44	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	64,1
Planowane koszty całkowite	698 498,17	Premia termomodernizacyjna	79 210,80
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		0,00	

- 1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
- 2) U_{oze} [%] obliczamy 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
- 3) Opłata zmienna związana jest z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Projekt budowlano-architektoniczny
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 form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności

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

3.3. Data wizji lokalnej

03.10.2016r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizację instalacji centralnego ogrzewania
 - Docieplenie stropodachu komunikacji
 - Docieplenie dachu szkoły
 - Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm
 - Wymiana drzwi
 - Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm
 - Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm
 - Docieplenie ścian fundamentowych
 - Docieplenie ścian zalepcza Sali gimnastycznej
 - Docieplenie stropodachu zalepcza Sali gimnastycznej

3.5. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	104 774,73	zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	593 723,44	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	X
Adres	ul. Kościelna 2, Hażlach			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1905 i 1984		Rok zasiedlenia		1905 i 1984	
Technologia budynku		UW-2Z-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]	1081,3	6	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura budynku	[m ³]	9299,5	7	Liczba klatek schodowych	2	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	6570,9	8	Liczba kondygnacji	4 ; 1	
4	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	2089,4	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,35 ; 3,05	
5	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	2089,4	10	Liczba użytkowników	210	

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



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Obiekt wolnostojący, czterokondygnacyjny, częściowo podpiwniczony w części szkoły i jednokondygnacyjny w części sali gimnastycznej.

- czterokondygnacyjny budynek szkoły, ze ścianami z cegły pełnej obustronnie tynkowane gr 60 cm, 65 cm i 49 cm, strop międzykondygnacyjny żelbetowy, strop pod ostatnią kondygnacją drewniany. Dach konstrukcji drewnianej kryty blachą falistą.

- budynek sali gimnastycznej z zapleczem, ze ścianami konstrukcji słupowo-ryglowej z płyty grubości 16 cm. Dach konstrukcji stalowej kryty płytą izolacyjną grubości 20 cm.

Okna PCV wymienione w 2003 roku o wartość współczynnika przenikania $U=1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Drzwi zewnętrzne drewniane $U=3,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Jedynie drzwi do pomieszczeń piwnicznych to drzwi o współczynnika przenikania $U=3,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Drzwi do zaplecza Sali gimnastycznej PCV o współczynnika przenikania $U=1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

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)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściana zewnętrzna grubości 65 cm	328,8	0,977	243,1	1,1	2,0	1,7	11,3	3,1
2	Ściana zewnętrzna grubości 60 cm	432,3	1,057						
3	Ściana zewnętrzna grubości 49 cm	303,8	1,245						
4	Ściany zewnętrzne sala zaplecze	45,6	0,231						
5	Ściany zewnętrzne sala	531,4	0,231						
6	Ściana przy gruncie	161,6	1,014						
7	Podłoga na gruncie	867,6	0,354						
8	Dach szkoła	856,7	2,208						
9	Stropodach sala gimnastyczna zaplecze	83,2	0,224						
10	Stropodach sala gimnastyczna	353,3	0,171						
11	Stropodach komunikacja	65,6	2,195						

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	227,4
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	13,4
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	227,4
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	13,4
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 462
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 956
7	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	29,7
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Instalacja c.o. pompowa z rozdziałem dolnym
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, spawane, prowadzone po wierzchu. Przewody poziome nieizolowane, pionowe nieizolowane. Ogólnie dostateczny stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne członowe, oraz stalowe płytowe
5.	Ostonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	częściowo
7.	Zabezpieczenie	ciśnieniowe naczynie przeponowe
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5/12
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	montaż kotłów 1994

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,86
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,88
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,68
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,91

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana w pojemnościowych podgrzewaczach elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	zaizolowane
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Łączna pojemność zbiorników wynosi 365 litrów

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Analizowany budynek zasilany w energię ciepłą z kotłowni gazowej wyposażonej w dwa kotły o mocach 70 i 145 kW.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	5 072

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściana zewnętrzna grubości 65 cm	0,977	0,20
Ściana zewnętrzna grubości 60 cm	1,057	0,20
Ściana zewnętrzna grubości 49 cm	1,245	0,20
Ściany zewnętrzne sala zaplecze	0,231	0,20
Ściany zewnętrzne sala	0,231	0,20
Ściana przy gruncie	1,014	0,30
Podłoga na gruncie	0,354	0,30
Dach szkoła	2,208	0,15
Stropodach sala gimnastyczna zaplecze	0,224	0,15
Stropodach sala gimnastyczna	0,171	0,15
Stropodach komunikacja	2,195	0,15

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest niezadowalający. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych nie spełniają zakładanych WT 2021.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	1,7/3,1	1,3
okno	1,1	0,9

5.3 System grzewczy

Instalacja grzewcza wykonana z rur stalowych zasilana z kotłów gazowych. Ogrzewanie realizowane za pomocą grzejników żeliwnych i stalowych.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa wytwarzana w elektrycznych podgrzewaczach pojemnościowych.

