

**RB Services sp. z o. o. sp. k.**  
ul. Mazowiecka 25  
30-019 Kraków  
Tel.: 12 442 20 00  
[e-mail: rbservices@rbservices.pl](mailto:rbservices@rbservices.pl)  
[www.rbservices.pl](http://www.rbservices.pl)

## **AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji  
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008  
Biblioteki Głównej Uniwersytetu Opolskiego**

Adres budynku	ulica: Strzelców Bytomskich 2 kod: 45-084 miejscowość: Opole powiat: m. Opole województwo: opolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Robert Wielgosz tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 10/12/2015/P4P

**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>
			1980
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)		<b>1.4. Adres budynku</b> ul. Strzelców Bytomskich 2 kod 45-084 Opole powiat m. Opole woj. opolskie	
		Uniwersytet Opolski ul. pl. Kopernika 11a kod 45-040 Opole	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b>  RB Services Sp. z o. o. Sp. K. REGON: 120813380 ul. Mazowiecka 25, 30-019 Kraków			
<b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>  mgr inż Robert Wielgosz, PESEL: 75092901757 UPR. nr MI/ŚE/1606/2009  <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	Robert Wielgosz		Inwentaryzacja, dobór i obliczenia
2			
3			
4			
<b>5. Miejscowość</b>		<b>Data wykonania opracowania</b>	
Kraków		30.12.2015	
<b>6. Spis treści</b>			
1.	Strona tytułowa	2	
2.	Karta audytu energetycznego	3	
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku	6	
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	7	
5.	Ocena stanu technicznego budynku	11	
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	13	
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	14	
8.	Opis wariantu optymalnego	28	

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

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	część żelbetowa, część elementy aluminiowe	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	10 449	10 449
4.	Powierzchnia budynku użytkowa [m <sup>2</sup> ]	5 170	5 170
5.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m <sup>2</sup> ]	2 468	2 468
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	2 468	2 468
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	300	300
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	bojler elektryczny	bojler elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	węzeł cieplny	węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,45	0,45
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m <sup>2</sup> K]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,516	0,190
2.	Ściany zewnętrzne aluminiowa	5,872	0,194
3.	Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,473	0,141
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,464	0,464
5.	Okna	2,6	0,9
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	5,1	1,3
7.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,93	0,93
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 [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna/mechaniczna	naturalna/mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	4 901	4 901
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,72	0,72
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	443,8	245,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	13,1	13,1
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 105	650
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	3 693	835

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	129	129
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	118,47	36,61
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	207,84	46,99
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 3) [zł/GJ]	48,4	13,0
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	12 082	12 082
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	12,32	12,32
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	12 082	12 082
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	8,20	2,57
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0	0
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 836 543	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	74,8
Planowane koszty całkowite	2 295 678	Premia termomodernizacyjna	333 929
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	166 965		

1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

2)  $U_{oze}$  [%] obliczamy zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody

3) Opłata zmienna związana jest z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

Dodatkowa wymagania inwestora				
Wskaźnik rezultatu POIŚ - nazwa	Jednostka	Wartość bazowa (przed modernizacją)	Wartość docelowa (po modernizacji)	Efekt (w wyniku termomodernizacji)
Zmniejszenie zużycia energii końcowej w budynku	GJ/rok	3822	964	2858
Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem budynku	Tony ekwiwalent u CO <sub>2</sub> /rok	378	112	265
Zwiększenie ilości energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym w budynku	GJ/rok	0	0	0
Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku	MWh/rok	1396	437	959
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej	MWh/rok	1,74	1,74	0,00
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej	GJ/rok	3822	964	2 858

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

Projekt budowlany budynku  
Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji budynku

#### 3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- \* Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz.1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.
- \* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- \* Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- \* Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- \* Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- \* Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

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

#### 3.3. Osoby udzielające informacji

- Pan Kierownik - mgr inż. Włodzimierz Cichy

#### 3.4. Data wizji lokalnej

15.12.2015

#### 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 Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - Modernizację instalacji centralnego ogrzewania w kilku rozpatrywanych wariantach:
    - automatyka węzła cieplnego
    - modernizacja instalacji c.o. polegająca na wymianie grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych
    - zastosowaniu systemu indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń
  - Remont istniejącej wentylacji mechanicznej poprzez wyminę central z zastosowaniem
  - odzysku ciepła z pomieszczeń, wymiana sterowania central, wymiana czynnika, czyszczeniem istniejących kanałów wentylacyjnych wraz z systemem zarządzania energią
  - Ocieplenie ścian zewnętrznych
  - Ocieplenie dachu budynku
  - Wymiana okien

