



## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

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

Adres budynku	ulica: Słowackiego 6 kod: 47-420 powiat: raciborski województwo: śląskie	miejsowość Kuźnia Raciborska
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	<b>1.2. Rok budowy</b>	bd
<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 6 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		30

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> ]	1 970	1 970
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	345	345
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	345	345
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	345	345
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	energia elektryczna	energia elektryczna
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia węglowa	kotłownia węglowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,35	0,35
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m <sup>2</sup> K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,467	0,190
2.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	1,957	0,142
3.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	4,238	0,143
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,338	0,338
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,5 / 2,5	1,5 / 0,9
6.	Drzwi zewnętrzne	2,5	1,3
7.	Strop zewnętrzny	2,564	0,150
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,75	0,75
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
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 [-]	0,90	0,96
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
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/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	1 970	1 970
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	98,8	44,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,5	0,4
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	683	278
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 198	424

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	8	7
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok <sup>*)</sup> ]	-	-
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]	275	112
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	482	171
10 <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	0,00%
<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	45,5
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> ]	26,35	23,33
4.	Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	152,78	152,78
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)]	13,15	7,63
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]	348 688	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	64,3
Planowane koszty całkowite	348 688	Premia termomodernizacyjna	55 790
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	35 315		

- 1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku  
 $U_{oze}$  [%] 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

### **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)**

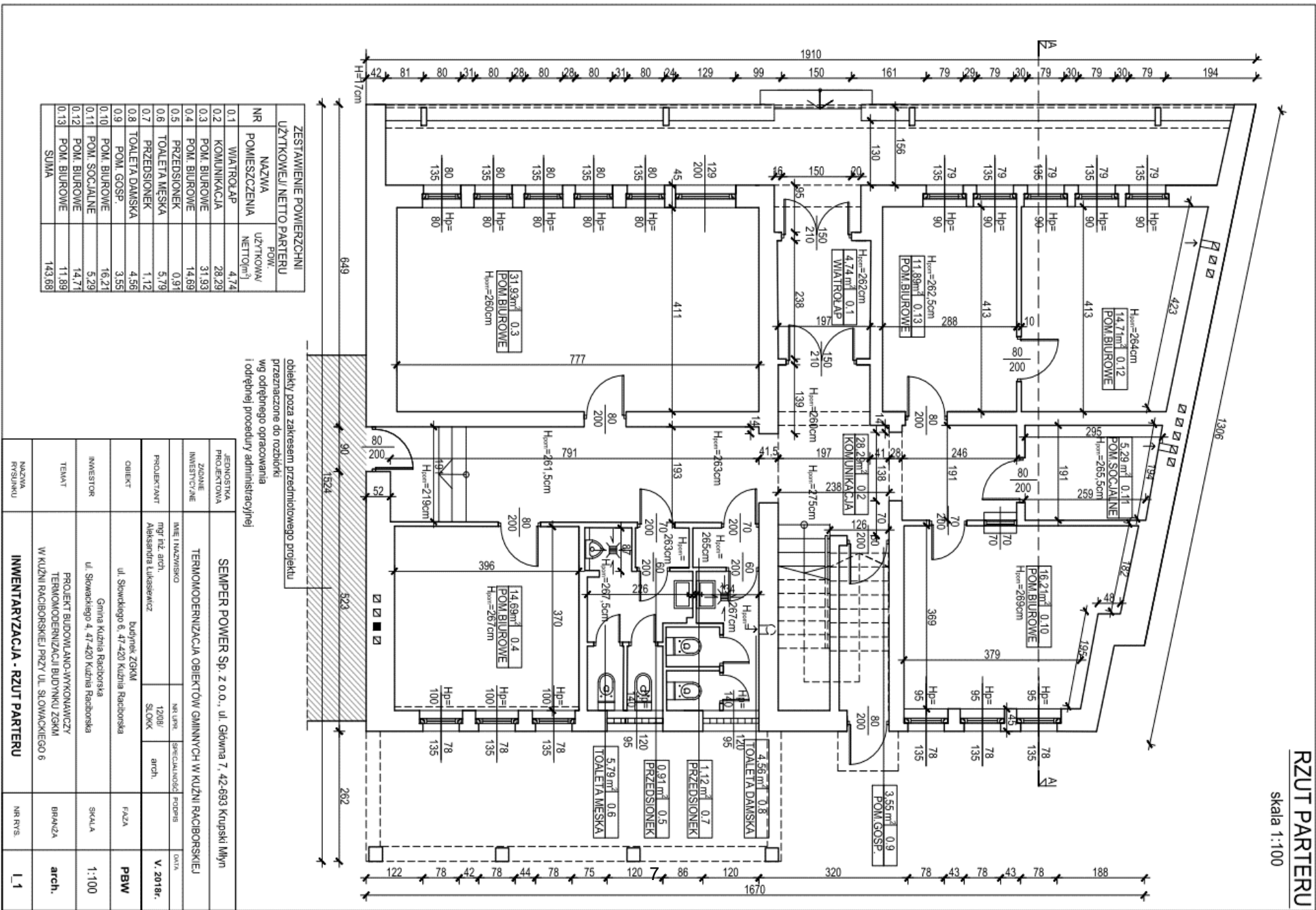
- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub na potrzeby aplikacji o środki z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego lub Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - ocieplenie ścian zewnętrznych oraz fundamentów,
  - ocieplenie stropodachu oraz stropu zewnętrznego nad parterem,
  - wymiana okien drewnianych,
  - wymiana drzwi zewnętrznych,
  - modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej,
  - modernizacja systemu grzewczego polegająca na wymianie starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych.
  - 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		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> ]	246	8	Budynek podpiwniczony	nie	
2	Kubatura budynku	[m <sup>3</sup> ]	1 970	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, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m <sup>3</sup> ]	1 970	10	Liczba kondygnacji	2	
4	Powierzchnia użytkowa	[m <sup>2</sup> ]	345	11	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,65	
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> ]	345				