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	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła</p>	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny. Jedynie ściany i stropodach Sali gimnastycznej pozostawiamy bez zmian, przez wzgląd na bardzo długi okres zwrotu również pozostawiamy bez zmian.
2	<p><u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 1,1 [W/m²K], drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,7 i 3,1 [W/m²K]</p>	Drzwi o współczynniku przenikania ciepła U=3,1 należy wymienić na nowe (z wyjątkiem drzwi drewnianych o walorach zabytkowych), drzwi o współczynniku U=1,7 pozostawiamy bez zmian przez wzgląd na długi okres zwrotu podobnie jak okna
3	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> budynek wyposażony w instalację c.w.u. pompową z cyrkulacją. Woda przygotowywana w dwufunkcyjnym węźle cieplnym.]</p>	bez zmian
4	<p><u>System grzewczy</u> Instalacja c.o. nie modernizowana, zasilana z starych kotłów gazowych. Grzejniki żelwne i stalowe.</p>	Wymiana części instalacji c.o., nowe grzejniki w miejsce grzejników żeliwnych, montaż zaworów termostatycznych, montaż nowego źródła ciepła.

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 ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem
2	jw. przez dach	Docieplenie dachu wełną mineralną.
3	jw. przez stropodach komunikacji i zaplecza Sali	Dach docieplić poprzez ułożenie płyt styropianowych z wykonaniem nowego pokrycia papą termozgrzewalną.
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi i okna	Wymiana drzwi
5	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	bez zmian
6	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wymiana części instalacji c.o., nowe grzejniki w miejsce grzejników żeliwnych, montaż zaworów termostatycznych, montaż nowego źródła ciepła.

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	Docieplenie ścian zewnętrznych
		Docieplenie dachu i stropodachu
		Wymiana stolarki drzwiowej
II	Usprawnienie dotyczące instalacji c.o.	Wymiana części instalacji c.o., nowe grzejniki w miejsce grzejników żeliwnych, montaż zaworów termostatycznych, montaż nowego źródła ciepła.

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, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 617	3 617	dzień·K·a
O_{0z} , O_{1z} (średnie wyliczenia na podstawie danych uzyskanych od inwestora)	29,7	29,7	zł/GJ

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Stropodach komunikacja

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 65,6 \text{ m}^2$
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 65,6 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się docieplenie stropodachu poprzez ułożenie styropianu na istniejącej konstrukcji o współczynniku przewodności $0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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	$\text{m}^2\text{K/W}$	2,195	0,162	0,148	0,137
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	45,0	3,3	3,0	2,8
4	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0058	0,0004	0,0004	0,0004
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} $= (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		1 238	1 247	1 253
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		150,0	160,0	170,0
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		9 837,00	10 492,80	11 148,60
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		7,9	8,4	8,9

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 :	10 492,80 zł	SPBT=	8,4 lat
----------------------------	----------------	---------------------	--------------	----------------

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana stolarki drzwiowej	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} = 6,36 \text{ m}^2$ $C_w = 1$ $V_{nom} = \Psi = 160 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,1	1,3	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,3	
		C_m	-	1,5	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	6	3	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	22	14	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	28	17	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0008	0,0003	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0000	0,0000	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0008	0,0003	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		327	
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł/m ²		1 500	
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		9 540,00	
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		29,2	
Wybrany wariant : 1		Koszt :	9 540,00 zł	SPBT=	29,2 lat

7.2.10. 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 komunikacji	10 492,80	8,41
2	Docieplenie dachu szkoły	147 805,08	9,03
3	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm	75 466,40	25,39
4	Wymiana drzwi	9 540,00	29,21
5	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm	102 723,98	29,40
6	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm	78 118,13	32,24
7	Docieplenie ścian fundamentowych	38 100,00	35,05
8	Docieplenie ścian zaplecza Sali gimnastycznej	1 677,42	69,89
9	Docieplenie stropodachu zaplecza Sali gimnastycznej	4 574,35	70,37

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

Dane: $Q_{0co} = 1\,462$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w dostatecznym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeliwne i stalowe
- 3 Stare kotły gazowe

