

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Zespołu Szkolno Przedszkolnego w Lelowie - segment "GIMNAZJUM"



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

Adres budynku	ulica: Szczekocińska 41 kod: 42-235 powiat: województwo:	miejsowość: Lelów częstochoński śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Dawid Zielonka mgr inż.



# ENVITERM

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

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

<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Użytkowy	<b>1.2. Rok budowy</b>	2000
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Lełów  ul. Szczekocińska 18 kod 42-325 Lełów	<b>1.4. Adres budynku</b>  ul. Szczekocińska 41 kod 42-325 Lełów powiat częstochowski woj. śląskie	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>  ENVITERM S.C. REGON: 367531084 Tarnowskie Góry ul. Szwedzka 2			
<b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>  mgr inż Dawid Zielonka, Zawadzkiego 4/4 Krupski Młyn NIP: 645-242-90-70 Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych o numerze wpisu do rejestru 10107  <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	mgr inż. Elżbieta Maks	współautor	
2			
3			
4			
<b>5. Miejscowość</b>	Tarnowskie Góry	<b>Data wykonania opracowania</b>	2019-12-10
<b>6. Spis treści</b>			
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.	Dokumentacja fotograficzna	7	
5.	Ocena stanu technicznego budynku	12	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	14	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	15	
8.	Opis wariantu optymalnego	35	

**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> ]	8 605,00	8 605,00
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	1 933,20	1 933,20
5.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m <sup>2</sup> ]	1 933,20	1 933,20
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	1 933,20	1 933,20
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	433	433
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	miejskowe elektryczne	miejskowe elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	miejskowe elektryczne	miejskowe elektryczne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,22	0,22
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,49	0,30
2.	Ściana zewnętrzna	0,30	0,19
3.	Ściana "luksfery"	3,70	0,90
4.	Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)	0,30	0,19
5.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,25	0,15
6.	Stropodach niewentylowany "Taras"	0,22	0,14
7.	Podłoga	0,18	0,18
8.	Okna	1,80	0,90
9.	Drzwi	2,60	1,3
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	0,92
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,77
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 [-]	1,00	1,00
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	4 303	4 303
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	152,00	109,80
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	18,90	18,90
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	896,31	550,17
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1691,34	733,49

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	31	31
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]	128,80	79,06
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	243,04	105,40
10 <sup>2)</sup>	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]	43,86	52,63
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	7,05	8,46
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	3,20	1,67
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 090 117,41	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	55,61%
Planowane koszty całkowite	1 282 491,07	Premia termomodernizacyjna	78 182,31
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	39 091,15		

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:

Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji budynku

#### 3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 3.3. Data wizji lokalnej

03.12.2019 r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
  - Wymiana drzwi zewnętrznych
  - Wymiana stolarki okiennej
  - Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem
  - Docieplenie stropodachu (taras)
  - Ściana zewnętrzna (styropian biały)
  - Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)
  - Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem
  - Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszkleniem
  - Docieplenie ściany przy gruncie

#### 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	192 373,66	zł
Kwota dofinansowania	1 090 117,41	zł

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	publiczna	<b>X</b>
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	<b>X</b>
<b>Adres</b>	Szczekocińska 41, Lelów			
<b>Budynek</b>	wolnostojący	<b>X</b>	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		Początek XXI w.		Rok zasiedlenia		Początek XXI w.	
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>tradycyjna</b>	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana	[m <sup>2</sup> ]	1074,00	6	Budynek podpiwniczony	nie	
2	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	8605,00	7	Liczba klatek schodowych	1	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szypów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m <sup>3</sup> ]	8605	8	Liczba kondygnacji	3	
4	Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	1933,20	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,0/3,3	
5	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m <sup>2</sup> ]	1933,20	10	Liczba użytkowników	433	

