

<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 Ul. Osiedle Górnicze 10 58-308 Wałbrzych	<b>1.4 Adres budynku</b>	Ul. Osiedle Górnicze 10 58-308 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./fax. (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	PESEL: 72061400352	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> wrzesień 2014 r.	
<b>6. Spis treści</b>			
<b>1. DANE OGÓLNE. ....5</b> <b>1.1 Podstawa formalna ..... 5</b> <b>1.2 Podstawa prawna ..... 5</b> <b>1.3 Przedmiot opracowania ..... 5</b> <b>2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. .... 5</b> <b>2.1 Opis techniczny konstrukcji ..... 6</b> 2.1.1. Ściany zewnętrzne mieszkań ..... 6 2.1.2. Ściany zewnętrzne klatki schodowej ..... 7 2.1.3. Przegrody poziome .....7 2.1.4. Ściany wewnętrzne ..... 8 2.1.5. Okna i drzwi ..... 9 2.1.6. Podsumowanie ..... 9 <b>2.2. System grzewczy ..... 10</b> 2.2.1. Charakterystyka ..... 10 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy ..... 11 <b>2.3. System c.w.u. .... 11</b> <b>2.4. System wentylacji ..... 11</b> <b>3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. .... 11</b> <b>3.1. Przegrody budowlane ..... 11</b> <b>3.2. System grzewczy..... 11</b> <b>3.3. System c.w.u. i wentylacji ..... 11</b>			

<b>4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTIMALIZACJI.....</b>	<b>12</b>
<b>5. OPTIMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH. ....</b>	<b>12</b>
<b>5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody.....</b>	<b>12</b>
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych budynku .....	12
<b>5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę okienną .....</b>	<b>13</b>
<b>5.3. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego .....</b>	<b>14</b>
<b>5.4. Podsumowanie .....</b>	<b>15</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>17</b>
<b>8. ZAŁĄCZNIKI.....</b>	<b>18</b>

**KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

<b>1. Dane ogólne</b>			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	4	
3	Kubatura części ogrzewanej [ m <sup>3</sup> ]	1400	
4	Powierzchnia netto budynku [ m <sup>2</sup> ]	558,11	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [ m <sup>2</sup> ]	509,11	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [ m <sup>2</sup> ]	49,0 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	12	
8	Liczba osób użytkujących budynek	27	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualny, termy gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [ l/m ]	0,51	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [ W/m<sup>2</sup>K ]</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1	Ściany zewnętrzne mieszkań	1,37	0,24
2	Ściany zewnętrzne klatki schodowej	1,37	0,24
3	Okna mieszkań	3,00 (1,60)	3,00 (1,60)
4	Okna klatki schodowej	1,60	1,60
5	Strop nad mieszkaniami	0,91	0,91
6	Drzwi wejściowe	1,60	1,60
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego</b>			
1	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,94	0,94
2	Sprawność przesyłania $\eta_d$	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	0,93	0,93
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 $w_d$	0,95	0,95
<b>4. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności stolarki	nawietrzaki nieszczelności stolarki
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	1515	1515
4	Liczba wymian [1/h]	1,03	1,03
<b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	43,9	27,7
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	27,2	27,2
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	369,6	232,0
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	401,6	252,1
5	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok]	133,3	133,3
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	528,0	-
7	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>3</sup> rok]	73,33	46,03
8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>3</sup> rok]	79,69	50,02
9	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	219,14	137,56

<b>6. Opłaty jednostkowe</b>			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	72,65	72,65
2	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	0,0	0,0
3	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> c.w.u. [zł]	16,50	16,50
4	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	0,0	0,0
5	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> pow. użytkowej [zł]	5,91	4,13
6	Opłata abonamentowa [zł]	576,0	576,0
7	Inne [zł]	-	-
<b>7. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]	90 924,7	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	27,95
Planowane koszty całkowite [zł]	94 983,7	Premia termomodernizacyjna [zł]	15 197,4
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	10 863,4		

**WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:**

1. Kredytowanie inwestycji – kredytowanie robót budowlanych w 100 %,
2. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań i klatki schodowej,
3. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia realizowane indywidualnie przez mieszkańców .