#### 3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	459 136	zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	1 836 543	zł

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	prywatna X	spółdzielcza	komunalna
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
<b>Adres</b>	Strzelców Bytomskich 2, Opole		
<b>Budynek</b>	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1980		Rok zasiedlenia		1980	
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	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:	część żelbetowa, część elementy aluminiowe					
1	Powierzchnia zabudowana [m <sup>2</sup> ]	1263	10	Budynek podpiwniczony	tak		
2	Kubatura całkowita budynku [m <sup>3</sup> ]	25200	11	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> ]	10449	12	Liczba kondygnacji	4		
4	Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	5170	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,0		
5	Powierzchnia korytarzy +klatek [m <sup>2</sup> ]	444	14	Liczba pracowników	300		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	0					
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ]	0	15	Liczba mieszkań	0		
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	0	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0		
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [m <sup>2</sup> ]	2468	17	Liczba mieszkań z WC osobno	0		

1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

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

Budynek jest częściowo podpiwniczony, czterokondygnacyjny, wykonany w technologii żelbetowej i gotowych elementów aluminiowych, fundamenty murowane z kamienia i cegły.

Dach płaski o konstrukcji żelbetowej, docieplony warstwą wełny mineralnej o grubości 10 cm.

Stropy żelbetowe.

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

Drzwi wejściowe w złym stanie technicznym, o współczynniku przenikania  $U=5,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .

#### *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 $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. $\text{m}^2$	U okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi $\text{m}^2$	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. bram $\text{m}^2$	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1	Ściana zewnętrzna	1641,2	1462,3	0,516	162,7	2,6	16,3	5,1	0,0	5,1
2	Ściana zewnętrzna aluminiowa	893,0	394,4	5,872	498,6	2,6				
3	Dach	1746,2	1746,2	0,473						
4	Strop piwnicy	723,9	723,9	1,849						



#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	582
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ( $q_{sr}$ )	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	443,8
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	13,1
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	2 105
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	3 693
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	12 082,1
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	48,4
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło pobierane z systemu ciepłowniczego, węzeł cieplny
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych. Przewody nieizolowane. Ogólnie zły stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	żeberkowe oraz typu favier
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	brak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiornicze typu otwartego
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Brak

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

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,93
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 $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,57
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$W_t$	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$W_d$	1,00

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

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

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

Węzeł ciepły zmodernizowany o mocy zamówionej 582 kW

**4.h. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	4 901

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sup>1)</sup> [W/m <sup>2</sup> *K]
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	0,516 / 5,872	0,20
strop nad ostatnią kondygnacją	0,473	0,15

1) Wymagania wg Warunków Technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie obowiązujące od 1 stycznia 2021 roku

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,6	1,3
okno	5,1	0,9

### 5.3 System grzewczy

Instalacja wewnętrzna centralnego ogrzewania w złym stanie technicznym, z grzejnikami żeberkowymi i fawier bez możliwości regulacji miejscowej za pomocą zaworów termostatycznych. Przewody niezaizolowane. Instalacja zabezpieczona otwartym naczyniem wzbiornym oraz siecią odpowietrzającą. Węzeł cieplny zmodernizowany.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana lokalnie za pomocą bojlerów elektrycznych

### 5.5 Wentylacja

Wentylacja mechaniczna i naturalna, w większości pomieszczeń wentylacja realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. 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</u></b> są nieszczelne w złym 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>Wentylacja.</u></b> System wentylacji naturalnej i mechanicznej.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez remont istniejącej wentylacji mechanicznej poprzez wymianę central z zastosowaniem odzysku ciepła z pomieszczeń, wymiana sterowania central, wymiana czynnika, czyszczeniem istniejących kanałów wentylacyjnych wraz z systemem zarządzania energią
4	<b><u>System grzewczy</u></b> Węzeł cieplny. Instalacja typu tradycyjnego o regulacji centralnej bez miejscowej. Grzejniki żeberkowe i fawier. Zły stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Konieczna wymiana starych grzejników na nowe konwekcyjne o wyższej sprawności wraz z przewodami. Możliwość zastosowania automatyki źródła ciepła oraz systemu indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń i wprowadzenie systemu zarządzania energią.