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Nowa instalacja c.o. (wymiana grzejników żeliwnych na nowe, montaż zaworów termostatycznych, roboty okolo-montażowe, nowe kotły gazowe, częściowa wymiana przewodów)	1	-	185 000,00
koszt			zł	185 000,00

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	Kocioł gazowy	kocioł gazowy
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,86$	$\eta_g = 0,95$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,90$	$\eta_d = 0,91$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,88$	$\eta_e = 0,93$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,68$	$\eta = 0,80$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,91$	$w_d = 0,91$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	kotły gazowe stare	montaż nowych kotłów gazowych
sprawność przesyłu η_d	przewody, armatura, i urządzenia częściowo zaizolowane	wymiana części przewodów z nową izolacją
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna	regulacja centralna i miejscowa
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	przerwy w ogrzewaniu	bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,2274	0,2274
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1462	1462
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,68	0,80
4	Obniżenie nocne	-	0,91	0,91
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1663	1413
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	49 373	41 951
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	81
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	49 373	42 032
11	Różnica	zł/rok		7 341
12	Koszt	zł		185 000,00
13	SPBT	lat		25,2

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 term. war. opt

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
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Docieplenie stropodachu komunikacji	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie dachu szkoły	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm	X	X	X	X	X	X	X			
5	Wymiana drzwi	X	X	X	X	X	X				
6	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm	X	X	X	X	X					
7	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm	X	X	X	X						
8	Docieplenie ścian fundamentowych	X		X							
9	Docieplenie ścian zaplecza Sali gimnastycznej	X	X								
10	Docieplenie stropodachu zaplecza Sali gimnastycznej	X									

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu, dokumentacji projektowej [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	653 498,17	45 000	698 498,17
2	1+2+3+4+5+6+7+8+9	648 923,82	45 000	693 923,82
3	1+2+3+4+5+6+7+8	647 246,40	45 000	692 246,40
4	1+2+3+4+5+6+7	609 146,39	45 000	654 146,39
5	1+2+3+4+5+6	531 028,27	45 000	576 028,27
6	1+2+3+4+5	428 304,28	45 000	473 304,28
7	1+2+3+4	418 764,28	45 000	463 764,28
8	1+2+3	343 297,88	45 000	388 297,88
9	1+2	195 492,80	45 000	240 492,80
10	1	185 000,00	45 000	230 000,00

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co}+w_d / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok					GJ/rok	zł/rok		MW	GJ/rok			
1	0,1124	547	0,800	0,91	622	18 466,68	0,0192	124	17 221,12	0,1316	746	35 687,80	1 334	39 605,40
2	0,1126	549	0,800	0,91	625	18 555,75	0,0192	124	17 221,12	0,1318	749	35 776,87	1 331	39 516,33
3	0,1128	550	0,800	0,91	626	18 585,44	0,0192	124	17 221,12	0,1320	750	35 806,56	1 330	39 486,64
4	0,1139	552	0,800	0,91	628	18 644,82	0,0134	124	17 221,12	0,1273	752	35 865,94	1 328	39 427,26
5	0,1242	625	0,800	0,91	711	21 109,02	0,0134	124	17 221,12	0,1376	835	38 330,14	1 245	36 963,06
6	0,1388	723	0,800	0,91	823	24 434,21	0,0134	124	17 221,12	0,1522	947	41 655,33	1 133	33 637,87
7	0,1392	725	0,800	0,91	825	24 493,59	0,0134	124	17 221,12	0,1526	949	41 714,71	1 131	33 578,49
8	0,1519	828	0,800	0,91	941	27 937,54	0,0134	124	17 221,12	0,1653	1 065	45 158,66	1 015	30 134,54
9	0,2225	1 436	0,800	0,91	1 634	48 512,16	0,0134	124	17 221,12	0,2359	1 758	65 733,28	322	9 559,92
10	0,2274	1 462	0,800	0,91	1 663	49 373,15	0,0134	124	17 221,12	0,2408	1 787	66 594,27	293	8 698,94
0-stan istniejący	0,2274	1 462	0,680	0,91	1 956	58 072,08	0,0134	124	17 221,12	0,2408	2 080	75 293,20		

wariant wybrany do realizacji

- 1) - wyniki z programu Audytor OZC 6.7 Pro - obliczenie mocy
 2) - wyniki z programu Audytor OZC 6.7 Pro - obliczenie zużycia ciepła

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł,%] [zł,%]		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności		
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Docieplenie stropodachu zaplecza Sali gimnastycznej	698 498,17	39 605,40	64,1%	104 775	15,0%	118 745	111 760	79 211
	Docieplenie ścian zaplecza Sali gimnastycznej								
	Docieplenie ścian fundamentowych								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm								
	Wymiana drzwi								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm								
	Docieplenie dachu szkoły								
Docieplenie stropodachu komunikacji									
Modernizacja instalacji c.o.									
2	Docieplenie ścian zaplecza Sali gimnastycznej	693 923,82	39 516,33	64,0%	104 089	15,0%	117 967	111 028	79 033
	Docieplenie ścian fundamentowych								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm								
	Wymiana drzwi								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm								
	Docieplenie dachu szkoły								
	Docieplenie stropodachu komunikacji								
Modernizacja instalacji c.o.									

