

# ABI STUDIO

ARCHITEKTURA BUDOWNICTWO INNOWACJE

## ABI STUDIO

ul. Wspólna 21

34-300 Żywiec

Tel. 502 872 861

[biuro@abistudio.pl](mailto:biuro@abistudio.pl)

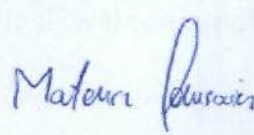
[www.abistudio.pl](http://www.abistudio.pl)

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Adres budynku	Bystra 81 kod: 34-106 powiat: województwo:	miejsowość: Bystra żywiecki śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: nr opracowania:	Mateusz Jaruszowiec inż. 01/08/2016

**TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>																			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	użyteczności publicznej, szkolny	<b>1.2. Rok budowy</b>	bd																
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Radziechowy-Wieprz Wieprz 700 kod 34-381 Radziechowy	<b>1.4. Adres budynku</b> ul. Bystra 81 kod 34-382 Bystra powiat żywiecki woj. śląskie																	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>  <b>ABI STUDIO Łukasz Kruczyński</b> ul. Wspólna 21 34-300 Żywiec REGON 243029975																			
<b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>  Mateusz Jaruszowiec, 42-693 Krupski Młyn, ul. Tarnogórska 7/5 kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego Nr 128/2012 PESEL: 83062320417 <div style="text-align: right;">   <i>podpis</i> </div>																			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis</b>																			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>																	
1	Mateusz Jaruszowiec	inwentaryzacja techniczno-budowlana i obliczenia																	
2	Justyna Zastrzeżyńska	inwentaryzacja techniczno-budowlana i obliczenia																	
3																			
4																			
<b>5. Miejscowość</b>	Żywiec	<b>Data wykonania opracowania</b>	16.08.2016																
<b>6. Spis treści</b> <div style="float: right; text-align: right;">str.</div> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Strona tytułowa</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>2. Karta audytu energetycznego</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td>5. Ocena stanu technicznego budynku</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych</td> <td style="text-align: right;">12</td> </tr> <tr> <td>7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</td> <td style="text-align: right;">13</td> </tr> <tr> <td>8. Opis wariantu optymalnego</td> <td style="text-align: right;">27</td> </tr> </table>				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	5	4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	6	5. Ocena stanu technicznego budynku	10	6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	12	7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	13	8. Opis wariantu optymalnego	27
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	5																		
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	6																		
5. Ocena stanu technicznego budynku	10																		
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	12																		
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	13																		
8. Opis wariantu optymalnego	27																		



**TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>**

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	2 603	2 603
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	900	900
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	900	900
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	280	280
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	miejskowe podgrzewacze elektryczne	miejskowe podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia węglowa	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,18	1,18
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzna szkoła i przedszkole	1,271	0,215
2.	Ściany zewnętrzna łącznik	0,908	0,201
3.	Dach szkoła	2,262	0,170
4.	Dach przedszkole	0,396	0,180
5.	Strop nad przejazdem	0,844	0,180
6.	Okna	1,6	1,6
7.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,6	2,6
8.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,402	0,402
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,70	4,50
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,93	0,93
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,77
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,90
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	2 603	2 603
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	118,2	38,7
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	7,0	7,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1002	341
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1618	95



5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	29	29
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 <sup>2</sup> rok]	309	105
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	500	29
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	29,6	68,3
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	2 468	0
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	4,89	4,89
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	1 361	1 361
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	4,77	0,60
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
<b>8. Wskaźniki efektywności - po przeprowadzonej modernizacji - podsumowanie wyników dla wariantu optymalnego</b>			
1.	Całkowite koszty realizacji optymalnego wariantu [zł]	733 261	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	59,59%
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	1 523	
4.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.) [kWh/rok]	423 056	
5.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku [GJ/rok]	1 812	
6.	[kWh/rok]	503 113	
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej [GJ/rok]	1 523	
8.	[kWh/rok]	423 056	
9.	Zmniejszenie rocznej emisji gazów cieplarnianych [ton CO <sub>2</sub> /rok]	127	
10.	Redukcja emisji pyłów PM10 [kg/rok]	370,58	
11.	Redukcja emisji pyłów PM2,5 [kg/rok]	331,05	



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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

- Projekt budowlany dobudowy i przebudowy poddasza
- 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 przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

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

#### 3.3. Osoby udzielające informacji

- mgr inż. Jadwiga Górna - Sekretarz Gminy

#### 3.4. Data wizji lokalnej

21.07.2016 r.

