



## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

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

Adres budynku	ulica: Słowackiego 18 kod: 47-420 powiat: województwo:	miejsowość: Kuźnia Raciborska raciborski śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Mateusz Jaruszowiec inż.

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


<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	użyteczności publicznej, przedszkole	<b>1.2. Rok budowy</b>	1970
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Kuźnia Raciborska ul. Słowackiego 4 kod 47-420 Kuźnia Raciborska	<b>1.4. Adres budynku</b> ul. Słowackiego 18 kod 47-420 Kuźnia Raciborska powiat raciborski woj. śląskie	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>  SEMPER POWER Sp. z o.o. ul. Główna 7, 42-693 Krupski Młyn REGON: 243189259			
<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 audytor ZAE nr 1794 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	obliczenia	
2			
3			
4			
<b>5. Miejscowość</b>	Krupski Młyn	<b>Data wykonania opracowania</b>	12.06.2018 r.
<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		11
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14
8.	Opis wariantu optymalnego		27

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 752	1 752
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	575	575
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	575	575
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	575	575
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kotłownia węglowa	pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia węglowa	kotłownia gazowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,43	0,43
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m <sup>2</sup> K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,004	0,162
2.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,720	0,143
3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	-	-
4.	Okna, drzwi balkonowe	1,5	1,5
5.	Drzwi zewnętrzne	2,0	2,0
6.	Strop nad piwnicą	0,867	0,867
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,75	0,94
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,75	3,00
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,90
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	1 752	1 752
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	75,5	40,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	3,5	0,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	456	181
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	800	197

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	45	8
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] (*)	456	-
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]	110	44
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	193	48
10 <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	2,62%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	45,5	62,9
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> ]	12,32	2,44
4.	Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	45,45	50,93
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	5,27	2,75
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	371 171	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	75,7
Planowane koszty całkowite	371 171	Premia termomodernizacyjna	59 387
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	25 623		

- 1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku  
U<sub>oze</sub> [%] obliczamy zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii
- 2) 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

Różnica pomiędzy zmierzonym (przeliczonym na warunki standardowego sezonu) i obliczonym sezonowym  
\*) zapotrzebowaniem na ciepło (z uwzględnieniem sprawności i przerw na ogrzewanie) na cele centralnego ogrzewania może być spowodowana:

- mniejszym współczynnikiem przenikania okien w budynku, niż przyjęto w obliczeniach,
- występowaniem znacznie mniejszej temperatury niż założona temperatura projektowana w pomieszczeniach,
- przyjęte współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu mogą niedokładnie odzwierciedlać faktyczne przerwy w ogrzewaniu budynku.

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

#### **3.1. Dokumentacja projektowa:**

- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana
- 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.

\* 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**

- Adam Siwczyk - pracownik Urzędu Gminy

#### **3.4. Data wizji lokalnej**

Maj 2018 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 lub Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - ocieplenie ścian,
  - ocieplenie dachu,
  - modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej,
  - modernizacja systemu grzewczego polegająca na wymianie starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych oraz zabudowa nowego źródła ciepła,
  - montaż instalacji ogniw fotowoltaicznych.

