

# 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	ulica: Wieprz 700 kod: 34-381 powiat: województwo:	miescowość: Radziechowy żywiecki śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: nr opracowania:	Mateusz Jaruszowiec inż. 03/08/2016

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

<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1. Rodzaj budynku</b>	użyteczności publicznej	<b>1.2. Rok budowy</b>	bd
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Radziechowy-Wieprz ul. Wieprz 700 kod 34-381 Radziechowy	<b>1.4. Adres budynku</b> ul. Wieprz 700 kod 34-381 Radziechowy 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			
3			
4			
<b>5. Miejscowość</b>	Żywiec	<b>Data wykonania opracowania</b>	16.08.2016
<b>6. Spis treści</b>			
			str.
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		24



**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	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	6 714	6 714
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	1 399	1 399
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	1 399	1 399
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	podgrzewacze elektryczne	podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia węglowa	pompa ciepła
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.	Ściany zewnętrzne szkoła	0,865	0,199
2.	Dach budynku	1,423	0,180
3.	Okna	1,6	1,6
4.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,6	2,6
5.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,302	0,302
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	4,70
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
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 [-]	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60
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]	6 714	6 714
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	120,3	80,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	9,6	9,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	584	274
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	982	62



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]	116	54
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	195	12
<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> ]	8,97	8,97
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	2 468	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	1,95	0,25
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]	867 480	-----
2.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	53,64%
3.	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	920	
4.	(c.o. + wentylacja + c.w.u.) [kWh/rok]	255 556	
5.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku [GJ/rok]	1 112	
6.	[kWh/rok]	308 970	
7.	Zmniejszenie rocznego zużycia energii końcowej [GJ/rok]	920	
8.	[kWh/rok]	255 556	
9.	Zmniejszenie rocznej emisji gazów cieplarnianych [ton CO <sub>2</sub> /rok]	43	
10.	Redukcja emisji pyłów PM10 [kg/rok]	227,475	
11.	Redukcja emisji pyłów PM2,5 [kg/rok]	203,211	

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja techniczna
- 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:
  - ocieplenie dachu,
  - 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>	34-381 Radziechowy, Wieprz 700		
<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> ]	409	9	Budynek podpiwniczony		tak
2	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	6 714	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, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m <sup>3</sup> ]	6 714	11	Liczba kondygnacji		2
4	Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	1 399	12	Wysokość kondygnacji w świetle [m]		2,8
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m <sup>2</sup> ]	0	13	Liczba użytkowników		37
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> ]	1 399				

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

Obiekt Urzędu Gminy jest budynkiem wolnostojącym, czterokondygnacyjnym. W budynku mieści się Urząd Gminy Radziechowy-Wieprz oraz części skrzydła północno-wschodniego pomieszczenia Banku Spółdzielczego, które nie są objęte opracowaniem. Budynek posiada dach zorientowany linia kalenicy na osi północny zachód-południowy wschód, więźba dachowa drewniana. Kąt nachylenia 32 i 22 °.

Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej oraz pustaków PGS o grubości ok. 40 cm na zaprawie cementowo-wapiennej. Ściany zewnętrzne nie ocieplone.

Stropy kondygnacji gęstożebrowe. Dach budynku dwuspadowy, pokryty blachą. Elementami nośnymi są płatwie o przekroju 16x20cm i krokwie o przekroju 8x16cm. Dach bez warstwy termoizolacyjnej.

Okna PCV i drewniane, podwójnie szklone, w dobrym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na  $U=1,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

Drzwi wejściowe PCV o współczynniku  $U=2,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis		Pow. całk. do ocieplenia $\text{m}^2$	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) $\text{m}^2$	$U_K$ $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. $\text{m}^2$	$U$ okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi $\text{m}^2$	$U$ drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1	Ściana zewnętrzna		767,4	577,5	0,865	162,2	1,6	27,6	2,6
2	Dach budynku		387,8	387,8	1,423				
3	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		340,2	340,2	0,302				



#### 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]	120
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	2,5
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	584
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	982
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	2 468,2
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	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 piwnicy budynku szkoły.
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	Żeliwne i płytowe
5.	Oślonienie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	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	$\eta_g$	0,65
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,77
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,48
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 piwnicy budynku, 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	6 714

## 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	0,87	0,23
dach	1,42	0,18
podłoga na gruncie	0,30	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	2,6	1,7
okno	1,6	1,1

### 5.3 System grzewczy

Instalacja grzewcza zasilana z lokalnej kotłowni węglowej parametrach wody 90/70 °  
Instalacja c.o. typu tradycyjnego, z rozdziałem dolnym, typu otwartego, z grzejnikami żeliwnymi i płytowymi bez zaworów termostycznych. Stan przewodów instalacji dobry. Przewody w obrębie kotłowni izolowane.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana lokalnie w miejscowych podgrzewaczach elektrycznych.