#### 3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.  
Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub na potrzeby aplikacji o środki z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego na lata 2014-2020.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - wymiana stolarki okiennej,
  - ocieplenie stropodachu szkoły i przedszkola,
  - ocieplenie ścian zewnętrznych,
  - modernizacja systemu grzewczego,

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	komunalna
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny <b>X</b>
<b>Adres</b>	Bystra 81, 34-382 Bystra		
<b>Budynek</b>	wolnostojący <b>X</b>	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		bd		Rok zasiedlenia		bd	
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	<b>x</b> tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:					
1	Powierzchnia zabudowana	[m <sup>2</sup> ]	522	9	Budynek podpiwniczony		nie
2	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	2 603	10	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, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m <sup>3</sup> ]	2 603	11	Liczba kondygnacji		3
4	Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	900	12	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		2,7/ 3,5 /2,5/3,2/ 3 /2,6
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m <sup>2</sup> ]	0	13	Liczba użytkowników		174
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	[m <sup>2</sup> ]	0	14			
7	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m <sup>2</sup> ]	0	15			
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m <sup>2</sup> ]	900				



#### 4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Obiekt składa się z budynku szkoły i przedszkola połączonych łącznikiem dobudowanym w latach późniejszych. Budynki szkoły i przedszkola są trzykondygnacyjne, trzecia kondygnacja to zaadoptowane na pomieszczenia użytkowe poddasze. Łącznik jest jednokondygnacyjny na poziomie pierwszego piętra.

Ściany zewnętrzne szkoły i przedszkola wykonane z cegły ceramicznej pełnej grubości 38 cm, w łączniku z betonu komórkowego grubości 25 cm, obustronnie otynkowane. Ściany wewnętrzne nośne murowane z cegły ceramicznej pełnej.

Dach w szkole i przedszkolu jest spadzisty, w budynku przedszkola ocieplony 10 cm wełny. Dachy kryte są blachą.

Okna PCV, podwójnie szklone, w dobrym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na  $U=1,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

Drzwi wejściowe PCV o współczynniku  $U=1,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis		Pow. całk. do ocieplenia $\text{m}^2$	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) $\text{m}^2$	$U_K$ $\text{W/(m}^2\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. $\text{m}^2$	$U$ okna $\text{W/(m}^2\text{K)}$	Pow. drzwi $\text{m}^2$	$U$ drzwi $\text{W/(m}^2\text{K)}$
1	Ściana zewnętrzna szkoła i przedszkole		1286,3	1098,7	1,271	178,4	1,9	9,2	1,9
2	Ściana zewnętrzna łącznik		32,2	23,4	0,908	8,8	1,9		1,9
3	Stropodach szkoła		349,2	349,2	2,262				
4	Stropodach przedszkole		272,7	272,7	0,396				
5	Strop nad przejazdem		34,4	34,4	0,844				
6	Podłoga na gruncie w ogrzewanych piwnicach		521,9	521,9	0,402				

#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ( $q_{sr}$ )	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	118
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	2,6
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 002
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 618
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	2 468,2
	opłata zmienna (za ciepło + przesył)	zł/GJ	29,6
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z kotłowni węglowej (2 kotły węglowe) zlokalizowanej w budynku przedszkola.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Przewody stalowe, prowadzone po wierzchu, stan średni . Przewody w obrębie kotłowni izolowane.
4.	Rodzaje grzejników	Płytowe oraz kilka grzejników typu favier
5.	Ostonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostacyjne	Brak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze typu otwartego
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 16
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Wymiana części grzejników

#### Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,70
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,93
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,77
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,50
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	0,95



#### 4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana lokalnie w miejscowych podgrzewaczach elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	Brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

#### 4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kotłownia węglowa umiejscowiona w budynku przedszkola, zasilana dwoma kotłami węglowymi.

