

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Mieszkalny, wielorodzinny,		<b>1.2 Rok budowy</b>
<b>1.3 Właściciel lub zarządca budynku</b>	Wspólnota Mieszkaniowa przy ul. Kaszubskiej nr 16 w Wałbrzychu 58-300 Wałbrzych	<b>1.4 Adres budynku</b>	Ul. Kaszubska 16 58-300 Wałbrzych Województwo Dolnośląskie
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
Pracownia Projektowa „KONSTRUKTOR” ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice, biuro: ul. Broniewskiego 1B, 58-309 Wałbrzych tel. (0-74) 665-96-96, 606 81-20-89 REGON: 890658291			
<b>3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonywanie audytu, posiadane kwalifikacje,</b>			
mgr inż. Piotr Rajca ul. Wojska Polskiego 5, 58-160 Świebodzice		inżynier budownictwa – uprawnienia budowlane NBGP.V-7342/3/75/98 i 691/01/DUW kurs audytorów energetycznych KAPE/99/115	Podpis:
<b>4. Współautorzy</b>			
<b>Lp.</b>	<b>4.1 Imię i nazwisko</b>	<b>4.2 Zakres udziału w audycie</b>	<b>4.3 Posiadane kwalifikacje</b>
1			
<b>5. Miejscowość:</b> Świebodzice		<b>data wykonania:</b> 10 sierpień 2024 r.	
<b>6. Spis treści</b>			
<b>1. DANE OGÓLNE. ....6</b> <b>1.1 Podstawa formalna ..... 6</b> <b>1.2 Podstawa prawna ..... 6</b> <b>1.3 Przedmiot opracowania ..... 6</b> <b>2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. .... 6</b> <b>2.1 Opis techniczny konstrukcji ..... 5</b> 2.1.1. Ściany zewnętrzne budynku ..... 7 2.1.2. Przegrody poziome .....7 2.1.3. Ściany wewnętrzne ..... 8 2.1.4. Okna i drzwi ..... 8 2.1.5. Podsumowanie ..... 8 <b>2.2. System grzewczy ..... 8</b> 2.2.1. Charakterystyka ..... 8 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy ..... 9 <b>2.3. System c.w.u. .... 9</b> <b>2.4. System wentylacji ..... 10</b> <b>3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. .... 10</b> <b>3.1. Przegrody budowlane ..... 10</b> <b>3.2. System grzewczy..... 12</b> <b>3.3. System c.w.u. i wentylacji ..... 12</b>			

<b>4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTIMALIZACJI.....</b>	<b>12</b>
<b>5. OPTIMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH. ....</b>	<b>13</b>
<b>5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody .....</b>	<b>13</b>
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych budynku .....	13
5.1.2. Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic .....	13
5.1.3. Docieplenie dachu poddasza .....	14
<b>5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę .....</b>	<b>14</b>
5.2.1. Wymiana stolarki okiennej w częściach wspólnych .....	15
<b>5.3. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego .....</b>	<b>15</b>
<b>5.4. Podsumowanie .....</b>	<b>16</b>
<b>6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI. ....</b>	<b>16</b>
<b>7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW     OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTIMALNEGO WARIANTU     MODERNIZACJI.....</b>	<b>18</b>
<b>8. ZAŁĄCZNIKI.....</b>	<b>19</b>

**KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

<b>1. Dane ogólne</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	Murowana
2	Liczba kondygnacji	3	3
3	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	886,7	886,7
4	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	339,74	339,74
5	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	339,74	339,74
6	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,00	100,00
7	Liczba lokali mieszkalnych	9	9
8	Liczba osób użytkujących budynek	16	16
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	gazowe/elekt.	gazowe/elekt.
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia gazowa	kotłownia gazowa
11	Współczynnik A/V [l/m]	0,79	0,79
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	1,450	0,192
2	Ściany zewnętrzne nadziemne piwnic	1,220	0,247
3	Okna mieszkań	1,60	1,60
4	Okna pomieszczeń wspólnych klatki schodowej, piwnic	1,60/4,50	1,60/1,10
5	Strop nad mieszkaniami pod poddaszem	1,018	1,018
6	Dach poddasza	5,743	0,211
7	Strop piwnicy	1,151	1,151
8	Drzwi wejściowe do budynku	2,00	2,00
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego</b>			
1	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłania $\eta_d$	0,96	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	0,88	0,88
4	Sprawność akumulacji $\eta_s$	1,00	1,00
5	Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	1,00	1,00
6	Przerwy na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	1,00	1,00
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1	Sprawność wytwarzania	0,85/0,96	0,85/0,96
2	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
3	Sprawność akumulacji	1,0/0,85	1,0/0,85
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki	nawietrzaki
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	391,4	391,4
4	Liczba wymian [1/h]	0,44	0,44
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	39,8	15,5
2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u. [kW]	14,2	14,2
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	261,0 <b>72506</b>	40,9 <b>11371</b>
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	339,5 <b>94314</b>	53,2 <b>14791</b>
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	50,5 <b>14040</b>	50,5 <b>14040</b>
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 c.w.u. (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]	213,42	33,47
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	277,61	43,54

10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	94,0	94,0
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	0,00	0,00
3	Koszt przygotowania 1 m³ c.w.u. [zł/m3]	36,0	36,0
4	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/MW m-c]	0,0	0,0
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/m2 m-c]	7,97	1,37
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	50,0/450,0	50,0/450,0
7	Inne [zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [ kWh/m²*rok]	318,93	84,86
2	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [ kWh/m²*rok]	380,34	122,87
3	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	73,39	
4	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	286,3	
5	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [ toe/rok ]	6,84	
6	Uniknięta emisja CO2 [ tCO2/rok ]	15,83	
7	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	26 912,2	
8	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	0,00	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		290 203,70	313 420,00
2	Koszt zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		0,00	0,00
3	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%]	0,00	
4	Czy inwestorowi przyznano grant OZE:	TAK/NIE	
5	Premia termomodernizacyjna [zł]	81 489,2	
9. Grant termomodernizacyjny			
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [ kWh/m²*rok]	65,00	
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [ zł ]	0,00	
10. Premia MZG i grant MZG			
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK / NIE , jeśli TAK, to: - pkt 1 / - pkt 2 / - pkt 3		
2.	Wysokość premii MZG [ zł]	0,00	
3.	Wysokość grantu MZG [ zł]	0,00	
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [ zł]	0,00	
11. Inne			
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja		
2.	Budynek JEST / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków		
3.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy		
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy,		

12. Informacje dodatkowe		Stan przed termom.	Stan po termom.	Efekt termom.	
1	Roczne zużycie energii pierwotnej lokali mieszkalnych [MWh/rok]	129,22	41,74	87,48	67,70%
2	Roczne zużycie energii pierwotnej budynku [MWh/rok]	129,22	41,74	87,48	67,70%
2	Efekt ekologiczny – szacowana emisja gazów cieplarnianych [tony równoważnika CO <sub>2</sub> /rok]	25,07	9,24	15,83	63,14%
3	Ilość wytworzonej energii cieplnej ze źródeł OZE [MWh/rok]	0,0	0,0	--	
4	Ilość wytworzonej energii elektrycznej ze źródeł OZE [MWh/rok]	0,0	0,0	--	
5	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej i cieplnej [MWh/rok]	108,35	28,83	79,52	73,39%
6	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [MWh/rok]	0,0	0,0	0,0	0,0%
7	Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [MWh/rok]	108,35	28,83	79,52	73,39%
8	Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną budynku [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	380,34	122,87	--	

#### WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych, docieplenie dachu poddasza, wymiana okien części wspólnych,
2. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia realizowane przez mieszkańców w latach 2014-2020.
3. Kredytowanie robót budowlanych w 100%

#### Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor:

1. Informacja dotycząca powierzchni użytkowej, roku budowy oraz ilości zameldowanych osób,

Brak możliwości przyłączenia budynku do sieci miejskiej

## 1. DANE OGÓLNE

### 1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny – ul. Kaszubska 16 w Wałbrzychu** zostało wykonane na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej na podstawie umowy o wykonanie audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej.