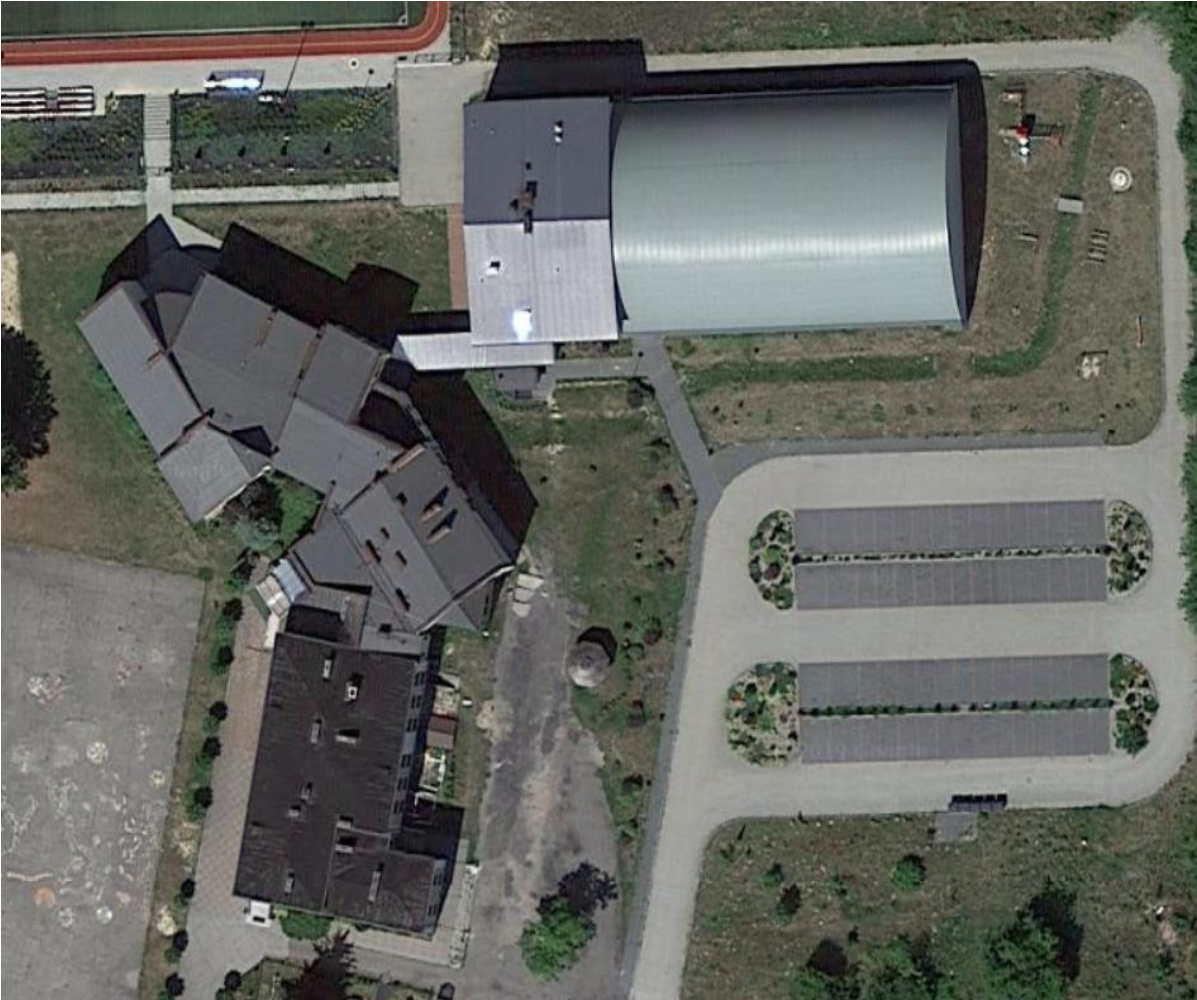
- 1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru  
2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.



#### 4.b. Dokumentacja fotograficzna



Widok z góry





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

Budynek w części "gimnazjum" o 3 kondygnacjach nadziemnych, zbudowany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne z bloczków gazobetonowych, ocieplone wełną mineralną o grubości 9 cm, obustronnie otynkowane.

Stropodach niewentylowany (część tarasu) teriva gr 26,5 cm kryty wełną mineralną.

Strop pod nieogrzewanym poddaszem: teriva, ułożona wełna mineralna luzem. Konstrukcja dachu drewniana, krokwie płatwie +słupki.

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

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

#### *Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych*

L.p.	Opis	Pow. netto $\text{m}^2$	U $\text{W/(m}^2\text{K)}$	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 przy gruncie	54,72	0,490				
2	Ściana zewnętrzna	1456,76	0,298	346,16	1,80	19,71	2,60
3	Ściana "luksfery"	96,41	3,700				
4	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	675,24	0,246				
5	Stropodach niewentylowany "Taras"	54,72	0,224				
6	Podłoga	1172,6	0,180				

#### 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]	18,90
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	152,00
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	18,90
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	896,31
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1691,34
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	43,86
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie centralne z kotłowni węglowej
2.	Parametry pracy instalacji	90/70°C
3.	Przewody w instalacji	Przewody niezaizolowane.
4.	Rodzaje grzejników	Grzejniki stalowe, członowe
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Nie
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5/24
8.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Zabudowa kotła węglowego

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

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			kocioł węglowy
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,65
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,77
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	<b>0,45</b>
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$W_t$	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$W_d$	1,00

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

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa przygotowywana w pojemnościowych zasobnikach elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	Niezaizolowane
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak

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

Ogrzewanie jest realizowane centralnie z kotłowni węglowej, usytuowanej w piwnicy budynku. Źródło ciepła stanowi kocioł o mocy 150 kW

#### 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	4 303

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,49	0,30
Ściana zewnętrzna	0,30	0,20
Ściana "luksfery"	3,70	0,20
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,25	0,15
Stropodach niewentylowany "Taras"	0,22	0,15
Podłoga	0,18	0,30

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

### 5.2. Okna i drzwi

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

### 5.3 System grzewczy

Budynek w części "Gimnazjum" jest w całości wyposażony w instalację c.o. Instalacja rurowa, wodna, zasilana z kotła węglowego, usytuowanego w piwnicy. Wszystkie piony prowadzone są po wierzchu ścian. Elementami grzejnymi w istniejącej instalacji c.o. są grzejniki stalowe.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana miejscowo z elektrycznych podgrzewaczy pojemnościowych.