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

Przedmiotowy budynek pełniący obecnie funkcję biurową Zakładu Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej zlokalizowany jest w północnej części nieruchomości. W części południowej znajduje się nawierzchnia utwardzona z kostki brukowej obejmująca dojścia, dojazdy i miejsca postojowe.

Obiekt o dwóch kondygnacjach nadziemnych, bez podpiwniczenia, parter na rzucie zbliżonym do prostokąta, piętro w kształcie litery L z wystającą częścią na słupach tworzącą podcień od strony podwórza. Zarówno część niższa nad pomieszczeniami biurowymi jak i wyższa nad salą konferencyjną przekryte dachem płaskim, jednospadowym, krytym papą.

Okna w budynku aluminiowe, o niskim stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na  **$U=1,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** . Część drewnianych okien starych, przeznaczonych do wymiany.

Drzwi wejściowe w złym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na  **$U=2,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

#### **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	461,4	406,8	1,467	47,2	1,5	7,4	2,5
2	Stropodach	226,1	226,1	1,957				
3	Strop zewnętrzny	51,4	51,4	0,904				
4	Podłoga na gruncie	245,0	245,0	0,338				



#### 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]	99
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	0,5
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	683
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 198
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 z kotłowni węglowej w odrębnym 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	Płytkowe, stalowe.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostacyjne	Brak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiornicze typu otwartego
8.	Odpowietrzenie	Odpowietrzniki indywidualne
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 16
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Cześciowa wymiana grzejników

#### 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 indywidualnie poprzez pojemnościowe podgrzewacze elektryczne
2.	Piony i ich izolacja	Brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny dla całego budynku
4.	Zbiornik akumulacyjny	Pojemnościowe podgrzewacze elektryczne

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

Ogrzewanie z kotłowni węglowej zlokalizowanej w odrębnym 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	1 970

## 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	1,47	0,20
strop zewnętrzny	2,56	0,45
stropodach	1,96	0,15
stropodach	4,24	0,15
podłoga na gruncie	0,34	0,30

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	2,5	1,3
okno	1,5 / 2,5	1,5 / 0,9

### 5.3 System grzewczy

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

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana poprzez 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>Okna drewniane</u></b> są nieszczelne w średnim stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku $U$ nie większym niż 0,9 W/m <sup>2</sup> K.
3	<b><u>Drzwi zewnętrzne</u></b> są nieszczelne w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U$ [W/m <sup>2</sup> K]	Pożądana wymiana drzwi zewnętrznych na bardziej szczelne o współczynniku $U$ nie większym niż 1,3 W/m <sup>2</sup> K.
4	<b><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></b> Instalacja c.w.u. zasilana energią elektryczną	Zastosowanie nowych podgrzewaczy elektrycznych
5	<b><u>System grzewczy</u></b> Kotłownia węglowa zlokalizowana w odrębnym budynku. Instalacja typu tradycyjnego. Ogólnie średni stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Wymiana starych grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych.