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

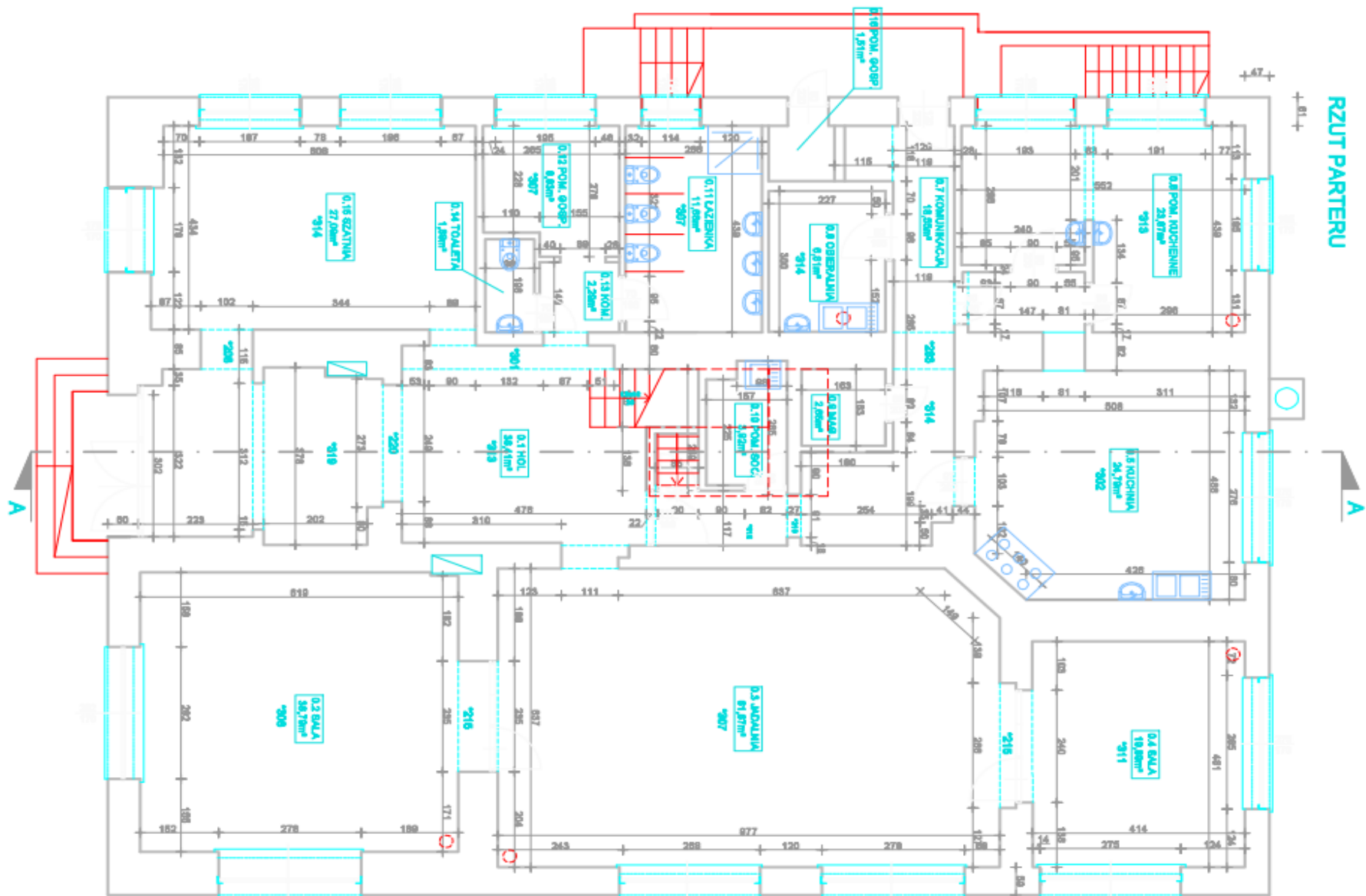
##### 4a. Ogólne dane o budynku

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

Rok budowy		1970		Rok zasiedlenia		1970	
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> ]	287	8	Budynek podpiwniczony	tak
2	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	2 198	9	Liczba klatek schodowych	1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m <sup>3</sup> ]	1 752	10	Liczba kondygnacji	2
4	Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	575	11	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,05
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m <sup>2</sup> ]	0	12	Liczba użytkowników	30
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy	[m <sup>2</sup> ]	0			
7	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m <sup>2</sup> ]	575			

#### 4.b. Szkic budynku



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

Budynek w zabudowie wolnostojącej, jedno-klatkowy, podpiwniczony, 2-kondygnacyjny. Zwarta bryła prostokątna. Ściany konstrukcyjne zbudowane z bloczków gazobetonowych gr. ściany 47 - 61 cm. Ściany fundamentowe ceglane. Stropy monolityczne żelbetowe. Dach czterospadowy o spadku 4°, pokryty papą. Budynek pełni funkcję przedszkola

Ściany budynku wykonane z bloczków gazobetonowych, ściany piwnic ceglane.

Okna w budynku aluminiowe, o niskim stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na  **$U=1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** . W części piwnicznej okna stare o wysokim współczynniku przenikania.