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

<b>L.p.</b> <b>1</b>	<b>Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć</b> <b>2</b>	<b>Sposób realizacji</b> <b>3</b>
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop ostatniej kondygnacji	Docieplenie stropu ostatniej kondygnacji i dachu - położenie na istniejącej konstrukcji izolacji termicznej (wełny mineralnej). Docieplenie ścian zewnętrznych - docieplenie styropianem.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien oraz zastosowanie odzysku ciepła z systemem chłodzenia pomieszczeń (klimatyzacją)
3.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wymiana instalacji c.o. wraz z montażem zaworów termostatycznych. Automatyka źródła ciepła zastosowanie systemu indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń i wprowadzenie systemu zarządzania energią.

## 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	Docieplenie stropu ostatniej kondygnacji i dachu
		Docieplenie ścian zewnętrznych
		Wymiana okien oraz remont istniejącej wentylacji mechanicznej poprzez wymianę central z zastosowaniem odzysku ciepła z pomieszczeń, wymiana sterowania central, wymiana czynnika, czyszczeniem istniejących kanałów wentylacyjnych wraz z systemem zarządzania energią

## 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	jedn.
$t_{wo}$ , lokale mieszkalne	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{wo}$ , klatka schodowa	8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{piw}$	8,9	8,9	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 488	3 488	dzień K'a
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 8^{\circ}\text{C}$	922	922	
Sd dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	977	977	
$O_{0m}$ , $O_{1m}$	12 082	12 082	zł/(MW·mc)
$O_{0z}$ , $O_{1z}$	48	48	zł/GJ
$A_{b0}$ , $A_{b1}$	0,00	0,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
<b>Dane:</b>				<b>A</b>	=	1462,3 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania strat				<b>A<sub>kosz</sub></b>	=	1641,2 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,036 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,20 W/m <sup>2</sup> K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12	0,14
2	Współczynnik U <sub>c</sub> przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m <sup>2</sup> K	0,516	0,212	0,190	0,172
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	227,6	93,5	83,6	75,7
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	0,0302	0,0124	0,0111	0,0100
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		9 066	9 734	10 275
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		160	180	200
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		262 598	295 423	328 248
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		29,0	30,3	31,9
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A <sub>koszt</sub> )						
<b>Wybrany wariant : 2</b>		<b>Koszt :</b>		<b>295 423 zł</b>	<b>SPBT= 30,3 lat</b>	



7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna aluminiowa		
Dane:				A	=	394,4 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A <sub>kosz</sub>	=	893,0 m <sup>2</sup>
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,036 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,20 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	5,872	0,217	0,194	0,175
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	698,0	25,8	23,0	20,8
4	q <sub>oU</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A*(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )*U <sub>C</sub>	MW	0,0926	0,0034	0,0031	0,0028
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		45 443	45 622	45 772
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		160	180	200
7	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		142 880	160 740	178 600
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		3,1	3,5	3,9
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A <sub>koszt</sub> )						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		160 740 zł	SPBT= 3,5 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> = 1746,2    m <sup>2</sup> <b>A<sub>kosz</sub></b> = 1746,2    m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>  Przewiduje się docieplenie stropu nad ostatnia kondygnacją warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=            0,036    W/m*K . Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością    warstwy izolacji termicznej:  wariant:      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	0,473	0,152	0,141	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	248,8	80,2	74,0	68,6
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	0,0330	0,0106	0,0098	0,0091
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>z</sub> +12(q <sub>oU</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		11 402	11 818	12 180
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		100	110	120
7	Koszt realizacji usprawnienia    N <sub>U</sub>	zł		174 622	192 084	209 546
8	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		15,3	16,3	17,2
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>  Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		192 084 zł	SPBT=            16,3 lat	