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne.

**Zbiorcze 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 niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić ściany zewnętrzne, ścianę przy gruncie (z wykonaniem odwodnienia), strop pod nieogrzewanym poddaszem i stropodach niewentylowany (taras), zlikwidować przegrodę zewnętrzną z luksfer.
2	<b><u>Okna i drzwi</u></b> okna o współczynniku przenikania ciepła 1,8 [W/m <sup>2</sup> K], drzwi o współczynniku przenikania ciepła 2,6 [W/m <sup>2</sup> K]	Okna i drzwi zewnętrzne w przestrzeniach ogrzewanych należy wymienić na nowe.
3	<b><u>Wentylacja grawitacyjna.</u></b> Wentylacja grawitacyjna.	-
4	<b><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></b> Podgrzanie wody z elektrycznych pojemnościowych podgrzewaczy	-
5	<b><u>System grzewczy</u></b> Ogrzewanie zasialne z kotła węglowego.	Wymiana źródła ciepła na kocioł na pellet.



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

<b>L.p.</b>	<b>Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć</b>	<b>Sposób realizacji</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne, dach	Ocieplenie ścian zewnętrznych i ściany przy gruncie budynku, ocieplenie stropodachdachu i stropu pod nieogrzewaną powierzchnią.
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi i okna	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej.
3	Zmniejszenie strat na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	-
4	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	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	Możliwe obniżenie zużycia ciepła poprzez ocieplenie przegród zewnętrznych.
II	Usprawnienie dotyczące instalacji c.o.	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	$^{\circ}\text{C}$
$t_{poddasze}$	-16,0	-16,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 778	3 778	dzień K'a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$ (średnie wyliczenia na podstawie danych uzyskanych od inwestora)	43,86	52,63	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna przy gruncie		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =      54,72 m <sup>2</sup> <b>A<sub>kosz</sub></b> =      62,93 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu lub wełny jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia λ= 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: Ponad to przewiduje się wykonanie izolacji przeciwwilgociowej oraz drenażu odprowadzającego.						
wariant optymalny:            o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,3 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,02	0,05	0,08
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	0,490	0,390	0,298	0,241
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	8,8	7,0	5,3	4,3
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	0,0011	0,0009	0,0007	0,0005
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		79	154	197
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		225	275	300
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		14 158,80	17 305,20	18 878,40
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		179,2	112,4	95,8
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Ponadto przewiduje się wykonanie izolacji przeciwwilgociowej oraz drenażu odprowadzającego. Wariant pomimo długiego okresu zwrotu, konieczny do wykonania przez wzgląd na dużą ilość zawilgocenia, przyspieszającego degradację przegrody.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	17 305,20 zł	SPBT=	112,4 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna (styropian biały)		
<div>Dane:<div>powierzchnia przegrody do obliczania strat<div>A=821,76 m<sup>2</sup></div></div><div>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia<div>A<sub>kosz</sub>=945,02 m<sup>2</sup></div></div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu lub wełny jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia λ= 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,2 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,15	0,20
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji (wartość po zdjęciu warstwy wełny mineralne)	m <sup>2</sup> K/W	0,821	0,260	0,194	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	220,2	69,7	51,9	41,4
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	0,0270	0,0085	0,0064	0,0051
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		6 601	7 382	7 842
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		247	290	334
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		232 947,43	274 055,80	315 164,17
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		35,3	37,1	40,2
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						
Do porawnego położenia styropianu konieczny był demontaż wełny mineralnej, zatem efekty dla ściany są liczone bez uwzględniania wełny.						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 274 055,80 zł		SPBT= 37,1 lat		