Drzwi wejściowe w dobrym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na  **$U=2,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

#### *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	387,7	258,8	1,004	121,2	1,5	7,8	2,0
2	Dach	359,2	359,2	1,720				
3	Strop nad piwnicą	303,0	303,0	0,867				



#### 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]	76
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	3,5
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	456
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	800
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	45,5
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane lokalnej kotłowni węglowej. Źródłem ciepła kocioł węglowy o mocy 80 kW zlokalizowany w piwnicy budynku.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, spawane, prowadzone po wierzchu. Przewody niez izolowane w obrębie kotłowni. Ogólnie średni stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Brak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze typu otwartego
8.	Odpowietrzenie	Odpowietrzniki indywidualne
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 16
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Brak

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

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,75
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,77
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,46
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 poprzez lokalną kotłownię węglową
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, bez izolacji
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny dla całego budynku
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zbiornik cwu

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

Ogrzewanie z lokalnej kotłowni węglowej, źródłem ciepła kocioł węglowy o mocy 80 kW zlokalizowany w piwnicy budynku.

#### 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	1 752

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sup>1)</sup> [W/m <sup>2</sup> *K]
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	1,00	0,20
dach	1,72	0,15

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - WT2021

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,0	1,3
okno	1,5	0,9

### 5.3 System grzewczy

Instalacja zasilana z lokalnej kotłowni węglowej. Instalacja c.o. typu tradycyjnego, z rozdziałem dolnym, z grzejnikami płytowymi bez zaworów termostatycznych. Stan przewodów instalacji średni.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana poprzez lokalną kotłownię węglową.

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.
2	<b><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></b> Instalacja c.w.u. zasilana z lokalnej kotłowni węglowej	Zastosowanie odnawialnego źródła energii - powietrznej pompy ciepła.
3	<b><u>System grzewczy</u></b> Lokalna kotłownia węglowa. Instalacja typu tradycyjnego. Ogólnie średni stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych oraz wymiana źródła ciepła na kocioł gazowy.

**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 ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - warstwą styropianu.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie dachu metodą natryskową.
3.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Zastosowanie odnawialnego źródła energii - powietrznej pompy ciepła
4.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych oraz wymiana źródła ciepła na kocioł gazowy.

## 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
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Zastosowanie nowego źródła c.w.u. - powietrznej pompy 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
- 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	$^{\circ}\text{C}$
$t_{piw}$	10,0	10,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 555	3 555	dzień·K·a
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 12^{\circ}\text{C}$	1 713	1 713	
$O_{0m}, O_{1m},$	0	0	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	45	63	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				A = 258,8 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A <sub>kosz</sub> = 387,7 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściana metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,031 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,20 W/m <sup>2</sup> K						
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	W/m <sup>2</sup> K	1,004	0,181	0,162	0,147
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	79,8	14,4	12,9	11,7
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	0,0104	0,0019	0,0017	0,0015
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		2 973	3 041	3 095
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		357	364	370
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		138 531	141 013	143 494
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		46,6	46,4	46,4
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysów inwestorskich						
1. Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych wraz z dociepleniem i remontem.				90 890,89 zł		
Wybrany wariant: 2		Koszt :		141 013 zł		SPBT= 46,4 lat



7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane:				A = 359,2 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub> = 359,2 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie konstrukcji dachu metodą natryskową pianą poliuretanową o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,025 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,15 W/m <sup>2</sup> K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,16	0,18	0,20
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m <sup>2</sup> K	1,720	0,143	0,129	0,117
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	189,8	15,8	14,2	12,9
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	0,0247	0,0021	0,0018	0,0017
5	Roczna oszczędność kosztów = (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>	ΔO <sub>ru</sub> zł/a		7 909	7 982	8 041
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		155	165	175
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		55 553	59 145	62 737
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		7,0	7,4	7,8
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysów inwestorskich						
Wybrany wariant: 1		Koszt :	55 553 zł	SPBT=	7,0 lat	

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

Dane:  $Q_{ocw} = 45 \text{ GJ}$   $q_{ocw} = 0,0035 \text{ MW}$

**Opis:**

Modernizacja polega na zastosowaniu powietrznej pompy ciepła na potrzeby c.w.u..

Produkcja energii cieplnej z odnawialnego źródła energii.

Zasadność: obniżenie zużycia energii cieplnej i kosztów z nią związanych.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cw\bar{s}r}$	MW	0,0035	0,0006
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	45	8
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	2 067	410
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0,00	0,00
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0,00	0,00
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	2 067	410
7	Różnica	zł/a		1 657
8	Koszt	zł		25 799
9	SPBT	lat		15,57

**Podstawa przyjętych wartości  $N_{cu}$**

Przyjęte koszty na podstawie kosztorysu inwestorskiego

<b>KOSZT</b>	<b>25 799 zł</b>	<b>SPBT</b>	<b>15,6 lat</b>
--------------	------------------	-------------	-----------------

7.2.4. 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.	148 806	10,8
2	Ocieplenie dachu	55 553	7,0
3	Modernizacja instalacji c.w.u.	25 799	15,6
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	141 013	46,4

\*- Według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zmianami.) usprawnienie polegające na modernizacji instalacji centralnego ogrzewania wykonuje się niezależnie od wartości SPBT. Jest to usprawnienie priorytetowe.