#### 4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	2 603

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sup>1)</sup> [W/m <sup>2</sup> *K]
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	1,27	0,23
ściany zewnętrzne	0,91	0,23
dach szkoły	2,26	0,18
dach przedszkola	0,40	0,18
podłoga na gruncie	0,40	0,30

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - wymagania na rok 2017

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	1,6	1,1
okno	2,6	1,5

### 5.3 System grzewczy

Instalacja grzewcza zasilana z lokalnej kotłowni węglowej o parametrach wody 90/70 °  
Instalacja c.o. typu tradycyjnego, z rozdziałem dolnym, typu zamkniętego, z grzejnikami żeliwnymi.  
Stan przewodów instalacji średni. Przewody w obrębie kotłowni izolowane.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana poprzez elektryczne podgrzewacze miejscowe

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Stan techniczny przewodów kominowych wg ostatniej ekspertyzy kominarskiej jest zgodny z obowiązującymi wymaganiami technicznymi.



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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b> Przegrody zewnętrzne mają wartości współczynnika przenikania ciepła nie odpowiadającą wymaganiom WT 2017	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić minimalny współczynnik przenikania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - wymagania na rok 2017
2	<b><u>System grzewczy</u></b> Kotłownia węglowa. Instalacja typu tradycyjnego o regulacji centralnej, bez miejscowej. Grzejniki żeliwne. Ogólnie średni stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Możliwość zastosowania źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła.

**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 ściany zewnętrzne	Docieplenie ścian wymaganą warstwą materiału termoizolacyjnego (styropian)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Docieplenie dachu - zastosowanie odpowiedniej warstwy izolacji termicznej (wełna mineralna).
3	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Montaż źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy 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	Docieplenie ścian zewnętrznych
		Docieplenie dachu całego budynku

## 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
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- 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	jednostka
$t_{wo}$	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 $\text{K} \cdot \text{a}$
$O_{0m}, O_{1m}$	2 468	0	$\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z}$	30	68	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1}$	0	0	$\text{zł}/\text{m-c}$



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	1098,7 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	1286,3 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,23$ W/m <sup>2</sup> K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
3	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	1,271	0,249	0,215	0,189
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	436,2	85,6	73,7	64,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0558	0,0110	0,0094	0,0083
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		11 716	12 116	12 415
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		160	185	209
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		205 686	237 330	268 974
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		17,6	19,6	21,7
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu.						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		237 330 zł	SPBT =	
					19,6 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne łącznika		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	23,4 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	32,2 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,23$ W/m <sup>2</sup> K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
3	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	0,908	0,231	0,201	0,178
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	6,6	1,7	1,5	1,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0008	0,0002	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		163	169	175
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		160	185	209
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		5 142	5 934	6 725
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		31,5	35,1	38,4
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu.						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		5 934 zł	SPBT= 35,1 lat	



7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad przejazdem		
Dane:				A	=	34,4 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A <sub>kosz</sub>	=	34,4 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad przejazdem metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,032 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,18 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 <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> ·K/W	0,908	0,206	0,183	0,164
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>C</sub>	GJ/a	9,8	2,2	2,0	1,8
5	q <sub>oU</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U <sub>C</sub>	MW	0,0012	0,0003	0,0003	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		252	258	267
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		140	160	185
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		4 815	5 499	6 345
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		19,1	21,3	23,8
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu.						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		5 499 zł	SPBT= 21,3 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach szkoła		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	349,2 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	349,2 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie warstwy wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,033 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,18 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,16	0,18	0,20
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	2,262	0,189	0,170	0,154
3	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>C</sub>	GJ/a	246,8	20,6	18,5	16,8
4	q <sub>oU</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U <sub>C</sub>	MW	0,0316	0,0026	0,0024	0,0021
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		7 562	7 630	7 689
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		185	209	234
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		64 424	73 014	81 603
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		8,5	9,6	10,6
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		73 014 zł	SPBT= 9,6 lat	