**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 wełny mineralnej.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropodachu wełną mineralną (styropapa).
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop piwnicy	Ocieplenie stropu zewnętrznego nad parterem wełną mineralną
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna	Wymiana okien drewnianych
6.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Zastosowanie nowych podgrzewaczy elektrycznych
7.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wymiana starych grzejników wraz z montażem 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 oraz fundamentów
		Ocieplenie stropodachu oraz stropu zewnętrznego nad parterem
		Wymiana okien drewnianych
		Wymiana drzwi zewnętrznych
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Zastosowanie nowych podgrzewaczy elektrycznych

## 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, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 555	3 555	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	0	0	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	45	45	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 = 406,8 m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub> = 461,4 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściana z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,035 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		0,16	0,18	0,2
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m <sup>2</sup> K	1,467	0,190	0,172	0,156
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	183,3	23,8	21,5	19,5
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	0,0239	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>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		7 250	7 355	7 445
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		419	429	439
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		193 125	197 739	202 353
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		26,6	26,9	27,2
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysów inwestorskich						
1. Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej wraz z dociepleniem ścian fundamentowych				25 647,61 zł		
Wybrany wariant: 1		Koszt :		193 125 zł		SPBT= 26,6 lat



7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A</b> =    152,2    m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A<sub>kosz</sub></b> =    152,2    m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu z użyciem wełny mineralnej						
o współczynnika przewodzenia ciepła λ=    0,040    W/m*K . 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≤0,15 W/m <sup>2</sup> K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;    g=	m		0,27	0,28	0,29
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m <sup>2</sup> K	4,238	0,143	0,138	0,134
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	198,1	6,7	6,5	6,2
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	0,0258	0,0009	0,0008	0,0008
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		8 700	8 709	8 723
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		385	395	405
7	Koszt realizacji usprawnienia    N <sub>U</sub>	zł		58 662	60 184	61 706
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		6,7	6,9	7,1
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysów inwestorskich						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		58 662 zł	SPBT=            6,7 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A</b> =      73,9      m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A<sub>kosz</sub></b> =      73,9      m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,039 W/m*K . 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≤0,15 W/m²K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,26	0,27	0,28
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m²·K	1,957	0,139	0,135	0,130
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	44,4	3,2	3,1	3,0
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	0,0058	0,0004	0,0004	0,0004
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		1 873	1 877	1 882
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m²		385	395	405
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		28 483	29 222	29 961
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		15,2	15,6	15,9
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg kosztorysów inwestorskich						
Wybrany wariant: 1		Koszt :	28 483 zł	SPBT=	15,2 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop zewnętrzny		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	51,4 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub>	=	51,4 m <sup>2</sup>
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,22	0,24	0,26
2	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m <sup>2</sup> K	2,564	0,150	0,138	0,128
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	40,5	2,4	2,2	2,0
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0053	0,0003	0,0003	0,0003
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$ $= (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 732	1 741	1 750
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		135	145	155
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		6 937	7 452	7 966
8	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		4,0	4,3	4,6
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysów inwestorskich						
Wybrany wariant: 1		Koszt :		6 937 zł	SPBT=	
					4,0 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
<div>Dane:    powierzchnia okien    </div>					