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

Dane:  $Q_{\text{oco}} = 456 \text{ GJ/a}$

#### Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w średnim stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych
- 3 Kocioł węglowy w złym stanie technicznym

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Montaż kotła gazowego kondensacyjnego wraz z modernizacją kotłowni		123 386	123 386
2	Montaż nowych grzejników	41	500	20 500
3	Montaż zaworów termostatycznych	41	120	4 920
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>148 806</b>

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	<b>kotłownia węglowa</b>	<b>kotłownia gazowa</b>
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,75$	$\eta_g = 0,94$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,80$	$\eta_d = 0,90$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,88$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,46$	$\eta = 0,74$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

#### Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	kotłownia węglowa	kotłowni gazowa
sprawność przesyłu $\eta_d$	przewody w obrębie kotłowni nieizolowane	przewody w obrębie kotłowni izolowane
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	głównie regulacja centralna	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji $\eta_s$	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	uwzględnienie przerwy w ogrzewaniu	uwzględnienie przerwy w ogrzewaniu

### 7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0755	0,0755
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	456	456
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,46</b>	<b>0,74</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>800</b>	<b>498</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	36 364	22 636
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>36 364</b>	<b>22 636</b>
11	Różnica	zł/rok		13 727
12	Koszt	zł		<b>148 806</b>
13	SPBT	lat		<b>10,84</b>

### 7.3.2. Efekt ekologiczny dla wariantu modernizacja źródła ciepła

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla źródeł ciepła zgodnie z KOBIZE

jednostka	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
kg/GJ	94,72	56,10	74,10	0,00

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

**798,00 kg CO<sub>2</sub>/MWh** zgodnie z KOBIZE za rok 2017

Wskaźniki emisji TSP dla odbiorców końcowych pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

**0,062 kg /MWh** zgodnie z KOBIZE za rok 2017

Pył TSP<sub>węgiel</sub> 1000\*A<sup>f</sup> g/Mg zgodnie z „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW”  
 Pył TSP<sub>gaz</sub> 0,0005 g/m<sup>3</sup> zgodnie z „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW”

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej na c.o.

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
CO <sub>2</sub>	94,72	800,00	75 776,00	56,10	498,00	27 937,8	47 838,20	63,13
	kg/Mg	Mg	Mg	g/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Mg	Mg	
pył PM10 z TSP	0,6960	35,09	0,244211	0,0003	13 301,28	0,0000046	0,2442059	100,00

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej na c.w.u.

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10 z TSP		45,48		0,0432	2,24	0,0965	13,79	99,30
CO <sub>2</sub>	94,72		4 307,75	798,00		1 785,13	2 522,63	58,56
	kg/Mg	Mg	Mg					
pył PM10 z TSP	0,6960	1,99	0,013883					

**Całkowity efekt ekologiczny dla wymiany źródła ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u.**

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		efekt ekologiczny	
	Wielkość emisji		Wielkość emisji		Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/a		kg/a		kg/a	%
Pył PM 10	244,224		0,1012		244,12	99,96
CO <sub>2</sub>	80 083,75		29 722,93		50 360,83	62,89

**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego przed modernizacją na potrzeby c.o.**

WO (wartość opałowa)

22,8 MJ/kg

ilość paliwa 35 087,72 kg

**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego przed modernizacją na potrzeby c.w.u.**

WO (wartość opałowa)

22,8 MJ/kg

ilość paliwa 1 994,68 kg

**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa gazowego po modernizacji na potrzeby c.o.**

WO (wartość opałowa)

48 MJ/kg

Średnia gęstość gazu

0,78 kg/m<sup>3</sup>

ilość paliwa 10 375,00 kg

ilość paliwa 13 301,28 m<sup>3</sup>

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego war.opt

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu			
		1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X
2	Ocieplenie dachu	X	X	X	
3	Modernizacja instalacji c.w.u.	X	X		
4	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]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4	371 171	371 171
2	1+2+3	230 158	230 158
3	1+2	204 359	204 359
4	1	148 806	148 806