7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach przedszkole		
Dane:				A = 272,7 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub> = 272,7 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu poprzez ułożenie warstwy wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,033 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,18 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	0,396	0,202	0,180	0,162
3	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·Sd·A·U <sub>C</sub>	GJ/a	33,7	17,2	15,3	13,8
4	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U <sub>C</sub>	MW	0,0043	0,0022	0,0020	0,0018
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		551	613	664
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		86	111	135
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		23 478	30 186	36 894
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		42,6	49,2	55,6
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant: 2		Koszt :		30 186 zł	SPBT= 49,2 lat	

**7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.o.	381 300	8,8
2	Dach szkoła	73 014	9,6
3	Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole	237 330	19,6
4	Strop nad przejazdem	5 499	21,3
5	Ściany zewnętrzne łącznika	5 934	35,1
6	Dach przedszkole	30 186	49,2



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

Dane:  $Q_{0co} = 1\,002\text{ GJ/a}$

#### Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w średnim stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki płytowe, kilka grzejników fawier
- 3 Brak zaworów termostatycznych

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Pompa ciepła gruntowa o mocy grzewczej 37,8kW	2	92 250	184 500
2	Dolne źródło ciepła			196 800
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>381 300</b>

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	<b>kotłownia węglowa</b>	<b>pompa ciepła</b>
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,70$	$\eta_g = 4,50$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,93$	$\eta_d = 0,93$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,77$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 0,90$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,50$	$\eta = 2,90$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

#### Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	kotłownia węglowa	pompa ciepła
sprawność przesyłu $\eta_d$	przewody, armatura izolowane, w przestrzeni ogrzewanej	przewody, armatura izolowane, w przestrzeni ogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	regulacja centralna, bez miejscowej	regulacja centralna, bez miejscowej
sprawność akumulacji $\eta_s$	brak zbiornika buforowego	zbiornik buforowy, pojemność 1000l
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	przerwy w ogrzewaniu 8h	przerwy w ogrzewaniu 8h

### 7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,11816	0,11816
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1002	1002
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,50</b>	<b>2,90</b>
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
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	<b>1618</b>	<b>279</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	47 944	8 267
8	Roczna opłata stała	zł/rok	3 500	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>51 444</b>	<b>8 267</b>
11	Różnica	zł/rok		43 177
12	Koszt	zł		381 300
13	SPBT	lat		<b>8,83</b>



#### 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 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
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X	X
2	Dach szkoła	X	X	X	X	X	
3	Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole	X	X	X	X		
4	Strop nad przejazdem	X	X	X			
5	Ściany zewnętrzne łącznika	X	X				
6	Dach przedszkole	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]
1	1+2+3+4+5+6	733 261
2	1+2+3+4+5	703 076
3	1+2+3+4	697 142
4	1+2+3	691 643
5	1+2	454 314
6	1	381 300

### 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. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	$\Delta Q_{co+cw}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,0387	341	2,900	0,95	95	6 492	0,0070	29	1 067	0,0457	124	7 558	1 523	44 952
2	0,0411	359	2,900	0,95	100	6 833	0,0070	29	1 067	0,0481	129	7 900	1 518	44 611
3	0,0418	365	2,900	0,95	102	6 970	0,0070	29	1 067	0,0488	131	8 037	1 516	44 474
4	0,0427	372	2,900	0,95	104	7 107	0,0070	29	1 067	0,0497	133	8 173	1 514	44 337
5	0,0891	752	2,900	0,95	209	14 282	0,0070	29	1 067	0,0961	238	15 348	1 409	37 162
6	0,1182	1 002	2,900	0,95	279	19 065	0,0070	29	1 067	0,1252	308	20 132	1 339	32 379
0-stan istniejący	0,1182	1 002	0,500	0,95	1 618	51 444	0,0070	29	1 067	0,1252	1 647	52 510		

1 wariant wybrany do realizacji

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

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

$\eta_w$	$\eta_p$	$\eta_l$	$\eta_e$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,70	0,93	0,77	1,00	0,50	0,85	0,95