7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)		
Dane:				A = 635,00 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A <sub>kosz</sub> = 730,25 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropianu lub wełny jako izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia λ= 0,031 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,2 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,12	0,15
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji (wartość po zdjęciu warstwy wełny mineralne)	m <sup>2</sup> K/W	0,821	0,263	0,197	0,165
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	170,2	54,6	40,7	34,2
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	0,0209	0,0067	0,0050	0,0042
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		5 070	5 680	5 965
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		247	290	334
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		180 006,63	211 772,50	243 538,38
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		35,5	37,3	40,8
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						
Do porawnego położenia styropianu konieczny był demontaż wełny mineralnej, zatem efekty dla ściany są liczone bez uwzględniania wełny.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		211 772,50 zł	SPBT= 37,3 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana "luksfery"		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	= 96,4	m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	= 110,9	m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduję się likwidację istniejącej przegrody z luksfer. W jej miejsce planowana jest zabudowa fasady aluminiowej z przeszkleniem.						
wariant optymalny: o minimalnej grubości przegrody, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> ·K/W	3,700	1,100	0,900	0,700
2	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	116,4	34,6	28,3	22,0
3	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0143	0,0042	0,0035	0,0027
4	Roczna oszczędność kosztów $= (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$ $\Delta O_{ru}$	zł/a		3 588	3 864	4 140
5	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		1275	1500	1725
6	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		141 359,25	166 305,00	191 250,75
7	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		39,4	43,0	46,2
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 : 166 305,00 zł		SPBT= 43,0 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach niewentylowany "Taras"		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	54,72 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	62,93 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje ocieplenie stropodachu poprzez położenie styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ .						
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		0,05	0,10	0,15
2	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	0,224	0,171	0,138	0,116
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	11,5	3,1	2,5	2,1
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$ $= (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		368	395	412
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		182,8	215,0	247,3
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		11 500,09	13 529,52	15 558,95
8	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		31,3	34,3	37,8
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 : 13 529,52 zł		SPBT = 34,3 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	675,24 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	776,53 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się docieplenie dachu poprzez ułożenie wełny mineralnej na istniejącej konstrukcji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ .						
Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,18 \text{ W/m}^2 \text{K}$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,05	0,10	0,15
2	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	0,246	0,186	0,149	0,125
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	118,2	41,0	32,9	27,5
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0066	0,0050	0,0040	0,0034
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		3 386	3 741	3 978
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		157,3	185,0	212,8
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		122 109,34	143 658,05	165 206,76
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		36,1	38,4	41,5
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 : 143 658,05 zł		SPBT= 38,4 lat		

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien
<p>Dane: powierzchnia okien <math>A_{ok} = 346,16 \text{ m}^2</math> <math>C_w = 1,2</math></p> <p><math>V_{nom} = \psi = 4\,303 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia <math>V_{went} = 4\,303 \text{ m}^3</math></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku <math>U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,80	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,2	1,00
		$C_m$	1,4	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	203,4	101,7
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	713,6	573,4
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	917,0	675,1
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,02492	0,01246
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,04096	0,02926
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,06588	0,04172
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		10 609,6
10	Koszt jednostkowy okien $N_{OK}$	zł/m <sup>2</sup>		700
11	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	zł		242 312,00
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		22,8
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_u</math></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m<sup>2</sup> wg katalogu SEKOCENBUDu.</p> <p>Okna powinny być wyposażone w nawiewniki automatyczne.</p>				
Wybrany wariant : 1		Koszt	242 312,00 zł	SPBT= 22,8 lat



7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
<p>Dane: powierzchnia okien <math>A_{ok} = 25,92 \text{ m}^2</math> <math>C_w = 1,2</math></p> <p><math>V_{nom} = \Psi = 117 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia <math>V_{went} = 87 \text{ m}^3</math></p> <p>Usprawnienie obejmuje likwidację płyt z włókien węglowych nad łącznikiem i zastąpienie ich przeszkleniem, o lepszym współczynniku U</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku <math>U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>				Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem
Lp.	Opis wariantów usprawnienia	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	3,00	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji $C_r$	-	1,2	1,00
		$C_m$	-	1,4
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	25,4	7,6
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	19,3	15,5
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	44,7	23,1
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00311	0,00093
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00083	0,00059
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,00394	0,00152
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		947,4
10	Koszt jednostkowy okien $N_{OK}$	zł/m <sup>2</sup>		1 000
11	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	zł		25 915,50
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		27,4
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m<sup>2</sup> wg katalogu SEKOCENBUDu.</p>				
Wybrany wariant : 1		Koszt	25 915,50 zł	SPBT= 27,4 lat

7.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana drzwi
<p>Dane: powierzchnia drzwi <math>A_{drz} = 19,71 \text{ m}^2</math> <math>C_w = 1,2</math></p> <p><math>V_{nom} = \Psi = 1\,029 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia <math>V_{went} = 4\,303 \text{ m}^3</math></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę stolarki drzwiowej na nową o lepszym współczynniku U</p> <p>wariant 1 : drzwi współczynniku <math>U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1
1	Współczynnik przenikania drzwi $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,60	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,3	0,85
		$C_m$	1,5	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	GJ/a	16,7	8,4
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	178,3	115,9
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	195,0	124,3
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00205	0,00102
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,04389	0,02926
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,04594	0,03028
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		3 100,9
10	Koszt jednostkowy drzwi $N_{drz}$	zł/m <sup>2</sup>		1 250
11	Koszt wymiany drzwi $N_{drz}$	zł		24 637,50
12	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		7,9
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m<sup>2</sup> wg katalogu SEKOCENBUDu.</p>				
Wybrany wariant : 1		Koszt	24 637,50 zł	SPBT= 7,9 lat