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

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Modernizacja wentylacji

Dane: powierzchnia okien  $A_{ok} = 66 \text{ m}^2$   $C_w = 1$   
 $V_{nom} = \Psi = 1\,438 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$   
 $V_{went} = 1\,438 \text{ m}^3/\text{h}$

Usprawnienie obejmuje remont istniejącej wentylacji mechanicznej poprzez wymianę central z zastosowaniem odzysku ciepła z pomieszczeń, wymiana sterowania central, wymiana czynnika, czyszczeniem istniejących kanałów wentylacyjnych wraz z systemem zarządzania energią

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty
				1
1	Stopień odzysku ciepła	%	0	75
2	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,6	0,9
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	1	0,70
		$C_m$	1	1,00
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	52	5
5	$Q_0, Q_1 = (3)$	GJ/a	52	5
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0069	0,0024
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0098	0,0098
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0167	0,0122
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		2 950
10	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		650 000
11	$SPBT = N_w / \Delta O_{ru}$	lata		220,4

Podstawa przyjętych wartości  $N_u$

Wymagana weryfikacja kosztów po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu

Wybrany wariant : 1	Koszt : 650 000 zł	SPBT= 220,4 lat
---------------------	--------------------	-----------------

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń	690 915	14,4
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych	160 740	3,5
3	Ocieplenie dachu	192 084	16,3
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	295 423	30,3
5	Wymiana okien i drzwi	299 136	43,6
6	Modernizacja wentylacji mechanicznej poprzez zastosowanie odzysku ciepła z systemem chłodzenia pomieszczeń (klimatyzacją)	650 000	220,4

### 7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego (modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią)

Dane:  $Q_{0co} = 2\,105$  GJ/a

#### Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w złym stanie technicznym bez zaworów termostatycznych
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeberkowe i favier
- 3 Węzeł cieplny

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Regulacja węzła cieplnego wraz z automatyką pogodową	1	6 765	6 765
2	Wymiana przewodów		330 750	330 750
3	Montaż grzejników	270	500	135 000
4	Montaż zaworów termostatycznych	270	120	32 400
5	Wprowadzenie systemu zarządzania energią	1	45 000	45 000
6	System indywidualnego sterowania ogrzewaniem pomieszczeń	1	141 000	141 000
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>690 915</b>

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	<b>węzeł cieplny</b>	<b>węzeł cieplny</b>
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,93$	$\eta_g = 0,93$
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	$\eta = 0,57$	$\eta = 0,74$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$

#### Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	węzeł cieplny	węzeł cieplny
sprawność przesyłu $\eta_d$	przewody nieizolowane	przewody izolowane
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	regulacja centralna	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji $\eta_s$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	praca ciągła	8 godzin przerwy

**7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia (modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja wężła ciepłego wraz z systemem zarządzania energią)**

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,44380	0,44380
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	2105	2105
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,57</b>	<b>0,74</b>
4	Obniżenie nocne	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	<b>3693</b>	<b>2702</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	178 607	130 678
8	Roczna opłata stała	zł/rok	64 345	64 345
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>242 952</b>	<b>195 024</b>
11	Różnica	zł/rok		47 928
12	Koszt	zł		690 915
13	SPBT	lat		<b>14,4</b>

#### 7.4.1. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią)

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

#### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń	X	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie dachu	X	X	X	X		
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X			
5	Wymiana okien i drzwi	X	X				
6	Modernizacja wentylacji mechanicznej poprzez zastosowanie odzysku ciepła z systemem chłodzenia pomieszczeń (klimatyzacją)	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 audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6	2 288 298	7 380	2 295 678
2	1+2+3+4+5	1 638 298	7 380	1 645 678
3	1+2+3+4	1 339 162	7 380	1 346 542
4	1+2+3	1 043 739	7 380	1 051 119
5	1+2	851 655	7 380	859 035
6	1	690 915	7 380	698 295