3	Docieplenie ścian fundamentowych	692 246,40	39 486,64	63,9%	103 837	15,0%	117 682	110 759	78 973
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm								
	Wymiana drzwi								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm								
	Docieplenie dachu szkoły				588 409	85,0%			
	Docieplenie stropodachu komunikacji								
	Modernizacja instalacji c.o.								
4	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm	654 146,39	39 427,26	63,8%	98 122	15,0%	111 205	104 663	78 855
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm								
	Wymiana drzwi								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm								
	Docieplenie dachu szkoły								
	Docieplenie stropodachu komunikacji				556 024	85,0%			
	Modernizacja instalacji c.o.								
5	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm	576 028,27	36 963,06	59,9%	86 404	15,0%	97 925	92 165	73 926
	Wymiana drzwi								
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm								
	Docieplenie dachu szkoły								
	Docieplenie stropodachu komunikacji				489 624	85,0%			
	Modernizacja instalacji c.o.								
6	Wymiana drzwi	473 304,28	33 637,87	54,5%	70 996	15,0%	80 462	75 729	67 276
	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm								
	Docieplenie dachu szkoły								
	Docieplenie stropodachu komunikacji				402 309	85,0%			
	Modernizacja instalacji c.o.								

7	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm	463 764,28	33 578,49	54,4%	69 565	15,0%	78 840	74 202	67 157
	Docieplenie dachu szkoły				394 200	85,0%			
8	Docieplenie stropodachu komunikacji	388 297,88	30 134,54	48,8%	58 245	15%	66 011	62 128	60 269
	Modernizacja instalacji c.o.				330 053	85%			
9	Docieplenie stropodachu komunikacji	240 492,80	9 559,92	15,5%	36 074	15%	40 884	38 479	19 120
	Modernizacja instalacji c.o.				204 419	85%			
10	Modernizacja instalacji c.o.	230 000,00	8 698,94	14,1%	34 500	15%	39 100	36 800	17 398
					195 500	85%			

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 Nowa instalacja c.o. (wymiana grzejników żeliwnych na nowe, montaż zaworów termostatycznych, roboty okołomontażowe, nowe kotły gazowe, częściowa wymiana przewodów)
- 2 Docieplenie stropodachu komunikacji
- 3 Docieplenie dachu szkoły
- 4 Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm
- 5 Wymiana drzwi
- 6 Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm
- 7 Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm
- 8 Docieplenie ścian fundamentowych
- 9 Docieplenie ścian zaplecza Sali gimnastycznej
- 10 Docieplenie stropodachu zaplecza Sali gimnastycznej

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 64,1% czyli powyżej 30%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 104 774,73 zł , co spełnia oczekiwania inwestora;

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

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

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Modernizację instalacji c.o. obejmująca

Nowa instalacja c.o. (wymiana grzejników żeliwnych na nowe, montaż zaworów termostatycznych, roboty okolo montażowe, nowe kotły gazowe, częściowa wymiana przewodów)

2. Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm,

3. Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm,

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm,

5. Ocieplenie ścian zewnętrznych zaplecza Sali gimnastycznej styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości 5 cm,

6. Ocieplenie ścian fundamentowych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$), o grubości 8 cm,

7. Ocieplenie dachu szkoły poprzez ułożenie wełny mineralnej w przestrzeń pomiędzy krokiewie (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 22 cm,

8. Ocieplenie stropodachu komunikacji poprzez ułożenie płyt styropianowych na istniejącej konstrukcji (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 22 cm.

9. Ocieplenie stropodachu zaplecza Sali gimnastycznej poprzez ułożenie płyt styropianowych na istniejącej konstrukcji (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 10 cm.