7.2.9. 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	Wymiana drzwi zewnętrznych	24 637,50	7,95
2	Wymiana stolarki okiennej	242 312,00	22,84
3	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem	25 915,50	27,36
4	Docieplenie stropodachu (taras)	13 529,52	34,25
5	Ściana zewnętrzna (styropian biały)	274 055,80	37,12
6	Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)	211 772,50	37,28
7	Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem	143 658,05	38,40
8	Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszkleniem	166 305,00	43,04
9	Docieplenie ściany przy gruncie	17 305,20	112,37

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

Dane:  $Q_{oc} = 896$  GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Kotłownia węglowa
- 2 Ogrzewanie wodne

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Remont wewnętrznej instalacji CO oraz montaż nowego źródła ciepła - kocioł na pellet o mocy co najmniej 150 kW	1	163 000	163 000,00
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>163 000,00</b>

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	Kotłownia węglowa		Kotłownia na biomasę	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,65	$\eta_g =$	0,92
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,90	$\eta_d =$	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	$\eta_e =$	0,77
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	$\eta_s =$	1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	<b>0,45</b>	$\eta =$	<b>0,64</b>
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,85	$w_d =$	0,85

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	Ogrzewanie zbiorcze wodne zasilane z kotła węglowego	Ogrzewanie zbiorcze wodne zasilane z kotła na biomasę o mocy co najmniej 150 kW
sprawność przesyłu $\eta_d$	Przewody nieizolowane	Bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	Regulacja centralna	Bez zmian
sprawność akumulacji $\eta_s$	Brak zasobnika	Bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	Bez przerw 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	0,152	0,152
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	896	896
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,45</b>	<b>0,64</b>
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
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>1691</b>	<b>1195</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	74 167	62 895
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>74 167</b>	<b>62 895</b>
11	Różnica	zł/rok		11 272
12	Koszt	zł		163 000,00
13	SPBT	lat		<b>14,5</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

##### 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 centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Wymiana stolarki okiennej	X	X	X	X	X	X	X	X		
4	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem	X	X	X	X	X	X	X			
5	Docieplenie stropodachu (taras)	X	X	X	X	X	X				
6	Ściana zewnętrzna (styropian biały)	X	X	X	X	X					
7	Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)	X	X	X	X						
8	Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem	X	X	X							
9	Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszkleniem	X	X								
10	Docieplenie ściany przy gruncie	X									

##### 7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
4	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	1 282 491,07
1	1+2+3+4+5+6+7+8+9	1 265 185,87
2	1+2+3+4+5+6+7+8	1 098 880,87
3	1+2+3+4+5+6+7	955 222,82
4	1+2+3+4+5+6	743 450,32
5	1+2+3+4+5	469 394,52
6	1+2+3+4	455 865,00
7	1+2+3	429 949,50
8	1+2	187 637,50
9	1	163 000,00

### 7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
warianty	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co}^{2)}$	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.	$\Delta Q_{co+cw}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,110	550,17	0,64	0,85	733,49	38 604,79	0,019	31,00	1 631,58	0,129	764,49	40 236,37	957,85	39 091,15
2	0,111	551,44	0,64	0,85	735,18	38 693,90	0,019	31,00	5 146,00	0,130	766,18	43 839,90	956,15	35 487,62
3	0,117	603,09	0,64	0,85	804,04	42 318,12	0,019	31,00	5 146,00	0,136	835,04	47 464,12	887,29	31 863,40
4	0,121	630,66	0,64	0,85	840,80	44 252,68	0,019	31,00	5 146,00	0,139	871,80	49 398,68	850,54	29 928,84
5	0,127	689,38	0,64	0,85	919,09	48 372,99	0,019	31,00	5 146,00	0,146	950,09	53 518,99	772,25	25 808,53
6	0,135	750,66	0,64	0,85	1 000,79	52 672,94	0,019	31,00	5 146,00	0,154	1 031,79	57 818,94	690,55	21 508,58
7	0,136	763,24	0,64	0,85	1 017,56	53 555,66	0,019	31,00	5 146,00	0,155	1 048,56	58 701,66	673,78	20 625,86
8	0,139	781,14	0,64	0,85	1 041,42	54 811,68	0,019	31,00	5 146,00	0,157	1 072,42	59 957,68	649,92	19 369,84
9	0,151	887,15	0,64	0,85	1 182,76	62 250,28	0,019	31,00	5 146,00	0,170	1 213,76	67 396,28	508,58	11 931,24
10	0,152	896,31	0,64	0,85	1 194,97	62 893,03	0,019	31,00	5 146,00	0,171	1 225,97	68 039,03	496,37	11 288,49
0-stan istniejący	0,152	896,31	0,45	0,85	1 691,34	74 181,52	0,019	31,00	5 146,00	0,171	1 722,34	79 327,52		