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

1. Dane dotyczące zużycia ciepła na ogrzewanie budynku oraz na potrzeby c.w.u.,
2. Dane dotyczące zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o.,
3. Informacja dotycząca powierzchni użytkowej, roku budowy oraz ilości zameldowanych osób,
4. Informacja dotycząca rzeczywistych kosztów ogrzewania budynku

## 1. DANE OGÓLNE

### 1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny – ul. Osiedle Górnicze 10 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 wykonywania tego typu opracowań, które zostały szczegółowo opisane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

### 1.3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek mieszkalny wielorodzinny położony przy ul. Osiedle Górnicze 10 w Wałbrzychu.

W opracowaniu zaproponowano i przeanalizowano (pod kątem oszczędności energii oraz opłacalności) szereg przedsięwzięć termomodernizacyjnych odnoszących się do w/w 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.

## 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany zespół budynków mieszkalnych wielorodzinnych został oddany do użytku w 1957 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek posiada 4 kondygnacje, 12 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 27 osób.

Administratorem obiektu jest Miejski Zarząd Budynków Sp. z o.o. w Wałbrzychu.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ◆ oględziny budynku,
- ◆ inwentaryzacja dostarczona przez Zarządcę budynku,
- ◆ informacje przekazane przez zarządcę budynku.

### 2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy zespół budynków jest podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana czterospadowa, 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 ]	2,75
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[ m <sup>2</sup> ]	509,11

### 2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE MIESZKAŃ

Ściany zewnętrzne mieszkań wykonane są jako murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych mieszkań.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/m <sup>2</sup> K ]
1	Cegła pełna	44,0	0,77

### 2.1.2. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE KLATKI SCHODOWEJ.

Ściany zewnętrzne klatki schodowej wykonane jako murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej z tynkiem cementowo-wapiennym. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 3. Układ warstw ścian klatki schodowej**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/m <sup>2</sup> K ]
1	Cegła pełna	44,0	0,77

### 2.1.3. PRZEGRODY POZIOME

Wszystkie stropy budynku wykonane są jako gęstożebrowe pokryte dodatkowo warstwami ocieplającymi i wykończeniowymi. Układ warstw stropu pomiędzy kondygnacjami powtarzalnymi, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 4.

**Tabela 4. Układ warstw stropu powtarzalnego.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/m <sup>2</sup> K ]
1	Strop gęstożebrowy	24,0	1,04
2	Płyta pilśniowa porowata	2,5	0,18
3	Jastrych cementowy	5,0	1,00

Strop pod poddaszem nieużytkowym wykonany jest jako masywny gęstożebrowy. Układ warstw stropu piętra licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 5.

**Tabela 5. Układ warstw stropu pod poddaszem.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/m <sup>2</sup> K ]
1	Tynk cem-wap	1,0	0,82
2	Strop gęstożebrowy	24,0	1,04

3	Styropian	3,00	0,05
4	Jastyrych cementowy	3,0	1,00

#### 2.1.4. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej, a więc mieszkania, klatkę schodową. Na podstawie dostępnej dokumentacji technicznej budynku określono jeden typy ścian wewnętrznych. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 6.

**Tabela 6. Układ warstw ścian piwnica – klatka schodowa.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> K]
1	Cegła	30,0	0,77

#### 2.1.7. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa drewniana i PCV (wymieniona przez lokatorów) stolarka okienna. W mieszkaniach: okna i drzwi balkonowe drewniane lub PCV dwuszybowe. Na klatce schodowej stolarka okienna PCV – wymieniona przez Wspólnotę – założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi  $U = 1,60$  W/m<sup>2</sup>K.

Drzwi wejściowe drewniane wymienione przez Wspólnotę.

Drzwi wejściowe do mieszkań - drewniane typowe, a założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi  $U = 2,60$  W/m<sup>2</sup>K

#### 2.1.8. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono elewacje pochodzące z inwentaryzacji budowlanej opracowanej dla celów audytu energetycznego. W tabeli 7 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

**Tabela 7. 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	Ściana zewnętrzna mieszkań	418,7	1,37
2	Ściana zewnętrzna klatki schodowej	38,0	1,37
3	Strop strych	135,0	0,91

## 2.2. SYSTEM GRZEWczy

### 2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z indywidualnych kotłów na gazowych. Mieszkania posiadają indywidualne instalacje centralnego ogrzewania.

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1990-2009. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja c.o. działa prawidłowo i nie jest wymagana jej modernizacja. Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego).