### 1.2. PODSTAWA PRAWNA

Niniejszy audyt energetyczny został wykonany zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (zmiana Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15.12.2022) oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.

### 1.3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek mieszkalny wielorodzinny położony przy ul. Kaszubskiej 16 w Wałbrzychu.

W opracowaniu zaproponowano i przeanalizowano (pod kątem oszczędności energii oraz opłacalności) przedsięwzięcia termomodernizacyjne odnoszące się do budynku.

Opracowanie kończy się wyborem najbardziej optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – wariant wybrany zgodnie z algorytmem oceny opłacalności, który spełnia wszystkie warunki i kryteria określone w ustawie, przeznaczony do realizacji. Wybrany wariant spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz centralnej ewidencji emisyjności budynków.

## 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany zespół budynków mieszkalnych wielorodzinnych został oddany do użytku w 1931 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek posiada 3 kondygnacje mieszkalne, 9 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 16 osób. W budynku brak lokali usługowych.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ◆ oględziny budynku,
- ◆ inwentaryzacja opracowana dla potrzeb audytu energetycznego,
- ◆ informacje przekazane przez zarządcę budynku.

### 2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek w całości podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana dwuspadowa, Pokrycie dachu stanowi dachówka ceramiczna. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1

**Tabela 1. Parametry techniczne budynku.**

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji	[ m ]	2,61
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[ m <sup>2</sup> ]	339,74

**2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU**

Ściany zewnętrzne budynku wykonane są jako murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej.

**Tabela 2.1 Układ warstw ścian zewnętrznych.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/mK ]
1	Cegła pełna	40,0	0,77

**Tabela 2.2 Układ warstw ścian zewnętrznych piwnic.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/mK ]
1	Cegła pełna	50,0	0,77

**2.1.2. PRZEGRODY POZIOME**

Strop nad piwnicą wykonany jest jako masywny żelbetowy pokryty dodatkowo warstwami ocieplającymi (izolacja akustyczna) i wykończeniowymi. Układ warstw stropu przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 3. Układ warstw stropu piwnic.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/mK ]
1	Strop żelbetowy	16,0	1,70
2	Styropian	2,0	0,052
3	Posadzka cementowa	5,0	1,00

Pozostałe stropy z wypełnieniem z zasyпки żużlowej. Nad ostatnią kondygnacją strych nieużytkowy ze stropem drewnianym.

**Tabela 4. Układ warstw stropu.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/mK ]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Żużel	8,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	--
5	Deska	2,5	0,16

Dach poddasza po remoncie kapitalnym z dachówki ceramicznej bez docieplenia.

### 2.1.3. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej. Na podstawie oględzin określono jeden typy ścian wewnętrznych. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 5.

**Tabela 5. Układ warstw ścian mieszkania – klatka schodowa.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [W/mK]
1	Cegła	30,0	0,77

### 2.1.4. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa PCV (wymieniona przez lokatorów) -  $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Na klatce schodowej stolarka okienna nowa PCV  $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Piwnice stolarka okienna stara drewniana  $U = 4,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Drzwi wejściowe do budynku nowe drewniane  $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Drzwi wejściowe do mieszkań - drewniane typowe, a założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi  $U = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

### 2.1.5. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej opracowania zamieszczono rysunki z inwentaryzacji opracowanej dla potrzeb audytu. W tabeli 6 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

**Tabela 6. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).**

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
1	Ściany zewnętrzne	408	1,450
2	Ściany zewnętrzne nadziemne piwnic	48	1,220
3	Strop pod poddaszem nieużytkowym	142	1,018
4	Dach poddasza	208	5,743
5	Strop piwnica	110	1,151
6	Ściany wewnętrzne	80	1,539

## 2.2. SYSTEM GRZEWczy

### 2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z kotłowni gazowej zlokalizowanej w części piwnicznej (kotłownia stanowi własność dostawcy ciepła).