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi zewnętrznych	
<div>Dane:   powierzchnia drzwi<div><div><math>A_{dz} = 7,38 \text{ m}^2</math></div><div><math>V_{nom} = \Psi = 1\,970 \text{ m}^3/\text{h}</math></div><div><math>V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m</math></div></div><div>Opis wariantów usprawnienia<div><math>V_{went} = 1\,970 \text{ m}^3</math></div></div></div> <div><div>Usprawnienie obejmuje wymianę 2 szt. drzwi zewnętrznych istniejących na nowe, o lepszych współczynnikach U</div><div>wariant 1 : drzwi o współczynniku<div><math>U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math></div></div></div>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	
1	Współczynnik przenikania drzwi <div><math>U</math></div>	W/m <sup>2</sup> K	2,5	1,3	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1,1	1,00	
		$C_m$	1,2	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$	GJ/a	2,7	1,4	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	109,1	99,2	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	111,8	100,6	
6	$10^{-6} \cdot A_{dz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00059	0,00031	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,01286	0,01072	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,01345	0,01103	
9	Roczna oszczędność kosztów <div><math>\Delta O_{ru}</math> <math>= (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m</math></div>	zł/rok		509,1	
10	Koszt jednostkowy drzwi $N_{dz}$	zł		1 200	
11	Koszt wymiany drzwi $N_{dz}$	zł		6 090	
12	$SPBT = (N_{dz}) / \Delta O_{ru}$	lata		12,0	
Podstawa przyjętych wartości $N_U$					
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg kosztorysów inwestorskich					
Wybrany wariant: 1		Koszt:	6 090 zł	SPBT=	12,0 lat

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

Dane:  $Q_{ocw} = 8 \text{ GJ}$   $q_{ocw} = 0,0005 \text{ MW}$

**Opis:**

Modernizacja polega na zastosowaniu nowych elektrycznych pojemnościowych podgrzewaczy

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

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cw\acute{s}r}$	MW	0,0005	0,0004
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	8	7
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	1 162	1 029
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	1 162	1 029
7	Różnica	zł/a		133
8	Koszt	zł		1 534
9	SPBT	lat		11,52

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

Przyjęte koszty na podstawie kosztorysu inwestorskiego

<b>KOSZT</b>	<b>1 534 zł</b>	<b>SPBT</b>	<b>11,5 lat</b>
--------------	-----------------	-------------	-----------------

7.2.8. 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.	51 556	7,2
2	Wymiana okien drewniany	2 301	0,6
3	Ocieplenie stropu zewnętrznego	6 937	4,0
4	Ocieplenie stropodachu	87 145	8,2
5	Modernizacja instalacji c.w.u.	1 534	11,5
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	6 090	12,0
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych	193 125	26,6

\*- 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:  $Q_{0co} = 683 \text{ GJ/a}$

#### 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

**Ze względu na fakt, że kotłownia stanowi źródło ciepła zaopatrującej więcej niż jeden budynek, analiza techniczno - ekonomiczno planowanego przedsięwzięcia będzie przedmiotem powiązanego audytu energetycznego dla lokalnego źródła ciepła, zlokalizowanym poza zaopatrywanym przez to źródło budynkiem.**

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Modernizacja przewodów		39 156	39 156
2	Montaż nowych grzejników	20	500	10 000
3	Montaż zaworów termostatycznych	20	120	2 400
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>51 556</b>

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	kotłownia węglowa	kotłownia węglowa
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,75$	$\eta_g = 0,75$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,80$	$\eta_d = 0,80$
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	$\eta = 0,46$	$\eta = 0,53$
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	kotłownia węglowa
sprawność przesyłu $\eta_d$	przewody w obrębie kotłowni nieizolowane	przewody w obrębie kotłowni nieizolowane
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	0,0988	0,0988
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	683	683
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,46</b>	<b>0,53</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>1 198</b>	<b>1 040</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	54 455	47 273
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>54 455</b>	<b>47 273</b>
11	Różnica	zł/rok		7 182
12	Koszt	zł		<b>51 556</b>
13	SPBT	lat		<b>7,18</b>

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

##### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X	X	X
2	Wymiana okien drewniany	X	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie stropu zewnętrznego	X	X	X	X	X		
4	Ocieplenie stropodachu	X	X	X	X			
5	Modernizacja instalacji c.w.u.	X	X	X				
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X					
7	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+5+6+7	348 688	348 688
2	1+2+3+4+5+6	155 562	155 562
3	1+2+3+4+5	149 472	149 472
4	1+2+3+4	147 939	147 939
5	1+2+3	60 794	60 794
6	1+2	53 856	53 856
7	1	51 556	51 556