**7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła ciepłego wraz z systemem zarządzania energią)**

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oплата c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oплата c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oплата 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	0,2456	650	0,740	0,95	835	75 987	0,0131	129	8 137	0,2587	964	84 124	2 858	166 965
2	0,2433	674	0,740	0,95	865	77 111	0,0131	129	8 137	0,2564	994	85 248	2 828	165 841
3	0,2983	1 007	0,740	0,95	1 293	105 786	0,0131	129	8 137	0,3114	1 422	113 924	2 400	137 166
4	0,3210	1 162	0,740	0,95	1 492	118 703	0,0131	129	8 137	0,3341	1 621	126 841	2 201	124 249
5	0,3459	1 329	0,740	0,95	1 706	132 655	0,0131	129	8 137	0,3590	1 835	140 792	1 987	110 297
6	0,4413	2 012	0,740	0,95	2 583	188 906	0,0000	129	6 239	0,4413	2 712	195 145	1 110	55 944
0-stan istniejący	0,4438	2 105	0,570	1,00	3 693	242 952	0,0131	129	8 137	0,4569	3 822	251 089		

**Wariant 1** wariant wybrany do realizacji

- <sup>1)</sup> - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie mocy  
<sup>2)</sup> - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie zużycia ciepła

**Współczynniki sprawności systemu grzewczego:**

$\eta_w$	$\eta_p$	$\eta_r$	$\eta_e$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,93	0,80	0,77	1,00	<b>0,57</b>	1,00	0,95

**7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
							20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana okien i drzwi Modernizacja wentylacji mechanicznej poprzez zastosowanie odzysku ciepła z systemem chłodzenia pomieszczeń (klimatyzacja)	2 295 678	166 965	74,8%	459 136	20,0%	367 309	367 309	333 929
					1 836 543	80,0%			
2	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana okien i drzwi	1 645 678	165 841	74,0%	329 136	20,0%	263 309	263 309	331 682
					1 316 543	80,0%			
3	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 346 542	137 166	62,8%	269 308	20,0%	215 447	215 447	274 331
					1 077 234	80,0%			
4	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych Ocieplenie dachu	1 051 119	124 249	57,6%	210 224	20,0%	168 179	168 179	248 497
					840 895	80,0%			
5	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych	859 035	110 297	52,0%	171 807	20,0%	137 446	137 446	220 595
					687 228	80,0%			
6	Modernizacja instalacji c.o. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń	698 295	55 944	29,0%	139 659	20,0%	111 727	111 727	111 889
					558 636	100,0%			

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- modernizację instalacji c.o. polegającą na wprowadzeniu regulacji i automatyki pogodowej, wymianie instalacji wraz z montażem nowych grzejników i zaworów termostatycznych.
  - wprowadzenie systemu zarządzania gospodarowaniem zużycia mediów energetycznych na potrzeby użytkownika obiektu - jest to system działający na zasadzie aplikacji do rejestracji i analizy danych o zużyciu mediów energetycznych, stanowi ona rozbudowane narzędzie dostosowane do rozliczeń z poszczególnymi dostawcami mediów, jak i do analizy rozprywu i bilansowania zużycia wszystkich nośników energii pomiędzy poszczególnymi jednostkami organizacyjnymi (organizacjami obcymi, wydziałami, budynkami).
2. Docieplenie stropodachu przez położenie na istniejącej konstrukcji wełny mineralnej.
  3. Wymiana okien i drzwi
  4. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem, a w przypadku ścian aluminiowych przebudowa ich na murowane z dociepleniem
  5. Remont istniejącej wentylacji mechanicznej poprzez wymianę central z zastosowaniem odzysku ciepła z pomieszczeń, wymiana sterowania central, wymiana czynnika, czyszczeniem istniejących kanałów wentylacyjnych wraz z systemem zarządzania energią

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 74,8% czyli powyżej 30%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 459 136 zł , co spełnia oczekiwania inwestora;

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

#### 1. Modernizację instalacji c.o. obejmującą

- modernizację instalacji c.o. polegającą na wprowadzeniu regulacji i automatyki pogodowej, wymianie instalacji wraz z montażem nowych grzejników i zaworów termostatycznych oraz wprowadzeniem systemu indywidualnego sterowania ogrzewania pomieszczeń.

#### 2. Docieplenie dachu przez położenie na istniejącej konstrukcji wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m K)}$ ), o grubości 18 cm.