Instalacja w lokalach mieszkalnych została zmodernizowana – grzejniki płytowe, przy grzejnikach zawory z głowicami termostatycznymi. Instalacja c.o. działa prawidłowo i nie jest wymagana jej modernizacja.



Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015).

Sprawność regulacji przyjęto na podstawie wzoru:

$$\eta_{H,e} = \eta_{H,e}' + 0,03 \cdot X - 0,03$$

$\eta_{H,e}' = 0,88$  (pkt 4.1.2.3, tab. 3 lp. 5c) – ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym

$X = 1,00$  (stosunek mocy grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych do sumy mocy cieplnej wszystkich grzejników w systemie grzewczym) – na podstawie oględzin stwierdzono, że wszystkie grzejniki usytuowane są przy ścianach zewnętrznych

$$\eta_{H,e} = 0,88 + 0,03 \cdot 1,00 - 0,03 = 0,88$$

**Tabela 9. Składowe sprawności systemu grzewczego.**

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,91
2	Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_d$	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e$	0,88
4	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	$w_t$	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	$W_d$	1,00
7	<b>Sprawność całkowita systemu</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>0,7688</b>

## 2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za ciepło pokazuje tabela 10.

**Tabela 10. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.**

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	50,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	94,0

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wykonano przy użyciu programu Certo 2015 – zgodnie z Rozporządzeniem MIR z dnia 27.02.2015:

**Tabela 11. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego.**

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	339,5
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0398

## 2.3. SYSTEM c.w.u.

Analizowany budynek posiada indywidualny system zaopatrzenia w c.w.u. tzn., że do mieszkań dostarczana jest zimna woda wodociągowa gdzie, przy użyciu kotłów gazowych i podgrzewaczy elektrycznych, jest w zależności od potrzeb mieszkańców podgrzewana.

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*doba
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczana do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej  $Q_{k,w}$  obliczono:

$$O_{k,w} = Q_{W,nd} / \eta_{W,tot}$$

Składowe sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Dla kotłów gazowych:

- Sprawność wytwarzania – 85% (kotły gazowe)
- Sprawność akumulacji – 100% (brak zasobników c.w.u.)
- Sprawność transportu – 80% (podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym)

Dla podgrzewaczy elektrycznych:

- Sprawność wytwarzania – 96% (podgrzewacz akumulacyjny)
- Sprawność akumulacji – 85% (zasobnik wyprodukowany po 2005r.)
- Sprawność transportu – 80% (podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym)

**Obliczeniowe obciążenie cieplne na cele przygotowania ciepłej wody – 14,2 kW**

**Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 14040 kWh – 50,5 GJ**

**Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię oraz obciążenie cieplne dla potrzeb ciepłej wody użytkowej – przed i po modernizacji – bez zmian**

Na podstawie danych dotyczących zużycia gazu dla celów c.w.u. i związanych z tym opłat przyjęto do dalszych obliczeń:

- cena ciepła – 152,0 zł/GJ
- opłata za podgrzanie 1m<sup>3</sup> c.w.u. – 36,0 zł
- opłata za 1 MW opłata abonamentowa razem z opłatą za c.o. – 450,0 zł/m-c
- mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. – 0,0 zł

## 2.4. SYSTEM WENTYLACJI

W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w pomieszczeniach. Założenia do wentylacji przyjęto zgodnie z RMIR z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Podstawowy strumień powietrza wentylacji naturalnej do ciepła

- dla mieszkań -  $V_{ve,1,s} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

- dla mieszkań -  $V_{ve,1,n} = 0,10872 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego 391,4 m<sup>3</sup>/h.