10. Wymianę starych drzwi zewnętrznych ($U=3.1$) na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

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.	-	-	185 000,00
2	Docieplenie stropodachu komunikacji	65,6	160	10 492,80
3	Docieplenie dachu szkoły	856,7	173	147 805,08
4	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm	349,4	216	75 466,40
5	Wymiana drzwi	6,4	1 500	9 540,00
6	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm	475,6	216	102 723,98
7	Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm	361,7	216	78 118,13
8	Docieplenie ścian fundamentowych	185,9	205	38 100,00
9	Docieplenie ścian zaplecza Sali gimnastycznej	52,42	32	1 677,42
10	Docieplenie stropodachu zaplecza Sali gimnastycznej	83,2	55	4 574,35
11	Koszt audytu, dokumentacji projektowej	1	45 000	45 000,00
			SUMA	698 498,17

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		698 498,17 zł
Udział środków własnych inwestora:	15,0%	104 775 zł
Dofinansowanie:	85,0%	593 723 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		79 211 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		17,6

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 3 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 4 Obliczenie efektu ekologicznego i energetycznego dla inwestycji

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

przed modernizacją kotłownia gazowa

po modernizacji bez zmian

Średnie kwoty za energię wyliczone na podstawie danych uzyskanych od zamawiającego

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	24,14	29,69
Razem opłata zmienna	zł/GJ	24,14	29,69
Energia elektryczna	zł/GJ	112,91	138,88

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Przesył	zł/(MW-m-c)	24,14	29,69
Razem	zł/mc	24,14	29,69
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	42,47	52,24
Razem opłata zmienna	zł/GJ	42,47	52,24
Energia elektryczna	zł/GJ	112,91	138,88

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
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,80
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	2089
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	17 575
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,6
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	0,86
sprawność akumulacji η_{sw}	-	1
sprawność całkowita η_w	-	0,511
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	34 404
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	124

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący
(1)	(2)	(3)
Ilość użytkowników	os.	22
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	210
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,257
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	4,384
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	58,9
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	13,4

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,1124	546,94
2	0,1126	549,26
3	0,1128	550,28
4	0,1139	551,69
5	0,1242	625,09
6	0,1388	723,09
7	0,1392	724,98
8	0,1519	827,54
9	0,2225	1 436,45
10	0,2274	1 461,68
0 - stan istniejący	0,2274	1 461,68

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Modernizacja instalacji c.o.
- Docieplenie stropodachu komunikacji
- Docieplenie dachu szkoły
- Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 49 cm
- Wymiana drzwi
- Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 60 cm
- Docieplenie ścian zewnętrznych grubości 65 cm
- Docieplenie ścian fundamentowych
- Docieplenie ścian zaplecza Sali gimnastycznej
- Docieplenie stropodachu zaplecza Sali gimnastycznej

Koszt modernizacji:

653 498,17 zł

Koszt audytu, dokumentacji projektowej

45 000,00 zł

łącznie

698 498,17 zł

Przewiduje się następujące efekty.

Efekt energetyczny

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię cieplną	GJ	2 080,0	746,0
	MWh	577,8	207,2
Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji			64,13%

Efekt ekologiczny

Wskaźniki emisji informują na temat ilości ton CO₂ przypadających na jednostkę zużycia poszczególnych nośników energii.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano standardowe wskaźniki według wytycznych KOBIZE.

Paliwo	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO ₂
	MWh/Mg	Mg/MWh
Gaz ziemny	-	0,201

Redukcja emisji CO2 do atmosfery

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	2 080,0	746,0	1 334,0
	MWh	577,8	207,2	370,6
Emisja CO2 dla energii ciepłej	MgCO2/rok	116,1	41,7	74,5
Redukcja emisji CO2 do atmosfery			64,13%	74,5

Redukcja PM 10

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	2 080,0	746,0	1 334,0
	MWh	577,8	207,2	370,6
Emisja PM10 dla energii ciepłej	Mg/rok	0,0010	0,0004	0,0007
Redukcja emisji PM10 do atmosfery			64,13%	0,000667 MgPM10/rok

Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną **407611,11 kWh/rok**

Stopień redukcji CO2 **74,5 MgCO2/rok**

Stopień redukcji PM10 **0,000667 Mg/rok**

Efekt energetyczny **64,13%**

Całkowity koszt modernizacji **698 498,17 zł**

WYLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO DLA OPTIMALNEGO WARIANTU CIEPLNEGO

ZAŁOŻENIA DO EMISJI

Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji						
	miano	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa drewno	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
Pył PM 10,	g/GJ	225	78	0,5	3	480	34
Pył PM 2,5	g/GJ	201	70	0,5	3	470	33
Benzo(a)piren	mg/GJ	270	0,079	0	10	121	10
SO ₂	g/GJ	900	450	0,5	140	11	11
NO _x	g/GJ	158	165	50	70	80	91

<p>Wskaźniki emisji przed modernizacją Współczynnik emisji dla Elektrowni wg KOBIZE 3,9 g/GJ PM10</p>
--

Elektrofiltry w elektrowniach zatrzymują około 95% pyłów PM10