### 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 kominiarskiej 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	<p><b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b></p> <p>Przegrody zewnętrzne mają wartości współczynnika przenikania ciepła nie odpowiadającą wymaganią WT 2017</p>	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić minimalny współczynnik przenikania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - wymagania na rok 2017
2	<p><b><u>System grzewczy</u></b></p> <p>Kotłownia węglowa. Instalacja typu tradycyjnego o regulacji centralnej, bez miejscowej. Grzejniki żeliwne i płytowe. Ogólnie dobry stan techniczny instalacji wewnętrznej.</p>	Konieczna wymiana starych grzejników na nowe konwekcyjne o wyższej sprawności wraz z przewodami oraz montażem zaworów termostatycznych. 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.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych wymaganą warstwą materiału termoizolacyjnego (styropian).
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie dachu - zastosowanie odpowiedniej warstwy izolacji termicznej (wełny mineralnej).
3.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Montaż źródła ciepła o wyższej sprawności w postaci pompy ciepła wraz z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania polegającą na wymianie orurowania, grzejników i montaż zaworów termostatycznych.



## 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	Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Ocieplenie dachu

## 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	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				A = 577,5 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A <sub>kosz</sub> = 767,4 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 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≤0,23 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12	0,14
3	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	0,865	0,232	0,199	0,176
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	156,1	41,8	35,9	31,8
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	0,0200	0,0054	0,0046	0,0041
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		3 819	4 018	4 154
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		160	185	209
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		122 701	141 578	160 455
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		32,1	35,2	38,6
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 :		141 578 zł	SPBT= 35,2 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	387,8 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	387,8 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ociepleniedachu 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		0,14	0,16	0,18
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m <sup>2</sup> K/W	1,423	0,202	0,180	0,162
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	172,4	24,5	21,8	19,7
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	0,0221	0,0031	0,0028	0,0025
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		4 945	5 034	5 105
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		160	185	209
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		62 003	71 542	81 081
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		12,5	14,2	15,9
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 :		71 542 zł	SPBT= 14,2 lat	



**7.2.3. 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.	654 360	22,8
2	Ocieplenie dachu	71 542	14,2
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	141 578	35,2

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

Dane:  $Q_{0co} = 584 \text{ GJ/a}$

#### Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w dobrym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeliwne i płytowe
- 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 19,7 kW	4	65 190	260 760
2	Dolne źródło ciepła			270 600
3	Instalacja klimakonwektorów			123 000
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>654 360</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	pompa ciepła
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,65$	$\eta_g = 4,70$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,96$	$\eta_d = 0,96$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,88$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 0,90$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,48$	$\eta = 3,57$
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 i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji $\eta_s$	brak zbiornika buforowego	zbiornik buforowy, pojemność 1500l
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	0,12030	0,12030
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	584	584
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,48</b>	<b>3,57</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>982</b>	<b>132</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	29 097	3 911
8	Roczna opłata stała	zł/rok	3 563	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>32 660</b>	<b>3 911</b>
11	Różnica	zł/rok		28 749
12	Koszt	zł		654 360
13	SPBT	lat		<b>22,76</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
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X
2	Ocieplenie dachu	X	X	
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	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	867 480
2	1+2	725 902
3	1	654 360



#### 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	0,0806	274	3,570	0,95	62	4 237	0,0096	29	1 142	0,0901	91	5 379	920	28 424
2	0,1010	433	3,570	0,95	98	6 697	0,0096	29	1 142	0,1106	127	7 839	884	25 964
3	0,1203	584	3,570	0,95	132	9 020	0,0096	29	1 142	0,1299	161	10 162	850	23 640
0-stan istniejący	0,1203	584	0,480	0,95	982	32 660	0,0096	29	1 142	0,1299	1 011	33 803		

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:

$\eta_w$	$\eta_p$	$\eta_t$	$\eta_o$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,65	0,96	0,77	1,00	0,48	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. Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych	867 480	28 424	91,0%	173 496	20%	138 797	138 797	56 847
					693 984	80%			
2	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie dachu	725 902	25 964	87,4%	145 180	20%	116 144	116 144	51 927
					580 721	80%			
3	Modernizacja instalacji c.o.	654 360	23 640	84,1%	130 872	20%	104 698	104 698	47 281
					523 488	80%			



#### 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 pomp ciepła gruntowych o mocy nominalnej 19,7 kW - 4 szuki.
2. Zastosowanie instalacji klimakonwektorów w budynku
3. Ocieplenie dachu budynku
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 91,0% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 173 496 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 pomp ciepła gruntowych o mocy nominalnej 19,7 kW - 4 sztuki.
- montaż instalacji klimakonwektorów w budynku

2. Ocieplenie dachu budynku przez położenie na istniejącej konstrukcji warstwy wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 16 cm.