  wariant wybrany do realizacji

#### 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 ściany przy gruncie Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszklaniem Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)	1 282 491,07	39 091,15	55,6%	192 374	15%	218 023	205 199	78 182
	Ściana zewnętrzna (styropian biały) Docieplenie stropodachu (taras) Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem Wymiana stolarki okiennej Wymiana drzwi zewnętrznych Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania				1 090 117	85%			
2	Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszklaniem Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)	1 265 185,87	35 487,62	55,5%	189 778	15,0%	215 082	202 430	70 975
	Ściana zewnętrzna (styropian biały) Docieplenie stropodachu (taras) Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem Wymiana stolarki okiennej Wymiana drzwi zewnętrznych Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania				1 075 408	85,0%			



3	Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem	1 098 880,87	31 863,40	51,5%			186 810	175 821	63 727
	Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)				164 832	15,0%			
	Ściana zewnętrzna (styropian biały)								
	Docieplenie stropodachu (taras)								
	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem								
	Wymiana stolarki okiennej				934 049	85,0%			
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	955 222,82	29 928,84	49,4%			162 388	152 836	59 858
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania								
	Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)								
	Ściana zewnętrzna (styropian biały)				143 283	15,0%			
	Docieplenie stropodachu (taras)								
	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem								
5	Wymiana stolarki okiennej	743 450,32	25 808,53	44,8%	811 939	85,0%	126 387	118 952	51 617
	Wymiana drzwi zewnętrznych								
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania								
	Ściana zewnętrzna (styropian biały)								
	Docieplenie stropodachu (taras)				111 518	15,0%			
	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem								
	Wymiana stolarki okiennej								
	Wymiana drzwi zewnętrznych				631 933	85,0%			
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania								

6	Docieplenie stropodachu (taras)				70 409	15,0%			
	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem	469 394,52	21 508,58	40,1%			79 797	75 103	43 017
	Wymiana stolarki okiennej				398 985	85,0%			
	Wymiana drzwi zewnętrznych								
7	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania								
	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem	455 865,00	20 625,86	39,1%	68 380	15,0%	77 497	72 938	41 252
	Wymiana stolarki okiennej								
	Wymiana drzwi zewnętrznych				387 485	85,0%			
8	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania								
	Wymiana stolarki okiennej	429 949,50	19 369,84	37,7%	64 492	15,0%	73 091	68 792	38 740
	Wymiana drzwi zewnętrznych								
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania				365 457	85,0%			
9	Wymiana drzwi zewnętrznych	187 637,50	11 931,24	29,5%	28 146	15%	31 898	30 022	23 862
	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania				159 492	85%			
10	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	163 000,00	11 288,49	28,8%	24 450	15%	27 710	26 080	22 577
					138 550	85%			

### 7.4.3. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- 1 Modernizacja instalacji c.o.
- 2 Wymiana drzwi zewnętrznych
- 3 Wymiana stolarki okiennej
- 4 Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem
- 5 Docieplenie stropodachu (taras)
- 6 Ściana zewnętrzna (styropian biały)
- 7 Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)
- 8 Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem
- 9 Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszkleniem
- 10 Docieplenie ściany przy gruncie

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 55,61%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 192 373,66 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. Montaż nowego źródła ciepła - kocioł na pellet (biomasa) o mocy co najmniej 150 kW. Remont instalacji CO
2. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 10 cm,
3. Wymiana stolarki drzwiowej o współczynniku przenikania  $U = 2,6 \text{ [W/m}^2\text{K]}$  na nowe okna o współczynniku przenikania  $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
4. Wymiana stolarki okiennej o współczynniku przenikania  $U = 1,8 \text{ [W/m}^2\text{K]}$  na nowe okna o współczynniku przenikania  $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ , okna wyposażone w automatyczne nawiewniki.
5. Ocieplenie stropodachu styropapą (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 10 cm,
6. Wymiana przegrody z włókna węglowego nad łącznikiem  $U = 3,0 \text{ [W/m}^2\text{K]}$  na nowe okna o współczynniku przenikania  $U = 0,9 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
7. Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 5 cm, wykonanie odwodnienia i izolacji przeciwwilgociowej.
8. Ocieplenie części ściany zewnętrznej styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,038 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 15 cm,
9. Likwidacja przegrody z "luksfer", zabudowa przeszklenia  $U = 0,9 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
10. Ocieplenie pozostałej części ściany zewnętrznej styropianem grafitowym (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 12 cm,