#### 7.4.2. 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>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	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	0,0403	181	0,740	0,95	197	12 397	0,0006	8	410	0,0409	205	12 807	640	25 623
2	0,0529	276	0,740	0,95	301	18 942	0,0006	8	410	0,0535	309	19 352	536	19 079
3	0,0529	276	0,740	0,95	301	18 942	0,0035	45	2 067	0,0564	346	21 009	499	17 421
4	0,0755	456	0,740	0,95	498	31 340	0,0035	45	2 067	0,0790	543	33 407	302	5 024
0-stan istniejący	0,0755	456	0,460	0,95	800	36 364	0,0035	45	2 067	0,0790	845	38 431		

1 wariant wybrany do realizacji

<sup>1)</sup> - wyniki z programu Audytor OZC 6.8Pro - obliczenie mocy

<sup>2)</sup> - wyniki z programu Audytor OZC 6.8Pro - obliczenie zużycia ciepła

#### Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

$\eta_g$	$\eta_d$	$\eta_e$	$\eta_s$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,75	0,80	0,77	1,00	<b>0,46</b>	0,85	0,95

#### Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

$\eta_g$	$\eta_d$	$\eta_e$	$\eta_s$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,94	0,90	0,88	1,00	<b>0,74</b>	0,85	0,95



### 7.4.3. 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	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie dachu Modernizacja instalacji c.w.u. Ocieplenie ścian zewnętrznych	371 171	25 623	75,7%	0	0,0%	74 234	59 387	51 247
					371 171	100%			
2	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie dachu Modernizacja instalacji c.w.u.	230 158	19 079	63,4%	0	0,0%	46 032	36 825	38 157
					230 158	100%			
3	Modernizacja instalacji c.o. Ocieplenie dachu	204 359	17 421	59,0%	0	0,0%	40 872	32 697	34 843
					204 359	100%			
4	Modernizacja instalacji c.o.	148 806	5 024	35,7%	0	0,0%	29 761	23 809	10 048
					148 806	100%			

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz w porozumieniu z Inwestorem w zakresie posiadanych możliwości finansowych, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja instalacji c.o. oraz zabudowa nowego źródła ciepła - kotła gazowego kondensacyjnego.
- modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej polegająca na zastosowaniu odnawialnego źródła energii - powietrznej pompy ciepła
- ocieplenie ścian zewnętrznych wraz z izolacją fundamentów,
- ocieplenie dachu.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 75,7% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez 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 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. Modernizacja instalacji c.o. polegająca na:

- zastosowanie nowego źródła ciepła - kotła gazowego wraz z modernizacją kotłowni 41 szt
- montaż grzejników 41 szt
- montaż zaworów termostatycznych

2. Zastosowanie powietrznej pompy ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej

3. Ocieplenie dachu metodą nastryskową między krokwie pianką poliuretanową (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,025 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 16 cm.

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), o grubości 16 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem. **Jako dodatkowe prace należy uwzględnić ocieplenie fundamentów wraz z wykonaniem hydroizolacji.**

5. Dodatkowo zaprojektowano instalację ogniw fotowoltaicznych na potrzeby zużycia energii elektrycznej dla całego budynku o mocy 10,08 kWp, zgodnie z załącznikiem numer 12 do audytu.

### 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.	-	-	148 806
2	Ocieplenie dachu	359	155	55 553
3	Modernizacja instalacji c.w.u.	-	-	25 799
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	388	364	141 013
5	Wykonanie izolacji poziomej ścian fundamentowych wraz z remontem ścian piwnicznych	-	-	90 891
6	Montaż instalacji ogniw fotowoltaicznych	-		59 512
			<b>SUMA</b>	<b>521 574</b>

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

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>521 574 zł</b>
Możliwe dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego	85%	<b>443 338 zł</b>
Wkład własny	15%	<b>78 236 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (bez dofinansowania)		<b>20,4 lat</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (z dofinansowaniem z RPO)		<b>3,1 lat</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 Obliczenie stopniodni
- Załącznik 7 Obliczenie udziału energii z OZE
- Załącznik 8 Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
- Załącznik 9 Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
- Załącznik 10 Określenie efektu ekologicznego
- Załącznik 11 Wyniki komputerowych obliczeń - wydruk
- Załącznik 12 Analiza opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej
- Załącznik 13 Określenie efektu ekologicznego - instalacja PV

**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła****Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.o.**

Założenia:

- przed modernizacją - budynek zasilany z lokalnej kotłowni węglowej
- po modernizacji - budynek zasilany z lokalnej kotłowni gazowej

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Przesył	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	36,95	45,45
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>36,95</b>	<b>45,45</b>

**Po modernizacji**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Przesył	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	51,16	62,93
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>51,16</b>	<b>62,93</b>

**Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.w.u.**

Założenia:

- przed modernizacją - cwu przygotowywana poprzez kotłownię węglową
- po modernizacji - cwu przygotowywana poprzez powietrzna pompę ciepła

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Przesył	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	36,95	45,45
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>36,95</b>	<b>45,45</b>

**Po modernizacji**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Przesył	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	41,40	50,93
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>41,40</b>	<b>50,93</b>

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnętrzne	gazobeton	0,470	0,582	0,808	1,004
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>si</sub>			0,130	
	R <sub>se</sub>			0,040	
	razem			0,996	
Strop nad nieogrz. piwnicą	posadzka	0,020	1,300	0,015	0,867
	keramzyt	0,080	0,160	0,500	
	jastrych	0,025	0,520	0,048	
	strop odcinkowy	0,300	0,770	0,390	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>si</sub>			0,100	
	R <sub>se</sub>			0,100	
	razem			1,153	
Dach	papa	0,002	0,180	0,011	1,720
	konstrukcja drewniana	0,050	0,160	0,313	
	strop żelbetowy	0,200	1,700	0,118	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>i</sub>			0,100	
	R <sub>e</sub>			0,040	
	razem			0,581	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnętrzne	gazobeton	0,470	0,582	0,808	0,162
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	styropian	0,160	0,031	5,161	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>si</sub>			0,130	
	R <sub>se</sub>			0,040	
	razem			6,157	
Strop nad nieogrz. piwnicą	posadzka	0,020	1,300	0,015	0,867
	keramzyt	0,080	0,160	0,500	
	jastrych	0,025	0,520	0,048	
	strop odcinkowy	0,300	0,770	0,390	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>si</sub>			0,100	
	R <sub>se</sub>			0,100	
	razem			1,153	
Dach	papa	0,002	0,180	0,011	0,143
	konstrukcja drewniana	0,050	0,160	0,313	
	pianka poliuretanowa	0,160	0,025	6,400	
	strop żelbetowy	0,200	1,700	0,118	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>i</sub>			0,100	
	R <sub>e</sub>			0,040	
	razem			6,981	

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>kubatura [m<sup>3</sup>]</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 przedszkola	1 752	1	1 752
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>			<b>1 752</b>

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
C <sub>r</sub>	1,1	0,7	1,0
C <sub>w</sub>	1,0	1,0	1,0
C <sub>m</sub>	1,2	1,0	1,0

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

Budynek przedszkola	<b>C<sub>r</sub> * C<sub>w</sub> * V<sub>nom</sub></b>	<b>1 752</b>	<b>1 752</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>3 680</b>	<b>3 505</b>	m <sup>3</sup> /h

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

Budynek przedszkola	<b>C<sub>m</sub> * V * 0,5</b>	<b>876</b>	<b>876</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>876</b>	<b>876</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 $c_w$	kJ/(kg*°K)	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *dzień)	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana $A_f$	m <sup>2</sup>	575	575
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,55	0,55
liczba dni w roku $t_R$	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi}*L*c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t*t_{uz}/(1000*3600)$	kWh/rok	<b>4 832</b>	<b>4 832</b>
Energia z kolektorów słonecznych - zysk solarny c.w.u.	kWh/a	0	0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,75	3,0
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,6	0,8
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	0,85	0,9
sprawność całkowita $\eta_{wtot}$	-	<b>0,38</b>	<b>2,16</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	<b>12 633</b>	<b>2 237</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	<b>45,5</b>	<b>8,1</b>

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

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan istniejący
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników - L	os	30	30
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{dśr} = A_f * V_{cw} / 1001$	m <sup>3</sup> /d	0,460	0,460
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{hśr} = q_{dśr} / 18$	m <sup>3</sup> /h	0,026	0,026
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	4,064	4,064
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / (10^6 * \eta_{wtot})$	GJ/m <sup>3</sup>	0,492	0,087
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśr} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	<b>14,2</b>	<b>2,5</b>
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	<b>3,5</b>	<b>0,6</b>