#### 3. Remont istniejącej wentylacji mechanicznej poprzez wyminę central z zastosowaniem odzysku ciepła z pomieszczeń, wymiana sterowania central, wymiana czynnika, czyszczeniem istniejących kanałów wentylacyjnych wraz z systemem zarządzania energią

#### 4. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ), o grubości 12 cm, metodą lekką mokrą, wykończenie tynkiem, a ścian z aluminium styropianem o grubości 16 cm (wraz z ich przebudową na ściany z betonu komórkowego)

#### 5. Wymiana okien i drzwi

### 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. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń	1	690 915	690 915
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych	893	180	160 740
3	Ocieplenie dachu	1746	110	192 084
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1641	180	295 423
5	Wymiana okien i drzwi	499	600	299 136
6	Modernizacja wentylacji mechanicznej poprzez zastosowanie odzysku ciepła z systemem chłodzenia pomieszczeń (klimatyzacją)	1	650 000	650 000
7	Koszt audytu	-	7 380	7 380
			<b>SUMA</b>	<b>2 295 678</b>

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

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>2 295 678 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	20%	<b>459 136 zł</b>
Kredyt bankowy:	80%	<b>1 836 543 zł</b>
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		<b>367 309 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT		<b>13,7</b>

### 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

Załącznik 1 a i b	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 udziału energii OZE
Załącznik 7	Obliczenie wielkości emisji CO <sub>2</sub>
Załącznik 8	Analiza kosztów planowanych inwestycji

**Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**

Założenia:

- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku
- dostawca ciepła: ECO Opole, taryfa B-3gOp

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	6 389,09	7 858,58
Przesył	zł/(MW-m-c)	3 433,79	4 223,56
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 822,88</b>	<b>12 082,14</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	28,77	35,39
Przesył	zł/GJ	10,55	12,98
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>39,32</b>	<b>48,36</b>

**Po modernizacji**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	6 389,09	7 858,58
Przesył	zł/(MW-m-c)	3 433,79	4 223,56
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>9 822,88</b>	<b>12 082,14</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	28,77	35,39
Przesył	zł/GJ	10,55	12,98
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>39,32</b>	<b>48,36</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 zew. betonowa	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,020	0,820	0,024	0,516
	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,080	0,050	1,600	
	Żelbet.	0,200	1,700	0,118	
	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,020	0,820	0,024	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,130	
				R <sub>se</sub> 0,040	
				<b>razem 1,936</b>	
Ściany zew. aluminiowa	Aluminium.	0,060	200	0,000	5,872
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,130	
				R <sub>se</sub> 0,040	
Stropodach	Papa asfaltowa.	0,040	0,180	0,222	0,473
	Drewno sosnowe wzdłuż włókien.	0,020	0,300	0,067	
	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie.	0,080	0,052	1,538	
	Żelbet.	0,220	1,700	0,129	
	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,100	
				R <sub>se</sub> 0,040	
				<b>razem 2,115</b>	
Podłoga na gruncie	CERAMIKA	0,005	1,050	0,005	0,464
	BET-POSADZ	0,050	1,400	0,036	
	PAPA-ASF	0,002	0,180	0,011	
	BET-CHUDY	0,050	1,050	0,048	
	GRUNT-BUD	0,100	1,740	0,057	
				0,000	
				R <sub>g</sub> 2,000	
Strop piwnicy				<b>razem 2,157</b>	1,849
	CERAMIKA	0,005	1,050	0,005	
	V-FOIL	0,000	0,200	0,001	
	BET-POSADZ	0,050	1,400	0,036	
	ŻELBET	0,240	1,700	0,141	
	TYNK-CW	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,170	
				R <sub>se</sub> 0,170	
				<b>razem 0,541</b>	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zew.	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,020	0,820	0,024	0,190
	Styropian	0,120	0,036	3,333	
	Płyty z wełny mineralnej - inne przypadki.	0,080	0,050	1,600	
	Żelbet.	0,200	1,700	0,118	
	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,020	0,820	0,024	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,130	
				R <sub>se</sub> 0,040	
				<b>razem 5,270</b>	
Ściany zew. aluminiowa	TYNK-CW	0,020	0,820	0,024	0,194
	Ściana z betonu komórkowego	0,150	0,300	0,500	
	Styropian	0,160	0,036	4,444	
	TYNK-CW	0,020	0,820	0,024	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,130	
				R <sub>se</sub> 0,040	
Stropodach				<b>razem 5,163</b>	0,141
	Papa asfaltowa.	0,040	0,180	0,222	
	Drewno sosnowe wzdłuż włókien.	0,020	0,300	0,067	
	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie.	0,180	0,036	5,000	
	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie.	0,080	0,052	1,538	
	Żelbet.	0,220	1,700	0,129	
	Tynk lub gładź cementowo-wapienna.	0,015	0,820	0,018	
				R <sub>si</sub> 0,100	
				R <sub>se</sub> 0,040	
Podłoga na gruncie				<b>razem 7,115</b>	0,464
	CERAMIKA	0,005	1,050	0,005	
	BET-POSADZ	0,050	1,400	0,036	
	PAPA-ASF	0,002	0,180	0,011	
	BET-CHUDY	0,050	1,050	0,048	
	GRUNT-BUD	0,100	1,740	0,057	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 2,000	
Strop piwnicy				<b>razem 2,157</b>	1,849
	CERAMIKA	0,005	1,050	0,005	
	V-FOIL	0,000	0,200	0,001	
	BET-POSADZ	0,050	1,400	0,036	
	ŻELBET	0,240	1,700	0,141	
	TYNK-CW	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,170	
				R <sub>se</sub> 0,170	
				<b>razem 0,541</b>	



## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>ilość</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m<sup>3</sup>/h</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/s</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m<sup>3</sup>/h</i>
pracownicy	200	20	1,111	4 000
kuchnia z oknem zewnętrznym, z kuchenką gazową lub węglową	0	70	0,000	0
łazienka ( z WC lub bez)	10	50	0,139	500
	<i>kubatura kl. schod. m<sup>3</sup></i>			
klatki schodowe	1336	0,3		401
<b>ŁĄCZNIE V<sub>o</sub></b>				<b>4 901</b>

$$V_o = 4\,901 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Kubatura wentylowana lokali mieszkalnych } V = 14\,218 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Kubatura wentylowana klatki schodowej } V = 1\,336 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Kubatura wentylowana budynku } V = 6\,787 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Krotność wymiany powietrza wentylacyjnego} = 0,72 \text{ h}^{-1}$$

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

$$\text{Lokale użytkowe} \quad V_{\text{nom}} = \Psi = 4\,500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Klatka schodowa} \quad V_{\text{nom}} = \Psi = 401 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Razem} \quad V_{\text{nom}} = \Psi = 4\,901 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

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

Lokale użytkowe	$c_r * c_w * V_{\text{nom}}$	4 500	3 150	m <sup>3</sup> /h
Klatka schodowa	$c_r * c_w * V_{\text{nom}}$	401	401	m <sup>3</sup> /h
Razem		4 901	3 551	m <sup>3</sup> /h

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

Lokale Użytkowe	$c_m * V * 0,5$	7 109	7 109	m <sup>3</sup> /h
Klatka schodowa	$c_m * V * 0,5$	668	668	m <sup>3</sup> /h
Razem		7 777	7 777	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>	5170	5170
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czepalnym $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,7	0,7
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	24 214	24 214
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,99	0,99
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,8	0,8
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1	1
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	0,85	0,85
sprawność całkowita $\eta_w$	-	0,673	0,673
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	35 969	35 969
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	129	129

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

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	300	300
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 $V_{cw}$	l	15	15
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\bar{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,250	0,250
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,317	2,317
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\bar{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	30,3	30,3
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	13,1	13,1

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,2456	650,5
2	0,2433	674,1
3	0,2983	1 007,0
4	0,3210	1 162,3
5	0,3459	1 329,2
6	0,4413	2 011,8
0 - stan istniejący	0,4438	2 104,9

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

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0	0	-
	$Q_{k,H}$	3 693	835	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	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	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0	0	-
	$Q_{k,W}$	129	129	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	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	$Q_k$	3 822	964	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	$U_{oze}$	0,00%	0,00%	%