### 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

#### 3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Kaszubskiej od ponad 90 lat. W wyniku dokonanego przeglądu niewielkie spękania okładziny ścian zewnętrznych. W wielu miejscach stwierdzono ubytki okładziny. W 2015 wykonany został remont pokrycia dachowego. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian.



Fotografia 1. Elewacja frontowa



Fotografia 2. Elewacja tylna

Podsumowując, budynek ze względu na okres kiedy został wybudowany, w sposób oczywisty nie spełnia obowiązujących obecnie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie.

Stolarka okienna w obrębie piwnic stara drewniana w stanie technicznym złym – stolarka nadaje się do wymiany.

W związku z powyższym rozważa się następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne zmierzające do poprawienia izolacyjności cieplnej przegród budowlanych budynku:

- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych budynku,
- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic,
- ◆ docieplenie dachu poddasza,
- ◆ wymiana stolarki okiennej części wspólnych – piwnica,

### 3.2. SYSTEM GRZEWCZY

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z kotłowni gazowej zlokalizowanej w części piwnicznej (kotłownia stanowi własność dostawcy ciepła).

Instalacja w lokalach mieszkalnych została zmodernizowana – grzejniki płytowe, przy grzejnikach zawory z głowicami termostatycznymi. Instalacja c.o. działa prawidłowo i nie jest wymagana jej modernizacja.

### 3.3. SYSTEM c.w.u. I WENTYLACJI

Zaopatrzenie mieszkańców w ciepłą wodę zachodzi poprawnie. Podobnie jest z systemem wentylacji grawitacyjnej.

Do przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które mogą zostać podjęte w systemie c.w.u. i wentylacji należy zaliczyć przede wszystkim:

- ♦ przebudowę systemu c.w.u. z zasilania indywidualnego na zasilanie centralne,
- ♦ przebudowę systemu wentylacji grawitacyjnej na system mechaniczny,

Wydaje się jednak, że koszt przeprowadzenia w/w przedsięwzięć byłby niewspółmiernie duży do uzyskanych dzięki nim oszczędności energii. Postanowiono więc już na tym etapie pracy odrzucić obydwa przedsięwzięcia.

## 4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI

W tabeli 12 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym. Odrzucono kosztowne przedsięwzięcia termomodernizacyjne związane z modernizacją systemów c.w.u. i wentylacyjnego.

**Tabela 12.** Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku w systemie ETICS.
2	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic w systemie ETICS.
3	Docieplenie dachu poddasza
4	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych – piwnic,

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych

## 5. OPTIMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

### 5.1. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEGRODY

Dobranie optymalnych grubości dodatkowej izolacji przegrody budowlanej dokonuje się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalną grubość docieplenia uważa się grubość dla której prosty czas zwrotu nakładów SPBT, wynikający z poniesionych kosztów i uzyskanych oszczędności, przyjmuje wartość minimalną.

$$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}; [\text{lata}]$$

gdzie:

- $N_u$  - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla wybranej przegrody; [zł],  
 $\Delta O_{rU}$  - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego [zł/rok],

#### 5.1.1. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynku styropianem/wełną mineralną w systemie ETICS. W tabeli 13 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich i parapetów itp. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu/wełny  $\lambda=0,031$ .

A – powierzchnia docieplanych ścian do obliczeń cieplnych

A' – powierzchnia docieplanych ścian do obliczenia kosztów inwestycji

**Tabela 13.** Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych budynku.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednost	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m2]	[zł]	[m2K/W]	[lata]
istniejąca	3847,5	A	146,53		0,0176			-	0,69	-
10,0		304		25,81		0,0031	650,0	224900,0	3,92	19,82
11,0				23,85		0,0029	655,0	226630,0	4,24	19,65
12,0				22,16		0,0027	660,0	228360,0	4,56	19,53
13,0		A' 346		20,69		0,0025	665,0	230090,0	4,88	19,45
14,0				19,41		0,0023	670,0	231820,0	5,21	19,40
15,0				18,28		0,0022	678,0	234588,0	5,53	19,46
16,0				17,27		0,0021	686,0	237356,0	5,85	19,53

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych budynku będzie warstwa styropianu/wełny mineralnej o grubości 14 cm.