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla  
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych  
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.8 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,0403	181
2	0,0529	276
3	0,0529	276
4	0,0755	456
0 - stan istniejący	0,0755	456

# Obliczenie stopniodni $S_d$

## Dane klimatyczne dla Raciborza

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

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna $\Theta_e$ [°C]	-0,1	-0,8	5,4	8,8	13,6	14,4	9,2	2,3	-0,5
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]	623	582	453	336	32	28	335	531	636
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	12	12	12	12	12	12	12	12	12
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	375	358	205	96	0	0	0	291	388

Dla przegród zewnętrznych  $S_d$  **3 555** dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 20$  °C  
 Dla przegród wewnętrznych  $S_d$  **1 713** dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 12$  °C

## Obliczenie stopniodni $S_d$

### Dane klimatyczne dla Raciborza

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

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna     Θ <sub>e</sub> [°C]	-1,6	4,5	4,6	8,9	15,3	16,4	8,4	4,6	0,6
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna     Θ <sub>int,H</sub> [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
(Θ <sub>int,H</sub> -Θ <sub>e</sub> )*Ld(m)             [dzień*K/m-c]	669,6	434	477,4	333	23,5	18	359,6	462	601,4
Temperatura wewnętrzna     Θ <sub>int,H</sub> [°C]	12	12	12	12	12	12	12	12	12
(Θ <sub>int,H</sub> -Θ <sub>e</sub> )*Ld(m)             [dzień*K/m-c]	421,6	210	229,4	93	0	0	0	222	353,4

Dla przegród zewnętrznych  $S_d$  **3 379** dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 20$  °C  
 Dla przegród wewnętrznych  $S_d$  **1 529** dzień\*K/rok przy  $\Theta_{int,H} = 12$  °C

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła **800,00 GJ**

Zmierzone zużycie ciepła w sezonie **433 GJ**

Stosunek:  $S_{d_{std}}/S_{d_{2016}}$  **1,052361**

Zmierzone zużycie ciepła przeliczone na warunki standardowego sezonu **455,67 GJ**

stan przed

stan po

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

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0,0	0,0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0,0	0,0	-
	$Q_{k,H}$	800,0	197,0	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0,0	0,0	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ biomasa	0,0	0,0	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0,0	0,0	GJ/rok

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

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0,0	0,0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0,0	3,0	-
	$Q_{k,W}$	45,5	8,1	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0,0	5,4	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0,0	5,4	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii  $U_{oze}$

roczne zapotrzebowanie na energię końcową co +cwu	$Q_k$	845,5	205,1	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	$U_{oze}$	0,00%	2,62%	%

ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTIMALNEGO			
*		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	800	197
	kWh/rok	222 222	54 722
	Koszty zł	36 364	12 397
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	45	8
	kWh/rok	12 633	2 237
	Koszty zł	2 067	410
Energia elektryczna - instalacja PV	GJ/rok	0	-33
	kWh/rok	0	-9 228
	Koszty zł	0	-5 075
<b>Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku</b>	GJ/rok	845	172
	kWh/rok	234 855	47 731
	Koszty zł	38 431	7 732
<b>Oszczędność energii końcowej</b>	%	-----	80%

	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	845	205	640
	kWh/rok	234 855	56 959	177 896
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	930	241	689
	kWh/rok	258 341	66 905	191 435
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO <sub>2</sub> /rok	80,08	12,84	67
	%			83,97%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	258,0935	0,0000	258,09
	%			100,00%

**OKREŚLENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO**Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla źródeł ciepła zgodnie z KOBIZE

jednostka	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
kg/GJ	94,72	56,10	74,10	0,00

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):**798,00 kg CO<sub>2</sub>/MWh** zgodnie z KOBIZE za rok 2017

Wskaźniki emisji TSP dla odbiorców końcowych pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

**0,062 kg /MWh** zgodnie z KOBIZE za rok 2017

**Pył TSP<sub>węgiel</sub>**      **1000\*A<sup>f</sup>**      **g/Mg**      zgodnie z „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW”

**Pył TSP<sub>gaz</sub>**      **0,0005**      **g/m<sup>3</sup>**      zgodnie z „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW”

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej na c.o.

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
CO <sub>2</sub>	94,72	800,0	75 776,0	56,10	197,0	11 051,7	64 724,3	85,42
	kg/Mg	Mg	Mg	g/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Mg	Mg	
pył PM10 z TSP	0,6960	35,09	0,244211	0,0003	5 261,75	0,0000018	0,2442087	100,00

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej na c.w.u.