#### 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	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
		zł	zł	%	[zł, %] [zł, %]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Modernizacja instalacji c.o. Dach szkoła Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole Strop nad przejazdem Ściany zewnętrzne łącznika Dach przedszkole	733 261	44 952	92,5%	146 652	20%	117 322	117 322	89 904
					586 609	80%			
2	Modernizacja instalacji c.o. Dach szkoła Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole Strop nad przejazdem Ściany zewnętrzne łącznika	703 076	44 611	92,2%	140 615	20%	112 492	112 492	89 221
					562 461	80%			
3	Modernizacja instalacji c.o. Dach szkoła Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole Strop nad przejazdem	697 142	44 474	92,0%	139 428	20%	111 543	111 543	88 948
					557 714	80%			
4	Modernizacja instalacji c.o. Dach szkoła Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole	691 643	44 337	91,9%	138 329	20%	110 663	110 663	88 674
					553 315	80%			
5	Modernizacja instalacji c.o. Dach szkoła	454 314	37 162	85,5%	90 863	20%	72 690	72 690	74 324
					363 451	80%			
	Modernizacja instalacji c.o.	381 300	32 379	81,3%	76 260	20%	61 008	61 008	64 758
					305 040	180%			

#### 7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny ekonomicznej oraz ustaleń z Inwestorem, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

1. Modernizację instalacji c.o. polegającą na zabudowie pompy ciepła gruntowej o mocy nominalnej 37,8kW - 2 sztuki.
2. Docieplenie dachu szkoły 18 cm wełny mineralnej o  $\lambda = 0,033$  (W/(m\*K))
3. Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły i przedszkola 12 cm styropianu o  $\lambda = 0,031$  (W/(m\*K))
4. Docieplenie stropu nad przejazdem 14 cm styropianu o  $\lambda = 0,032$  (W/(m\*K))
5. Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika 12 cm styropianu o  $\lambda = 0,031$  (W/(m\*K))
6. Docieplenie dachu przedszkola 10 cm wełny mineralnej o  $\lambda = 0,033$  (W/(m\*K))

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 92,5% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 146 652 zł ,co spełnia oczekiwania inwestora;

**UWAGA** - przy zmianie zadeklarowanych środków własnych inwestora jest potrzebna zmiana części audytu.

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzeniu 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. Modernizacja instalacji c.o.
  - montaż pompy ciepła gruntowej o mocy nominalnej 37,8 kW - 2 sztuki
2. Docieplenie dachu szkoły 18 cm wełny mineralnej
3. Docieplenie ścian zewnętrznych szkoły i przedszkola 12 cm styropianu
4. Docieplenie stropu nad przejazdem 14 cm styropianu
5. Docieplenie ścian zewnętrznych łącznika 12 cm styropianu
6. Docieplenie dachu przedszkola 10 cm wełny mineralnej

### 8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup>	zł/m <sup>2</sup> , zł/szt.	zł
1	Pompa ciepła gruntowa o mocy grzewczej 37,8kW			184 500
2	Dolne źródło ciepła			196 800
3	Dach szkoła	349	209	73 014
4	Ściany zewnętrzne szkoła i przedszkole	1286	185	237 330
5	Strop nad przejazdem	34	160	5 499
6	Ściany zewnętrzne łącznika	32	185	5 934
7	Dach przedszkole	273	111	30 186
			<b>SUMA</b>	<b>733 261</b>

### 8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>733 261 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	20%	<b>146 652 zł</b>
Kredyt bankowy:	80%	<b>586 609 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>89 904 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>16,3</b>
Możliwe dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego	85%	<b>623 272 zł</b>
Wkład własny	15%	<b>109 989 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO)		<b>2,5</b>

## ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Udział odnawialnych źródeł energii
- Załącznik 7 Obliczenia stopniodni
- Załącznik 8 Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
- Załącznik 9 Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego



**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła****Opłaty za zużycie ciepła**

Założenia:

- przed modernizacją kotłownia węglowa
- po modernizacji pompa ciepła

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	2 006,67	2 468,20
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>2 006,67</b>	<b>2 468,20</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	24,09	29,63
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>24,09</b>	<b>29,63</b>

**Po modernizacji**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	55,56	68,33
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>55,56</b>	<b>68,33</b>