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

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup> / szt.	zł/m <sup>2</sup> , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o.	1,00	163 000	163 000,00
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	19,71	1 250	24 637,50
3	Wymiana stolarki okiennej	346,2	700	242 312,00
4	Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem	25,9	1 000	25 915,50
5	Docieplenie stropodachu (taras)	62,9	215	13 529,52
6	Ściana zewnętrzna (styropian biały)	945,0	290	274 055,80
7	Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)	730,3	290	211 772,50
8	Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem	776,5	185	143 658,05
9	Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszklaniem	110,9	1 500	166 305,00
10	Docieplenie ściany przy gruncie	62,93	275	17 305,20
			<b>SUMA</b>	<b>1 282 491,07</b>

**8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu**

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>1 282 491,07 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	15,0%	<b>192 374 zł</b>
Dofinansowanie:	85,0%	<b>1 090 117 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>78 182 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>32,81 lat</b>

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

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

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	MW	GJ/rok
1	0,1098	550,17
2	0,1109	551,44
3	0,1172	603,09
4	0,1205	630,66
5	0,1274	689,38
6	0,1351	750,66
7	0,1363	763,24
8	0,1385	781,14
9	0,1510	887,15
10	0,1520	896,31
0 - stan istniejący	0,1520	896,31

## 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 $V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,35	0,35
powierzchnia ogrzewana $A_f$	$\text{m}^2$	1933	1933
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym $\theta_{cw}$	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	$^{\circ}\text{C}$	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,7	0,7
liczba dni w roku $t_R$	dzień	285	285
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	$\text{kWh}/\text{rok}$	7 070	7 070
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,96	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	1	1
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	0,85	0,85
sprawność całkowita $\eta_w$	-	0,816	0,816
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	$\text{kWh}/\text{a}$	8 664	8 664
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	$\text{GJ}/\text{a}$	31	31



**Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	433	433
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 $V_{cw}$	/	15	15
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,361	0,361
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,119	2,119
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	40,0	40,0
<b>Średnia moc c.w.u.</b> $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	<b>kW</b>	<b>18,9</b>	<b>18,9</b>

**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**

Założenia:

- ogrzewanie wodne: kocioł węglowy

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	35,66	43,86
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>35,66</b>	<b>43,86</b>

Taryfa energii elektrycznej

Średnia cena energii elektrycznej 0,357 zł/kWh

**Po modernizacji**

- ogrzewanie wodne: kocioł na biomasę

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	42,79	52,63
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>42,79</b>	<b>52,63</b>

### Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Wymiana stolarki okiennej
- Wymiana przegrody z płyt z włókien węglowych nad łącznikiem
- Docieplenie stropodachu (taras)
- Ściana zewnętrzna (styropian biały)
- Ściana zewnętrzna (styropian grafitowy)
- Docieplenie stropodu pod nieogrzewanym poddaszem
- Ściana "luksfery" - montaż fasady aluminiowej z przeszkleniem
- Docieplenie ściany przy gruncie

Koszt modernizacji:

1 282 491,07 zł

**Łącznie 1 282 491,07 zł**

Przewiduje się następujące efekty.

#### Efekt energetyczny wymiany źródła ciepła

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię cieplną	GJ	1 691,34	733,49
	MWh	469,82	203,75
<b>Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji</b>			<b>56,63%</b>

#### Redukcja emisji CO2 do atmosfery dla wariantu wymiany kotła

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię cieplną	GJ	1 691,34	733,49	957,85
	MWh	469,82	203,75	266,07
Emisja CO2 dla energii cieplnej	MgCO2/rok	159,07	0,00	159,07
<b>Redukcja emisji CO2 do atmosfery</b>			<b>100,00%</b>	<b>159,07</b>

#### Efekt energetyczny wariantu optymalnego

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię cieplną	GJ	1 722,34	764,49
	MWh	478,43	212,36
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	478,43	212,36
<b>Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji</b>			<b>55,61%</b>

#### Efekt ekologiczny

Wskaźniki emisji informują na temat ilości ton CO<sub>2</sub> przypadających na jednostkę zużycia poszczególnych nośników energii.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano standardowe wskaźniki według wytycznych KOBIZE.