#### 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	0,0446	278	0,530	0,95	424	19 273	0,0004	7	1 029	0,0450	431	20 301	775	35 315
2	0,0685	456	0,530	0,95	695	31 591	0,0004	7	1 029	0,0689	702	32 619	504	22 997
3	0,0689	459	0,530	0,95	700	31 818	0,0004	7	1 029	0,0693	707	32 847	499	22 769
4	0,0689	459	0,530	0,95	700	31 818	0,0005	8	1 162	0,0693	708	32 980	498	22 636
5	0,0985	681	0,530	0,95	1 037	47 136	0,0005	8	1 162	0,0990	1 045	48 298	161	7 318
6	0,0985	681	0,530	0,95	1 037	47 136	0,0005	8	1 162	0,0990	1 045	48 298	161	7 318
7	0,0988	683	0,530	0,95	1 040	47 273	0,0005	8	1 162	0,0992	1 048	48 434	158	7 182
0-stan istniejący	0,0988	683	0,460	0,95	1 198	54 455	0,0005	8	1 162	0,0992	1 206	55 616		

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:

$\eta_g$	$\eta_d$	$\eta_e$	$\eta_s$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,75	0,80	0,88	1,00	<b>0,53</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. Wymiana okien drewniany Ocieplenie stropu zewnętrznego	348 688	35 315	64,3%	0	0,0%	69 738	55 790	70 630
	Ocieplenie stropodachu Modernizacja instalacji c.w.u. Wymiana drzwi zewnętrznych Ocieplenie ścian zewnętrznych				348 688	100%			
2	Modernizacja instalacji c.o. Wymiana okien drewniany Ocieplenie stropu zewnętrznego	155 562	22 997	41,8%	0	0,0%	31 112	24 890	45 993
	Ocieplenie stropodachu Modernizacja instalacji c.w.u. Wymiana drzwi zewnętrznych				155 562	100%			
3	Modernizacja instalacji c.o. Wymiana okien drewniany Ocieplenie stropu zewnętrznego	149 472	22 769	41,4%	0	0,0%	29 894	23 916	45 539
	Ocieplenie stropodachu Modernizacja instalacji c.w.u.				149 472	100%			
4	Modernizacja instalacji c.o. Wymiana okien drewniany Ocieplenie stropu zewnętrznego	147 939	22 636	41,3%	0	0,0%	29 588	23 670	45 273
	Ocieplenie stropodachu				147 939	100%			
5	Modernizacja instalacji c.o. Wymiana okien drewniany Ocieplenie stropu zewnętrznego	60 794	7 318	13,4%	0	0,0%	12 159	9 727	14 636
					60 794	100%			
6	Modernizacja instalacji c.o. Wymiana okien drewniany	53 856	7 318	13,4%	0	0,0%	10 771	8 617	14 636
					53 856	100%			
7	Modernizacja instalacji c.o.	51 556	7 182	13,1%	0	0,0%	10 311	8 249	14 364
					51 556	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 **variant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja instalacji c.o. .
- modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej polegająca na zastosowaniu elektrycznych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej
- ocieplenie ścian zewnętrznych oraz fundamentów,
- ocieplenie stropodachu,
- wymiana drewnianych okien,
- wymiana drzwi zewnętrznych,
- ocieplenie stropu zewnętrznego nad parterem.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 64,3% 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:

- montaż grzejników 20 szt
- montaż zaworów termostatycznych 20 szt

2. Zastosowanie nowego podgrzewacza elektrycznego na potrzeby ciepłej wody użytkowej

3. Ocieplenie stropodachu warstwą wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,039$  i  $0,040 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 26 i 27 cm.

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 16 cm, wykończenie tynkiem. **Jako dodatkowe prace należy uwzględnić ocieplenie fundamentów wraz z wykonaniem hydroizolacji.**

5. Wymianę istniejących okien drewnianych na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  wraz z montażem nawiewników higrosterowanych.

6. Ocieplenie stropu zewnętrznego warstwą wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 22 cm.

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

8. Dodatkowo zaprojektowano instalację ogniw fotowoltaicznych na potrzeby zużycia energii elektrycznej dla całego budynku o mocy 8,4 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.	-	-	51 556
2	Wymiana okien drewniany	3	728	2 301
3	Ocieplenie stropu zewnętrznego	51	135	6 937
4	Ocieplenie stropodachu	226	385	87 145
5	Modernizacja instalacji c.w.u.	-	-	1 534
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	7,38	825	6 090
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych	461	419	193 125
8	Wykonanie izolacji poziomej ścian fundamentowych wraz z remontem ścian piwnicznych	-	-	25 648
9	Montaż instalacji ogniw fotowoltaicznych	-	-	49 594
			<b>SUMA</b>	<b>423 929</b>