**Tabela 8. Składowe sprawności systemu grzewczego.**

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,94
2	Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_d$	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e$	0,93
4	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	$w_t$	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	$W_d$	0,95
7	<b>Sprawność całkowita systemu</b>	<b><math>\eta</math></b>	<b>0,8742</b>

### 2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za gaz pokazuje tabela 9.

**Tabela 9. 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]	576,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	72,65

W tabeli 10 i 11 zamieszczono wielkość aktualnej mocy zamówionej oraz zużycie energii cieplnej z sezonów grzewczych 2012/2013 i 2013/2014.

**Tabela 10 Zużycie energii analizowanego budynku w sezonie grzewczym 2013/2014**

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	345,0
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,045

**Tabela 11 Zużycie energii analizowanego budynku w sezonie grzewczym 2012/2013**

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	375,0
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,045

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wykonano przy użyciu programu CertoH. Obliczenia wykonano w oparciu o normy:

1. PN-EN-12831:2006 Instalacje grzewcze w budynkach, Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.
2. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.



**Tabela 12. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym.**

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[ GJ ]	369,6
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0439

Zużycie energii cieplnej dla sezonu standardowego z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego (401,6 GJ) oraz zmierzone zużycie ciepła dla rzeczywistego sezonu grzewczego po przeliczeniu na warunki sezonu standardowego (393,8 GJ) odbiegają od siebie w sposób nieznaczny.

### 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 term gazowych, jest w zależności od indywidualnych potrzeb mieszkańców podgrzewana.

Obliczenia zapotrzebowania ciepła na cele c.w.u. przyjęto przy następujących założeniach normowych:

- Zużycie ciepłej wody – 38,4dm<sup>3</sup>/j.o.\*doba
- Liczba jednostek osobowych – 27 j.o.
- Czas użytkowania – 329 doby/rok

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 27,2 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.– 133,3 GJ

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

- opłata za podgrzanie 1m<sup>3</sup> c.w.u. – 16,5 zł
- opłata za 1 MW opłata abonamentowa razem z opłatą za c.o. – 576,0 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 kuchniach i łazienkach. Przy obliczeniach strat ciepła przyjęto normowe ilości wymian w pomieszczeniach – minimalne krotności wymian powietrza 0,5 1/h.

Stopień szczelności obudowy budynku – średni (krotność wymiany powietrza  $n_{50}=4$ ) .

Dla obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło budynku przyjęto W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w kuchniach i łazienkach. Przy obliczeniach strat ciepła przyjęto normowe ilości wymian w pomieszczeniach określone w PN – 83/B-03430 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania*. Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego wykonano przy następujących założeniach:

- dla kuchni z oknem zewn. wyposażoną w kuchenkę gazową – 70 m<sup>3</sup>/h - 12szt.
- dla kuchni bez okna zewn. wyposażoną w kuchenkę gazową – 70 m<sup>3</sup>/h
- dla łazienki z ustępem lub bez – 50 m<sup>3</sup>/h - 12szt.
- dla oddzielnego ustępu – 30 m<sup>3</sup>/h
- klatka schodowa – 75 m<sup>3</sup>/h

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego powinien wynosić – 1515 m<sup>3</sup>/h.

### 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

#### 3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Osiedle Górnicze jest eksploatowany od ponad 50 lat. W wyniku dokonanego przeglądu niewielkie spękania ściany zewnętrznej frontowej. W kilku miejscach stwierdzono ubytki okładziny oraz powierzchniowe spękania tynków. W 2010r. na budynku dokonano wymiany całego pokrycia ceramicznego na nowe. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian.



**Fot. 1** – elewacja frontowa



**Fot. 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 drewniana mieszkań (z wyjątkiem wymienionej przez lokatorów) znajduje się w złym stanie technicznym i uzasadniona byłaby jej wymiana.

Stolarka okienna w obrębie klatek schodowych PCV stanie technicznym bardzo dobrym.

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

- ♦ docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań i klatki schodowej,

### **3.2. SYSTEM GRZEWCZY**

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla celów c.o. z indywidualnych kotłów na gazowych. Mieszkania posiadają indywidualne instalacje centralnego ogrzewania.

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1990-2009. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostatyczne. 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 OPTIMALIZACJI**

W tabeli 13 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 13.** Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

<b>Lp.</b>	<b>Opis</b>
1	Docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań i klatki schodowej w systemie BSO.