**Dopuszcza się zastosowanie innego materiału pod warunkiem zachowania parametrów cieplnych ścian.**

#### 5.1.2. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH NADZIMNYCH PIWNIC.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic budynku styropianem w systemie ETICS. W tabeli 14 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży itp. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu  $\lambda=0,031$ .

A – powierzchnia docieplanych ścian do obliczeń cieplnych

A' – powierzchnia docieplanych ścian do obliczenia kosztów inwestycji

**Tabela 14.** Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych budynku.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednost	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m2]	[zł]	[m2K/W]	[lata]
istniejąca	548,5	A	2,89		0,0024			-	0,69	-
6,0		42		0,76		0,0006	680,0	28560,0	2,63	142,79
7,0				0,68		0,0006	690,0	28980,0	2,95	139,45
8,0				0,61		0,0005	700,0	29400,0	3,27	137,33
9,0				A' 42		0,55	0,0005	710,0	29820,0	3,59
10,0		0,51				0,0004	720,0	30240,0	3,92	135,30
11,0		0,47				0,0004	735,0	30870,0	4,24	135,90
12,0		0,44				0,0004	750,0	31500,0	4,56	136,80

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych budynku będzie warstwa styropianu o grubości 10 cm.

**Dopuszcza się zastosowanie innego materiału pod warunkiem zachowania parametrów cieplnych ścian.**

### 5.1.3. DOCIEPLENIE DACHU PODDASZA.

Proponuje się wykonanie ocieplenia dachu poddasza wraz z niezbędnymi robotami towarzyszącymi. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. W kosztach niezbędnych robót towarzyszących uwzględniono ewentualne nadbitki krokwi, wykonanie paroizolacji oraz zabezpieczenia ażurowego wełny. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny  $\lambda=0,035$ . (Do obliczeń Sd przyjęto temp. poddasza 8°C).

**Tabela 15.** Wybór optymalnej grubości docieplenia dachu.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednostk.	Nu	R	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	zł/m2	[zł]	[m2K/W]	[lata]
istniejąca	548,5	208	56,61		0,0478			-	0,17	-
12,0				2,74		0,0023	191,0	39728,0	3,60	7,94
13,0				2,54		0,0021	192,0	39936,0	3,89	7,94
14,0				2,36		0,0020	193,0	40144,0	4,17	7,93
15,0				2,21		0,0019	194,0	40352,0	4,46	7,92
16,0				2,08		0,0018	195,0	40560,0	4,75	7,91
17,0				1,96		0,0017	197,0	40976,0	5,03	7,98
18,0				1,85		0,0016	199,0	41392,0	5,32	8,04

Przyjęto jako optymalną warstwą docieplenia dachu będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 16 cm. **Dopuszcza się zastosowanie innego materiału pod warunkiem zachowania parametrów cieplnych ścian.**

## 5.2. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien (optymalny współczynnik przenikania ciepła) odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego prosty czas nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną.

$$SPBT = N_{Ok} / \sum \Delta O_{rok}; [\text{lata}]$$

gdzie:

$N_{Ok}$  - planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi; [zł],

$\Delta O_{ru}$  - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi; [zł/rok ],

### 5.2.1. Wymiana stolarki okiennej części wspólnych.

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki okiennej części wspólnych – piwnice na nową. W obliczeniach brano pod uwagę typy stolarki okiennej (temp. wewn. pomieszczeń poniżej 16<sup>o</sup>):