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

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>423 929 zł</b>
Możliwe dofinansowanie z Regionalnego Programu Operacyjnego	85%	<b>360 339 zł</b>
Wkład własny	15%	<b>63 589 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (bez dofinansowania)		<b>12,0 lat</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (z dofinansowaniem z RPO)		<b>1,8 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 kotłowni węglowej zlokalizowanej w odrębnym budynku
- po modernizacji - budynek zasilany z kotłowni węglowej zlokalizowanej w odrębnym budynku

#### **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	36,95	45,45
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>36,95</b>	<b>45,45</b>

### Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby cwu

Założenia:

- przed modernizacją - cwu przygotowywana poprzez energię elektryczną
- po modernizacji - cwu przygotowywana poprzez energię elektryczną

#### **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	124,21	152,78
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>124,21</b>	<b>152,78</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	124,21	152,78
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>124,21</b>	<b>152,78</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	cegła pełna	0,380	0,770	0,494	1,467
	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			0,682	
Dach górny	papa	0,002	0,180	0,011	1,957
	drewno	0,020	0,300	0,067	
	warstwa powietrza			0,160	
	drewno	0,040	0,300	0,133	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>i</sub>			0,100	
	R <sub>e</sub>			0,040	
	razem			0,511	
Dach dolny	papa	0,002	0,180	0,011	4,238
	gładź cementowa	0,020	1,400	0,014	
	strop instniejący	0,120	1,700	0,071	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>i</sub>			0,100	
	R <sub>e</sub>			0,040	
	razem			0,236	
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	posadzka	0,010	1,300	0,008	0,338
	beton chudy	0,100	1,050	0,095	
	piasek	0,500	0,400	1,250	
				0,000	
				0,000	
	R <sub>g</sub>			1,608	
	razem			2,961	

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	cegła pełna	0,380	0,770	0,494	0,190
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	styropian	0,160	0,035	4,571	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,130	
				R <sub>se</sub> 0,040	
				razem 5,253	
Dach górny	papa	0,002	0,180	0,011	0,142
	drewno	0,020	0,300	0,067	
	wełna mineralna	0,260	0,039	6,667	
	drewno	0,040	0,300	0,133	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>i</sub> 0,100	
				R <sub>e</sub> 0,040	
Dach dolny	papa	0,002	0,180	0,011	0,143
	gładź cementowa	0,020	1,400	0,014	
	strop instniejący	0,120	1,700	0,071	
	wełna mineralna	0,270	0,040	6,750	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>i</sub> 0,100	
				R <sub>e</sub> 0,040	
Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych				razem 6,986	0,338
	posadzka	0,010	1,300	0,008	
	beton chudy	0,100	1,050	0,095	
	piasek	0,500	0,400	1,250	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>g</sub> 1,608	
				razem 2,961	

## 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 ZGKM	1 970	1	1 970
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>			<b>1 970</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 ZGKM	<b>C<sub>r</sub> * C<sub>w</sub> * V<sub>nom</sub></b>	<b>1 970</b>	<b>1 970</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>4 137</b>	<b>3 940</b>	m <sup>3</sup> /h

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

Budynek ZGKM	<b>C<sub>m</sub> * V * 0,5</b>	<b>985</b>	<b>985</b>	m <sup>3</sup> /h
Razem		<b>985</b>	<b>985</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·dK)	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)	0,35	0,35
powierzchnia ogrzewana $A_f$	m <sup>2</sup>	345	345
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 $k_R$	-	0,70	0,70
liczba dni w roku $t_R$	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	<b>1 616</b>	<b>1 616</b>
Energia z kolektorów słonecznych - zysk solarny c.w.u.	kWh/a	0	0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,90	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	1	1
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	0,85	0,90
sprawność całkowita $\eta_{wtot}$	-	<b>0,77</b>	<b>0,86</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	<b>2 112</b>	<b>1 870</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	<b>7,6</b>	<b>6,7</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 $q_{dśr} = A_f \cdot V_{cw} / 1001$	m <sup>3</sup> /d	0,121	0,121
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{hśr} = q_{dśr} / 18$	m <sup>3</sup> /h	0,007	0,007
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 $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) / (10^6 \cdot \eta_{wtot})$	GJ/m <sup>3</sup>	0,246	0,218
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	<b>1,9</b>	<b>1,7</b>
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	<b>0,5</b>	<b>0,4</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	0,0446	278
2	0,0685	456
3	0,0689	459
4	0,0689	459
5	0,0985	681
6	0,0985	681
7	0,0988	683
0 - stan istniejący	0,0988	683