Wielkość emisji CO<sub>2</sub> wyznacza się zgodnie z pkt. 6 załącznika nr 1 do rozporządzenia

$$E_{\text{CO}_2, \text{H}} = 36 \times 10^{-7} \times Q_{\text{k, H}} \times W_{\text{e, H}}$$

$$E_{\text{CO}_2, \text{W}} = 36 \times 10^{-7} \times Q_{\text{k, W}} \times W_{\text{e, W}}$$

$$E_{\text{CO}_2, \text{C}} = 36 \times 10^{-7} \times Q_{\text{k, C}} \times W_{\text{e, C}}$$

$$E_{\text{CO}_2, \text{pom}} = 36 \times 10^{-7} \left( E_{\text{el, pom, H}} \times W_{\text{el, pom, H}} + E_{\text{el, pom, W}} \times W_{\text{el, pom, W}} + E_{\text{el, pom, C}} \times W_{\text{el, pom, C}} \right)$$

$W_{\text{E, H}} =$  93,74 [kg CO<sub>2</sub>/GJ] przed modernizacją

$W_{\text{E, H}} =$  93,74 [kg CO<sub>2</sub>/GJ] po modernizacji

$Q_{\text{K, H}} =$  3 693 [GJ/rok] przed modernizacją

$Q_{\text{K, H}} =$  835 [GJ/rok] po modernizacji

$W_{\text{E, W}} =$  0,832 [t CO<sub>2</sub>/MWh] przed modernizacją

$W_{\text{E, W}} =$  0,832 [t CO<sub>2</sub>/MWh] po modernizacji

$Q_{\text{K, W}} =$  36 [MWh/rok] przed modernizacją

$Q_{\text{K, W}} =$  36 [MWh/rok] po modernizacji

$W_{\text{E, C}} =$  0,832 [t CO<sub>2</sub>/MWh]

$Q_{\text{K, C}} =$  0,178 [MWh/rok] przed modernizacją

$Q_{\text{K, C}} =$  3,344 [MWh/rok] po modernizacji

$W_{\text{el}} =$  0,832 [t CO<sub>2</sub>/MWh]

$E_{\text{el, pom, H}} =$  1,7399 [MWh/rok] przed modernizacją

$E_{\text{el, pom, W}} =$  0 [MWh/rok] przed modernizacją

$E_{\text{el, pom, H}} =$  1,7399 [MWh/rok] po modernizacji

$E_{\text{el, pom, W}} =$  0 [MWh/rok] po modernizacji

$E_{\text{CO}_2, \text{pom}} =$  1,447597 [t CO<sub>2</sub>/rok] przed modernizacją

$E_{\text{CO}_2, \text{pom}} =$  1,4476 [t CO<sub>2</sub>/rok] po modernizacji

Wartość bazowa (przed modernizacją) 377,70

Wartość docelowa (po modernizacji) 112,43

**Efekt (w wyniku termomodernizacji) 265,27 [t CO<sub>2</sub>/rok]**

**ANALIZA KOSZTÓW ZAPLANOWANYCH INWESTYCJI (wartości brutto)****Nakłady inwestycyjne  $N_U$** 

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. + automatyka i regulacja węzła cieplnego wraz z systemem zarządzania energią + indywidualne sterowanie ogrzewaniem pomieszczeń	1	690 915	690 915
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych aluminiowych	893	180	160 740
3	Ocieplenie dachu	1746	110	192 084
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1641	180	295 423
5	Wymiana okien i drzwi	499	600	299 136
6	Modernizacja wentylacji mechanicznej poprzez zastosowanie odzysku ciepła z systemem chłodzenia pomieszczeń (klimatyzacją)	1	650 000	650 000
7	Koszt audytu	-	7 380	7 380
			<b>SUMA</b>	<b>2 295 678</b>

---

**Koszt całkowity: 2 295 678 PLN**
**ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI - okres 15 lat**

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: 166 964,70 PLN  
**Zysk brutto 166 964,70 PLN**

**SPBT** - prosty czas zwrotu nakładów **13,7 lat**  
**NPV** - wartość bieżąca netto **-562 641,9 PLN**  
**IRR** - wewnętrzna stopa zwrotu **1,11 %**

**Założenia do obliczeń SPBT, NPV i IRR:**

- stopa dyskontowa 5,00 %
- nie ujęto amortyzacji
- koszt eksploatacji (przeglądy, serwis, ubezpieczenie)

**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.