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ,

**Tabela 16.** Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej części wspólnych

okno PCV	Sd	Aok	Qou	Q1u	qou	q1u	cena jednost.	N	SPBT
[W/m <sup>2</sup> K]	dzień K/rok	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m <sup>2</sup> ]	[zł]	[lata]
istn. 4,50	548,5	5,4	3,09	2,17	0,0016	0,0011	2500,0	13500,0	155,89
0,9									
1,1									
1,3									
				2,22		0,0012	2000,0	10800,0	132,05
				2,27		0,0012	1900,0	10260,0	133,29

Optymalnym rodzajem stolarki okiennej jest stolarka o  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

### 5.3. POPRAWA SPRAWNOŚCI CIEPLNEJ SYSTEMU GRZEWczego

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną.

$$SPBT = N_{co} / \Sigma \Delta O_{rco}; [\text{lata}]$$

gdzie:

$N_{co}$  - planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego; [zł ],

$\Delta O_{rco}$  - roczna oszczędność kosztów energii; [zł/rok ],

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii  $\Delta O_{rco}$  źródła oblicza się ze wzoru:

$$\Delta O_{rco} = (x_0 \cdot w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} \cdot O_{oz} / \eta_o - x_1 \cdot w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{oco} \cdot O_{tz} / \eta_1) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}); [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

$Q_{oco}$  - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją; [GJ/rok],

$\eta_o, \eta_1$  - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji,

$w_{to}, w_{t1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia,

$w_{do}, w_{d1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia.

$$\eta = \eta_w \times \eta_p \times \eta_r \times \eta_c$$

W związku z wcześniejszą modernizacją systemu grzewczego na obecnym etapie odstąpiono od usprawnień związanych z systemem grzewczym budynku.



#### 5.4. POSUMOWANIE

W tabeli 17 zestawiono wyłonię powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

**Tabela 17.** Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[ zł ]	[ lata ]
1.	Docieplenie dachu poddasza wełną mineralną gr. 16cm ( $\lambda=0,035$ ) z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących	40 560,0	7,91
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 14 cm warstwą styropianu/wełny mineralnej w systemie ETICS ( $\lambda=0,031$ )	231 820,0	19,40
3.	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych – piwnice na nową - $U=1,1$	10 800,0	132,05
4.	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic budynku 10 cm warstwą styropianu w systemie ETICS ( $\lambda=0,031$ )	30 240,0	135,30

### 6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI

W celu wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, a także części audytu remontowego i zmiana z 15.12.2022, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego oblicza się kolejno:

- ♦ planowane koszty całkowite  $N$ ,
- ♦ kwotę rocznych oszczędności  $\Delta O_r$  przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia

$$\Delta O_{rco} = (w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) \cdot O_{0z} - (w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}) \cdot O_{0z} + 12 \cdot [(q_{0m} + q_{0cw}) \cdot Q_{om} - (q_{1m} + q_{cw}) \cdot Q_{1m}] + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1) ; [zł/rok]$$

- ♦ zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją z uwzględnieniem sprawności całkowitej,

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ocwu}) - (w_{d1} \cdot w_{t1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1cwu})}{(w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \cdot 100 \quad [\%]$$

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 18.

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło analizowanego budynku oraz maksymalne zapotrzebowanie mocy ciepła dla stanu istniejącego oraz po realizacji każdej z



zaproponowanych kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wykonano programem Certo 2015. Wydruki danych i wyników obliczeń programu dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu znajdują się w załączniku II do pracy.