# 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

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	-
	$Q_{k,H}$	1198,0	424,0	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	0,0	-
	$Q_{k,W}$	7,6	6,7	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0,0	0,0	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0,0	0,0	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii  $U_{oze}$

roczne zapotrzebowanie na energię końcową co +cwu	$Q_k$	1 205,6	430,7	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	$U_{oze}$	0,00%	0,00%	%

ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTIMALNEGO			
*		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	1 198	424
	kWh/rok	332 778	117 778
	Koszty zł	54 455	19 273
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	8	7
	kWh/rok	2 112	1 870
	Koszty zł	1 162	1 029
Energia elektryczna - instalacja PV	GJ/rok	0	-28
	kWh/rok	0	-7 690
	Koszty zł	0	-4 229
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku	GJ/rok	1 206	403
	kWh/rok	334 890	111 958
	Koszty zł	55 616	16 072
Oszczędność energii końcowej	%	-----	67%



	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	1 206	431	775
	kWh/rok	334 890	119 648	215 242
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	1 341	487	854
	kWh/rok	372 392	135 166	237 226
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO <sub>2</sub> /rok	115,16	41,65	74
	%			63,83%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	365,7964	129,5123	236,28
	%			64,59%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	0,0000	0,0000	0,00
	%			0,00%

**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”

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	1 198,0	113 474,6	94,72	424,0	40 161,3	73 313,3	64,61
	kg/Mg	Mg	Mg	kg/Mg	Mg	Mg		
pył PM10 z TSP	0,6960	52,54	0,365705	0,6960	18,60	0,1294316	0,2362737	64,61

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/MWh	MWh	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10 z TSP	0,0432	2,1	0,0911	0,0432	1,9	0,0807	0,0104	11,46
CO <sub>2</sub>	798,00		1 685,4	798		1 492,3	193,1	11,46

**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	365,796		129,512		236,28	64,59
CO <sub>2</sub>	115 159,94		41 653,54		73 506,40	63,83

**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego przed modernizacją**

WO (wartość opałowa)

22,8 MJ/kg

ilość paliwa 52 543,86 kg

**Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego po modernizacji**

WO (wartość opałowa)

22,8 MJ/kg

ilość paliwa 18 596,49 kg

**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 $A_H$ :	345,1	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1970,0	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	67942	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30811	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	98753	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	98753	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	286,2	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	50,1	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 $V_{v,H}$ :	2314,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	682,51	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	189586	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	345	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1970,0	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	1977,8	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	549,4	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	346,5	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	96,2	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 $A_H$ :	345,1	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1970,0	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	13770	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	30811	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	44581	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	44581	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	129,2	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	22,6	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 $V_{v,H}$ :	2314,8	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	278,42	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	77340	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	345	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1970,0	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	806,8	MJ/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	224,1	kWh/ (m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	141,3	MJ/ (m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	39,3	kWh/ (m <sup>3</sup> ·rok)

<b>Analiza opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 8,4 kWp na potrzeby budynku</b>
--

energia elektryczna

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

Zaprojektowano polikrystaliczne moduły fotowoltaiczne o mocy nominalnej 280 Wp - 30 sztuk.

Moc wyjściowa układu: **8,400 kW**

**Średnia ilość energii rocznie z instalacji PV: 7 690 kWh**

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

Koszt urządzeń, instalacji: 49 593,60 PLN (urządzenia wchodzące w skład instalacji + montaż)

**Koszt całkowity: 49 593,60 PLN**

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

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: 4 229,38 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

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

**0,062 kg /MWh** zgodnie z KOBIZE

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	7,7	0,3318	-0,3318	0
CO <sub>2</sub>	798,00		0,0	798		6 136,44	-6 136,44	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	365,796		129,180		236,6160	64,69
CO <sub>2</sub>	115 159,936		35 517,10		79 642,84	69,16