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnętrzna szkoła i przedszkole	tynk	0,040	0,820	0,049	1,271
	cegła pełna	0,400	0,770	0,519	
	tynk	0,040	0,820	0,049	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				<b>razem</b>	<b>0,787</b>
Ściany zewnętrzna łącznie	tynk	0,040	0,820	0,049	0,908
	beton komórkowy	0,250	0,300	0,833	
	tynk	0,040	0,820	0,049	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				<b>razem</b>	<b>1,101</b>
Dach szkoła	blacha	0,001	58,000	0,000	2,262
	drewno	0,020	0,300	0,067	
	papa asfaltowa	0,002	0,180	0,011	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,030	0,140	0,214	
	tynk	0,010	1,000	0,010	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				<b>razem</b>	<b>0,442</b>
Dach przedszkole	blacha	0,001	58,000	0,000	0,396
	warstwa powietrza			0,160	
	drewno	0,020	0,300	0,067	
	wełna mineralna	0,100	0,052	1,923	
	papa asfaltowa.	0,002	0,180	0,011	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,030	0,140	0,214	
	tynk lub gładź cementowa.	0,010	1,000	0,010	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				<b>razem</b>	<b>2,525</b>
Strop nad przejazdem	wykładzina podłogowa	0,003	0,200	0,015	0,844
	podkład z betonu chudego.	0,030	1,050	0,029	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,100	0,140	0,714	
	strop żelbetowy	0,220		0,180	
	tynk	0,030	0,820	0,037	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				<b>razem</b>	<b>1,184</b>
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	wykładzina podłogowa	0,003	0,200	0,015	0,402
	podkład z betonu chudego.	0,100	1,050	0,095	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,100	0,140	0,714	
	papa asfaltowa.	0,01	0,180	0,056	
	strop żelbetowy	0,220		0,180	
				0,000	
				R <sub>g</sub>	
				<b>razem</b>	<b>2,487</b>



Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnętrzna szkoła i przedszkole	tynek	0,040	0,820	0,049	0,215
	cegła pełna	0,400	0,770	0,519	
	styropian	0,120	0,031	3,871	
	tynek	0,040	0,820	0,049	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				razem	4,658
Ściany zewnętrzna łącznik	tynek	0,040	0,820	0,049	0,201
	beton komórkowy	0,250	0,300	0,833	
	styropian	0,120	0,031	3,871	
	tynek	0,040	0,820	0,049	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				razem	4,972
Dach szkoła	blacha	0,001	58,000	0,000	0,170
	drewno	0,020	0,300	0,067	
	papa asfaltowa	0,002	0,180	0,011	
	wełna mineralna	0,18	0,033	5,455	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,030	0,140	0,214	
	tynek	0,010	1,000	0,010	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	0,040
				razem	5,897
Dach przedszkole	blacha	0,001	58,000	0,000	0,180
	warstwa powietrza	0,000	0,000	0,160	
	drewno	0,020	0,300	0,067	
	wełna mineralna	0,1	0,033	3,030	
	wełna mineralna	0,100	0,052	1,923	
	papa asfaltowa.	0,002	0,180	0,011	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,030	0,140	0,214	
	tynek lub gładź cementowa.	0,010	1,000	0,010	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	0,040
				razem	5,555
Strop nad przejazdem	wykładzina podłogowa	0,003	0,200	0,015	0,180
	podkład z betonu chudego.	0,030	1,050	0,029	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,100	0,140	0,714	
	strop żelbetowy	0,220	0,000	0,180	
	styropian	0,14	0,032	4,375	
	tynek	0,030	0,820	0,037	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	0,040
				razem	5,559
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	wykładzina podłogowa	0,003	0,200	0,015	0,402
	podkład z betonu chudego.	0,100	1,050	0,095	
	plyty wiórkowo-cementowe	0,100	0,140	0,714	
	papa asfaltowa.	0,010	0,180	0,056	
	strop żelbetowy	0,220	0,000	0,180	
				0,000	
				R <sub>g</sub>	
				razem	2,487

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i><b>pomieszczenie</b></i>	<i><b>kubatura</b></i>	<i><b>strumień powietrza wg. normy w m<sup>3</sup>/h lub krotność wymiany powietrza 1/h</b></i>	<i><b>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/h</b></i>
budynek szkoły i przedszkola z łącznikiem	2 603	1	2 603
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>			<b>2 603</b>

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
$c_r$	1,0	0,7	1,0
$c_w$	1,0	1,0	1,0
$c_m$	1,0	1,0	1,0