**Ze względu na ograniczone możliwości kredytowe Wspólnoty Mieszkaniowej (w porozumieniu z nią) odstąpiono od usprawnienia związanego z dociepleniem stropu pod strychem oraz stropu piwnic**

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych

## 5. OPTYMALIZACJA 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. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego..

$$SPBT = N_u / \Delta O_{rU}; [\text{lata}] \quad (3)$$

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 w systemie BSO. W tabeli 14 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich i odtworzenia opasek okiennych.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu  $\lambda=0,04$ .

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

grubość dociepl.	Sd	A	Q <sub>ou</sub>	Q <sub>1u</sub>	q <sub>ou</sub>	q <sub>1u</sub>	N <sub>u</sub>	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m <sup>2</sup> K/W]	[lata]
istniejąca	3900	372,5	169,46		0,0201		-	0,74	-
10,0				38,73		0,0046	87706,1	3,24	9,23
11,0				35,96		0,0043	88510,8	3,49	9,13
12,0				33,56		0,0040	89315,4	3,74	9,05
13,0				31,45		0,0037	90120,0	3,99	8,99
14,0				29,60		0,0035	90924,7	4,24	8,95
15,0				27,95		0,0033	92131,6	4,49	8,96
16,0				26,48		0,0031	93338,6	4,74	8,99

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych mieszkań, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych - 4,0 m<sup>2</sup>K/W, będzie warstwa styropianu o grubości 14 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

### 5.2. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ OKIENNĄ

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. Procedura ta wynika z

zaleceń zawartych w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku.

$$SPBT = N_{Ok} / \Sigma \Delta O_{rok}; [\text{lata}] \quad (8)$$

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],

$$\Delta O_{rok} = (x_o * O_{0u} * O_{0z} - x_1 * O_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_o * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_o - Ab_1) [\text{zł/rok}] \quad (9)$$

gdzie:

- $x_o, x_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego; tu przed i po - 1,0 (brak zmian);  
 $Q_{0u}, Q_{1u}$  - roczne zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego [GJ/rok];  
 $O_{0z}, O_{1z}$  - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia (tu opłata za ciepło i zmienna opłata za usługi przesyłowe) [zł/GJ];  
 $y_o, y_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc ciepłą przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego; tu przed i po - 1,0 (brak zmian);  
 $q_{0u}, q_{1u}$  - roczne zapotrzebowanie na moc ciepłą na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego [MW];  
 $O_{0m}, O_{1m}$  - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia (tu opłata za zamówioną moc ciepłą i stała opłata za usługi przesyłowe) [zł/MW\*miesiąc];  
 $Ab_o, Ab_1$  - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego [zł]

$$Q_{0u}, Q_{0l} = (8,64 * S_d * A_{ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10 [\text{GJ/rok}] \quad (10)$$

- $A_{ok}$  - powierzchnia całkowita okien przed i po termomodernizacji  $m^2$ ;  
 $U$  - współczynnik przenikania ciepła okna przewidzianego do wymiany; [ $W/m^2K$ ]  
 $R$  - całkowity opór cieplny ocenianej przegrody budowlanej przed i po termomodernizacji [ $m^2K/W$ ]  
 $S_d$  - liczba stopniodni obliczona wg wzoru (6); [dzień x K/rok],  
 $V_{nom}$  - strumień powietrza wentylacyjnego [ $m^3/h$ ]

$$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} A_{Ok} * (t_{wo} - t_{zo}) + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{wo} - t_{zo}) [\text{MW}] \quad (11)$$

- $t_{zo}$  - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego [ $^{\circ}C$ ],  
 $t_{wo}$  - obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego; [ $^{\circ}C$ ],  
 $V_{obl}$  - strumień powietrza wentylacyjnego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; [ $m^3/h$ ]

W związku z wcześniejszą wymianą stolarki okiennej i drzwi wejściowych klatki schodowej oraz brakiem możliwości finansowania wymiany pozostałej niewymienionej stolarki okiennej mieszkań w opracowaniu odstąpiono od usprawnień związanych z wymianą stolarki okiennej.