3. Ocieplenie ścian zewnętrznych szkoły styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.

### 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 19,7 kW			260 760
2	Dolne źródło ciepła			270 600
3	Instalacja klimakonwektorów			123 000
4	Ocieplenie dachu	388	185	71 542
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych	767	185	141 578
			<b>SUMA</b>	<b>867 480</b>

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

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>867 480 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	20%	<b>173 496 zł</b>
Kredyt bankowy:	80%	<b>693 984 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>56 847 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>30,5</b>
Możliwe dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego	85%	<b>737 358 zł</b>
Wkład własny	15%	<b>130 122 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO)		<b>5,0</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 <sub>i</sub>	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	tynk	0,015	1,000	0,015	0,865
	cegła pełna	0,120	0,770	0,156	
	beton	0,240	0,300	0,800	
	tynk	0,015	1,000	0,015	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
				razem	
Dach	blacha	0,015	58,000	0,000	1,423
	drewno	0,090	0,160	0,563	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub>	
				R <sub>se</sub>	
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	posadzka	0,030	1,000	0,030	0,302
	maty z wełny	0,050	0,052	0,962	
	beton chudy	0,100	1,050	0,095	
	papa	0,01	0,180	0,056	
	żwir	0,15	0,9	0,167	
				0,000	
				R <sub>g</sub>	
				razem	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S <sub>i</sub>	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 zew.	tynk	0,015	1,000	0,015	0,199
	cegła pełna	0,120	0,770	0,156	
	beton	0,240	0,300	0,800	
	tynk	0,015	1,000	0,015	
	styropian	0,12	0,031	3,871	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,130	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	5,027	
Dach	blacha	0,015	58,000	0,000	0,180
	drewno	0,090	0,160	0,563	
	wełna mineralna	0,160	0,033	4,848	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R <sub>si</sub>	0,100	
			R <sub>se</sub>	0,040	
			razem	5,551	
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	posadzka	0,030	1,000	0,030	0,302
	maty z wełny	0,050	0,052	0,962	
	beton chudy	0,100	1,050	0,095	
	papa	0,010	0,180	0,056	
	żwir	0,150	0,900	0,167	
				0,000	
			R <sub>g</sub>	2,000	
			razem	3,309	



## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>kubatura</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m<sup>3</sup>/h lub krotność wymiany powietrza 1/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/h</i>
budynek Urzędu Gminy	6 714	1	6 714
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>			<b>6 714</b>

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
c <sub>r</sub>	1,0	0,7	1,0
c <sub>w</sub>	1,0	1,0	1,0
c <sub>m</sub>	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>6 714</b>	<b>6 714</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>6 714</b>	<b>6 714</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>3 357</b>	<b>3 357</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>3 357</b>	<b>3 357</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 $V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{dzień})$	0,35	0,35
powierzchnia ogrzewana $A_f$	$\text{m}^2$	1399	1399
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	260	260
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>4 668</b>	<b>4 668</b>
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,96	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,6	0,6
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{wtot}$	-	0,58	0,58
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	$\text{kWh}/\text{a}$	<b>8 104</b>	<b>8 104</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.	37	37
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{d\dot{s}r}=A_f\cdot V_{cw}/1000$	$\text{m}^3/\text{d}$	0,490	0,490
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{h\dot{s}r}=q_{d\dot{s}r}/18$	$\text{m}^3/\text{h}$	0,027	0,027
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32\cdot L^{-0,244}$	-	3,862	3,862
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie $1\text{ m}^3$ wody $Q_{cwj} = c_w\cdot\rho\cdot(\theta_{cw}-\theta_0)/(10^6\cdot\eta_{wtot})$	$\text{GJ}/\text{m}^3$	0,327	0,327
<b>Max. moc c.w.u.</b> $q_{cwu}^{\max} = V_{h\dot{s}r}\cdot Q_{cwj}\cdot N_h\cdot 10^6/3600$	<b>kW</b>	<b>9,6</b>	<b>9,6</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
<b>1</b>	<b>0,0806</b>	<b>274</b>
2	0,1010	433
3	0,1203	584
0 - stan istniejący	0,1203	584

Wariant	Zapotrzebowanie na energię - chłodzenie
	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	136,67

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	4,7	-
	$Q_{k,H}$	982	62	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	49	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	49	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii  $U_{oze}$

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową co +cwu	$Q_k$	1011	91	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	$U_{oze}$	0,00%	53,64%	%



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

Dane klimatyczne dla Bielsko 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	982	62
	kWh/rok	272 778	17 222
	Koszty zł	32 660	4 237
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	29	29
	kWh/rok	8 104	8 104
	Koszty zł	1 142	1 142
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku	GJ/rok	1 011	91
	kWh/rok	280 882	25 326
	Koszty zł	33 803	5 379
Oszczędność energii końcowej	%	----	91%



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

	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	1 011	91	920
	kWh/rok	280 882	25 326	255 556
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	1 112	0	1 112
	kWh/rok	308 970	0	308 970
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO <sub>2</sub> /rok	95,1	52,1	43
	%			45%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	227,475	0	227,475
	%			100%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	203,211	0	203,211
	%			100%