**Tabela 18.** Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite „brutto”	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględnieniem sprawności całkowitej $\Delta Q$	Premia termomod. dla części mieszkalnej
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
1	2	3	4	5	7
A	1+2+3+4	313 420,0	26 912,2	73,39	81 489,2
B	1+2+3	283 180,0	26 479,8	72,23	73 626,8
C	1+2	272 380,0	25 633,8	69,92	70 818,8
D	1	40 560,0	10 321,2	28,15	10 545,6

1) Podane wartości kosztów całkowitych zadania są wartościami „brutto”

**Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych powinno wynosić co najmniej 25%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 73,39%.**

Do realizacji przyjęto jako optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych przewidującą wykonanie:

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1.	Docieplenie dachu poddasza wełną mineralną gr. 16cm ( $\lambda=0,035$ ) z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 14 cm warstwą styropianu/wełny mineralnej w systemie ETICS ( $\lambda=0,031$ )
3.	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych – piwnice na nową - $U=1,1$
4.	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych piwnic budynku 10 cm warstwą styropianu w systemie ETICS ( $\lambda=0,031$ )

## 7. WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTIMALNEGO WARIANTU MODERNIZACJI

### Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ow}) - (w_{d1} w_{t1} Q_{lco} / \eta_1 + Q_{lcw} / \eta_{ow})}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{ow})} \times 100 ; [\%]$$

$Q_{oco} = 339,5$  [GJ/rok] – energia końcowa ze sprawnością

$Q_{ocl} = 53,2$  [GJ/rok] – energia końcowa ze sprawnością

$w_{d0} = 1,0$

$w_{d1} = 1,0$

$Q_{ocw}$ ,  $Q_{lcw}$  –obliczeniowa (z uwzględnieniem sprawności) moc cieplna na przygotowanie c.w.u = 50,5 [GJ/rok]

$$\Delta Q = ((1,0 \cdot 1,0 \cdot 339,5 + 50,5) - (1,0 \cdot 1,0 \cdot 53,2 + 50,5)) \cdot 100 / (1,0 \cdot 1,0 \cdot 339,5 + 50,5)$$

$$\Delta Q = 73,39 \%$$

### Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego z uwzględnieniem obecnej mocy):

$q_o = 39,8$  kW – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_1 = 15,5$  kW – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

$O_z \text{ c.o.} = 94,0$  [zł/GJ]

$O_m \text{ c.o.} = 0,0$  [zł/MW\*m.-c]

$O_z \text{ cwu.} = 152,0$  [zł/GJ]

$O_m \text{ c.o.} = 0,0$  [zł/MW\*m.-c]

$Ab \text{ co} = 50,0$  [zł/m-c]

$Ab \text{ cwu} = 450,0$  [zł/m-c].

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

$$K_o = w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{oco} / \eta_o \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{om} + 12 \cdot Ab + Q_{ocw} / \eta_w \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot Ab \cdot cwu$$

$$K_o = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 339,5 \cdot 94,0 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0398 + 12 \cdot 50,0 + 152,0 \cdot 50,5 +$$

$$12 \cdot 0,0 \cdot 0,0142 + 12 \cdot 450,00$$

$$K_o = 45\,589,0 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_1 = w_{d0} \cdot w_{t0} \cdot Q_{lco} / \eta_1 \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{1m} + 12 \cdot Ab + Q_{ocw} / \eta_w \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot Ab \cdot cwu$$

$$K_1 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 53,2 \cdot 94,0 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0155 + 12 \cdot 50,0 + 152,0 \cdot 50,5 +$$

$$12 \cdot 0,0 \cdot 0,0142 + 12 \cdot 450,00$$

$$K_1 = 18\,676,8 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 45\,589,0 \text{ zł} - 18\,676,8 \text{ zł} = 26\,912,2 \text{ zł}$$

## 8. ZAŁĄCZNIKI

- |              |                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Załącznik I  | <i>Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy<br/>Ul. Kaszubska 16 w Wałbrzychu,</i>                                                                                                                |
| Załącznik II | <i>Wydruki danych i wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła<br/>oraz obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego<br/>wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych – program Certo</i> |

---

**LITERATURA:**

1. PN-EN-ISO-6946: 1998r. „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-ISO-9836: 1997r. „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
4. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
5. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – z późniejszymi zmianami
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu , a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zmiana z dnia 29.12.2022.
8. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz centralnej ewidencji emisyjności budynków.
9. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku i części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.