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg PN-83/B-03430

Budynek szkoły	$c_r * c_w * V_{nom}$	<b>2 603</b>	<b>2 603</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>2 603</b>	<b>2 603</b>	m <sup>3</sup> /h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW] wg PN-EN-12831

Budynek szkoły	$c_m * V * 0,5$	<b>1 302</b>	<b>1 302</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>1 302</b>	<b>1 302</b>	m <sup>3</sup> /h



## 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)
ciepło właściwe wody $c_w$	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{dK})$	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	$\text{kg}/\text{m}^3$	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{dzień})$	0,8	0,8
powierzchnia ogrzewana $A_f$	$\text{m}^2$	900	900
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czterpalnym $\theta_{cw}$	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	$^{\circ}\text{C}$	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,55	0,55
liczba dni w roku $t_R$	dzień	303	303
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi}\cdot L\cdot c_w\cdot\rho\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)\cdot k_t\cdot t_{uz}/(1000\cdot 3600)$	$\text{kWh}/\text{rok}$	<b>6 281</b>	<b>6 281</b>
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,8	0,80
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{wtot}$	-	0,79	0,79
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	$\text{kWh}/\text{a}$	<b>7 931</b>	<b>7 931</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	$\text{GJ}/\text{a}$	<b>29</b>	<b>29</b>

### 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 - L	os.	174	174
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $=A_f\cdot V_{cw}/1000$	$\text{m}^3/\text{d}$	0,720	0,720
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{h\acute{s}r}=q_{d\acute{s}r}/18$	$\text{m}^3/\text{h}$	0,040	0,040
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h = 9,32\cdot L^{-0,244}$	-	2,647	2,647
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 $\text{m}^3$ wody $Q_{cwj} = c_w\cdot\rho\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)/(10^6\cdot\eta_{wtot})$	$\text{GJ}/\text{m}^3$	0,238	0,238
<b>Max. moc c.w.u.</b> $q_{cwu}^{\max} = V_{h\acute{s}r}\cdot Q_{cwj}\cdot N_h\cdot 10^6/3600$	<b>kW</b>	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla  
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych  
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.7 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,0387	341
2	0,0411	359
3	0,0418	365
4	0,0427	372
5	0,0891	752
6	0,1182	1002
0 - stan istniejący	0,1182	1002



**Załącznik nr 6**

stan przed      stan po

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu  
ogrzewania przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
Z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0	4,5	-
	$Q_{k,H}$	1618	95	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	74	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	74	GJ/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu  
przygotowania ciepłej wody przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
Z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0	0	-
	$Q_{k,W}$	29	29	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	0	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0	0	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii  $U_{oze}$

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową co +cwu	$Q_k$	1647	124	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	$U_{oze}$	0,00%	59,59%	%

# Obliczenie stopniodni $S_d$ i analiza różnicy pomiędzy zużyciem ciepła na ogrzewanie i obliczeniowym zapotrzebowaniu na ciepło

Dane klimatyczne dla Bielska-Białej

$S_d$  dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna $\Theta_e$ [°C]	-1,7	-2,3	4,9	8	12,4	15,1	8,9	4,4	0,1
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	672,7	624,4	468,1	360	38	24,5	344,1	468	616,9

Dla przegród zewnętrznych

$S_d$  3 617 dzień·K/rok

przy  $\Theta_{int,H} = 20$  °C



ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO			
*		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	1 618	95
	kWh/rok	449 445	26 389
	Koszty zł	51 444	6 492
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	29	29
	kWh/rok	7 931	7 931
	Koszty zł	1 067	1 067
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku	GJ/rok	1 647	124
	kWh/rok	457 376	34 320
	Koszty zł	52 510	7 558
Oszczędność energii końcowej	%	-----	92%

**ZESTAWIENIE WSKAŹNIKÓW EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ DLA  
BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO**

	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5 = 3-4
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o.+went + c.w.u.)	GJ/rok	1 647	124	1 523
	kWh/rok	457 376	34 320	423 056
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	1 812	0	1 812
	kWh/rok	503 113	0	503 113
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO <sub>2</sub> /rok	154,9	28,4	127
	%			82%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	370,575	0	370,575
	%			100%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	331,047	0	331,047
	%			100%