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
pył PM10 z TSP		45,48		0,0432	2,24	0,0965	13,7865	99,30
CO <sub>2</sub>	94,72		4 307,8	798		1 785,1	2 522,6	58,56
	kg/Mg	Mg	Mg					
pył PM10 z TSP	0,6960	1,99	0,013883					

**Całkowity efekt ekologiczny**

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		efekt ekologiczny	
	Wielkość emisji		Wielkość emisji		Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/a		kg/a		kg/a	%
Pył PM 10	258,094		0,098		258,00	99,96
CO <sub>2</sub>	80 083,75		12 836,83		67 246,93	83,97



**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego przed modernizacją na potrzeby c.o.**

WO (wartość opałowa)

22,8 MJ/kg

ilość paliwa 35 087,72 kg

**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego przed modernizacją na potrzeby c.w.u.**

WO (wartość opałowa)

22,8 MJ/kg

ilość paliwa 1 994,68 kg

**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa gazowego po modernizacji na potrzeby c.o.**

WO (wartość opałowa)

48 MJ/kg

Średnia gęstość gazu

0,78 kg/m<sup>3</sup>

ilość paliwa 4 104,17 kg

ilość paliwa 5 261,75 m<sup>3</sup>

**Potwierdzenie wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie  
dla stanu istniejącego i wariantu optymalnego**

**Wyniki - Ogólne**

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	574,5	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1752,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	51715	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	23831	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	75546	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	75546	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	131,5	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	43,1	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	2058,9	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	455,99	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	126663	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	575	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1752,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	793,7	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	220,5	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	260,2	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	72,3	kWh/ (m <sup>3</sup> ·rok)

# Wyniki - Ogólne

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	574,5	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1752,3	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	16463	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	23831	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	40294	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	40294	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	70,1	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	23,0	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	2058,9	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	180,84	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	50234	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	575	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1752,3	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	314,8	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	87,4	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	103,2	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	28,7	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

<b>Analiza opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 10,08 kWp na potrzeby budynku</b>
--

energia elektryczna

**II. Założenia i dobór dla całego zakładu**

Zaprojektowano polikrystaliczne moduły fotowoltaiczne o mocy nominalnej 280 Wp - 36 sztuk.

Moc wyjściowa układu: **10,080 kW**

**Średnia ilość energii rocznie z instalacji PV: 9 228 kWh**

**III. ANALIZA FINANSOWA****Nakłady inwestycyjne  $N_U$** 

Koszt urządzeń, instalacji: 59 512,32 PLN (urządzenia wchodzące w skład instalacji + montaż)

**Koszt całkowity: 59 512,32 PLN**

**IV. ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI - okres 15 lat**

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: 5 075,25 PLN

**SPBT - prosty czas zwrotu nakładów 11,7 lat**

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Kalkulację kosztów wdrożenia rozwiązania opracowano na podstawie oferty firmy instalacyjnej elektrycznej.

Oferta obejmuje dostawę, montaż, pomiary elektryczne i uruchomienie. Podane kwoty są brutto.

**Korzyści pozafinansowe po zrealizowaniu modernizacji:**

Istotną korzyścią niefinansową, która pojawi się po zrealizowaniu modernizacji to ograniczenie emisji dwutlenku węgla i innych pierwiastków szkodliwych dla atmosfery. Modernizacja wpłynie korzystnie na ochronę środowiska.

**OKREŚLENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO - INSTALACJA PV**

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla źródeł ciepła zgodnie z KOBIZE

jednostka	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
kg/GJ	94,72	56,10	74,10	0,00

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

**798,00 kg CO<sub>2</sub>/MWh** zgodnie z KOBIZE za rok 2017

Wskaźniki emisji TSP dla odbiorców końcowych pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

**0,062 kg /MWh** zgodnie z KOBIZE za rok 2017

Wskaźniki emisji dla energii elektrycznej - instalacja PV

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10	0,0432	0,0	0,0000	0,0432	9,2	0,3982	-0,3982	0
CO <sub>2</sub>	798,00		0,0	798		7 363,73	-7 363,73	0

**Całkowity efekt ekologiczny**

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		efekt ekologiczny	
	Wielkość emisji		Wielkość emisji		Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/a		kg/a		kg/a	%
Pył PM 10	258,094		0,000		258,0935	100,00
CO <sub>2</sub>	80 083,752		5 473,09		74 610,66	93,17