Paliwo	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO2
	MWh/Mg	Mg/MWh
<b>Węgiel kamienny</b>	7,20	0,339
<b>Energia elektryczna</b>	-	0,781
<b>Biomasa</b>	4,33	0,000

**Redukcja emisji CO2 do atmosfery**

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	1 722,34	764,49	957,85
	MWh	478,43	212,36	266,07
Emisja CO2 dla energii ciepłej	MgCO2/rok	165,84	6,77	159,07
<b>Redukcja emisji CO2 do atmosfery</b>			<b>95,92%</b>	<b>159,07</b>
				<b>MgCO2/rok</b>

**Redukcja PM 10**

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	1 722,34	764,49	957,85
	MWh	478,43	212,36	266,07
Emisja PM10 dla energii ciepłej	Mg/rok	0,00897	0,00449	0,00448
<b>Redukcja emisji PM10 do atmosfery</b>			<b>49,94%</b>	<b>0,00448</b>
				<b>MgPM10/rok</b>

**Zmniejszenie rocznego**zapotrzebowania na energię  
pierwotną

476 051 kWh/rok

**Stopień redukcji CO2**

159,07 MgCO2/rok

**Stopień redukcji PM10**

0,004480 Mg/rok

**Efekt energetyczny**

55,61%

**Całkowity koszt modernizacji**

1 282 491,07 zł

# WYLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO DLA OPTIMALNEGO WARIANTU CIEPLNEGO

## ZAŁOŻENIA DO EMISJI

Wskaźniki dla węgla kamiennego

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	ruszt stały				ruszt mechaniczny
		nominalna moc cieplna kotła [MW]				
		≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	> 0,5 ÷ ≤ 5
		ciąg naturalny		ciąg sztuczny		
tlenki siarki (SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub> )	g/Mg	16 000 × s				
tlenki azotu (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> )		2 200	1 000	2 000	3 000	3 200
tlenek węgla (CO)		45 000		70 000	20 000	10 000
dwutlenek węgla (CO <sub>2</sub> )		1 850 000	2 000 000	1 850 000	2 000 000	2 130 000
pył zawieszony całkowity (TSP)		1 000 × A <sup>r</sup>	1 500 × A <sup>r</sup>			2 000 × A <sup>r</sup>
benzo(a)piren		14				3,2

gdzie: A<sup>r</sup> - zawartość popiołu wyrażona w procentach [%]

Wskaźniki dla drewna

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	ruszt stały		ruszt mechaniczny
		nominalna moc cieplna kotła [MW]		
		≤ 1,0	> 1,0 ÷ ≤ 5	≤ 5
tlenki siarki (SO <sub>x</sub> /SO <sub>2</sub> )	g/Mg	110	110	20
tlenki azotu (NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> )		1 000	950	800
tlenek węgla (CO)		26 000	16 000	11 000
dwutlenek węgla (CO <sub>2</sub> )		1 200 000		1 330 000
pył zawieszony całkowity (TSP)		1 500 × A <sup>r</sup>		2 500 × A <sup>r</sup>

gdzie: A<sup>r</sup> - zawartość popiołu wyrażona w procentach [%]

Wskaźniki emisji przed modernizacją  
Współczynnik emisji dla Elektrowni wg KOBIZE

Zanieczyszczenie	Wartość wskaźnika
	kg/MWh
CO <sub>2</sub>	778
SO <sub>2</sub>	0,729
NO <sub>x</sub>	0,741
CO	0,265
PM10	0,053
PM2,5	0,013
Benzo(a)piren	0,0000

## Obliczenie stopniodni $S_d$

Dane klimatyczne dla Bielsko- Biala

*S<sub>d</sub> dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)*

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna $\Theta_e$ [°C]	-3,7	-0,8	4,4	8	10,1	8,23	8,8	3,4	-1,4
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]	734,7	582,4	483,6	360	49,5	58,85	347,2	498	663,4
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]	734,7	582,4	483,6	360	0	0	0	498	663,4

Dla przegród zewnętrznych **S<sub>d</sub> 3 778** dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 20$  °C  
 Dla przegród wewnętrznych **S<sub>d</sub> 3 322** dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 20$  °C

*S<sub>d</sub> dla stropu nad piwnicą, przed ociepleniem*

Temperatura nieogrzewanych piwnic w warunkach projektowych (z programu Audytor OZC 4.8Pro)  $\Theta_{piw}$ 

1,2
-----

 °C

Projektowa temperatura zewnętrzna  $\Theta_e$ 

-20
-----

 °C

$b_{tr} = (\Theta_{int,H} - \Theta_{piw}) / (\Theta_{int,H} - \Theta_e)$ 

0,47
------

 - gdzie  $\Theta_e$  dla warunków projektowych

$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$  **1 775** dzień\*K/rok

*S<sub>d</sub> dla stropu nad piwnicą, po ociepleniu*

Temperatura nieogrzewanych piwnic w warunkach projektowych (z programu Audytor OZC 4.8Pro)  $\Theta_{piw}$ 

4,9
-----

 °C

Projektowa temperatura zewnętrzna  $\Theta_e$ 

-20
-----

 °C

$b_{tr} = (\Theta_{int,H} - \Theta_{piw}) / (\Theta_{int,H} - \Theta_e)$ 

0,38
------

 - gdzie  $\Theta_e$  dla warunków projektowych

$S_{d\ piw} = b_{tr} * S_{d\ 20}$  **1 436** dzień\*K/rok