### 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. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku.

$$SPBT = N_{co} / \Sigma \Delta O_{rco}; [\text{lata}] \quad (12)$$

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:

$$\Delta O_{rco} = (x_0 * w_{to} * w_{do} * Q_{oco} * O_{oz} / \eta_o - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{oco} * O_{tz} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (A_{b0} - A_{b1}); [\text{zł/rok}] \quad (13)$$

gdzie:

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

$\eta_o, \eta_1$  - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji obliczana ze wzoru (14),

$w_{to}, w_{t1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia określone na podstawie załącznika nr 1 do Rozporządzenia, tu obydwie: 1,

$w_{do}, w_{d1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia określone na podstawie załącznika nr 1 do w/w Rozporządzenia; tu przed 1,0 i po 0,95

$$\eta = \eta_w \times \eta_p \times \eta_r \times \eta_c \quad (14)$$

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

### 5.4. POSUMOWANIE

W tabeli 15 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

**Tabela 15.** Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[ zł ]	[ lata ]
1.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku (w tym ściany klatki schodowej) 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO	90 924,7	8,95

## 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*, 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  $N$  (w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii),
- ♦ kwotę rocznych oszczędności  $\Delta O_r$  przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia

$$\Delta O_{rco} = (w_{to} * w_{do} * Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) * O_{0z} - (w_{tl} * w_{dl} * Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw}) * O_{0z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * Q_{om} - (q_{1m} + q_{1cw}) * Q_{1m}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1) ; [zł/rok] \quad (15)$$

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

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) - (w_{dl} w_{tl} Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw})}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \times 100 [\%] \quad (16)$$

Za optymalną kombinację przedsięwzięć termomodernizacyjnych uznaje się taką kombinację, która spełnia wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 roku o *wspieraniu termomodernizacji i remontów*:

- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 10 % - gdy modernizuje się jedynie system grzewczy,
- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 15 % - w budynkach, w których modernizację systemu grzewczego przeprowadzono po 1984r.,
- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi co najmniej 25 % - dla pozostałych budynków,

Wysokość premii termomodernizacyjnej stanowi 20% wykorzystanej kwoty kredytu zaciągniętego na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z zastrzeżeniem:

Wysokość premii termomodernizacyjnej nie może wynosić więcej niż:

- 16 % kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i
- Dwukrotności przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii, ustalonych na podstawie audytu energetycznego.

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 16.

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 H. Wydruki danych i wyników obliczeń programu dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu znajdują się w załączniku II do pracy.

**Tabela 16.** Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć <sup>1)</sup>	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględn. spraw. ΔQ	Optymalna kwota kredytu i udziału własnego	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów	2x rocznej oszczęd.
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1	94 983,7	10 863,4	27,95	90 924,7 zł (95,73%) 4 059,0 zł (4,27%)	18 184,9	15 197,4	21 726,8

- 1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 16. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łączny koszt ok. 4059,0 zł)
- 2) Podane wartości kosztów całkowitych zadania są wartościami „brutto”

**ZGODNIE Z DOKONANYMI OBLICZENIAMI WYMAGANA WYSOKOŚĆ ŚRODKÓW WŁASNYCH INWESTORA WYNOŚI 4 059,0 ZŁ CO STANOWI WARTOŚĆ 4,27 % ZADANIA.**

**Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię w budynkach, w których przeprowadzono modernizację systemu grzewczego po roku 1984 powinno wynosić co najmniej 15%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 27,95% - wymagania Ustawy są spełnione (w w/w okresie w budynku prowadzono modernizację systemu grzewczego w obrębie poszczególnych mieszkań)**

Z tabeli oraz wymagań ustawy wynika, że optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych jest kombinacja oznaczona literą **A** tzn. przewidującą wykonanie:

- ♦ Docieplenie ścian zewnętrznych budynku (w tym ścian klatki schodowej) 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO (1),

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 37,23%
- Stawka c.o. na 1m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 4,13zł/m<sup>2</sup>



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

### Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) - (w_{d1} w_{t1} Q_{lco} / \eta_1 + Q_{lcw})_1}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \times 100 ; [\%]$$

$$Q_{oco} = 369,6 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 232,0 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,8742$$

$$\eta_1 = 0,8742$$

$$w_{d0} = 1,00$$

$$w_{d1} = 0,95$$

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u} = 133,3 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((0,95 \cdot 1,0 \cdot 369,6 / 0,8742 + 133,3) - (0,95 \cdot 1,0 \cdot 232,0 / 0,8742 + 133,3)) \cdot 100 / (0,95 \cdot 1,0 \cdot 369,6 / 0,8742 + 133,3)$$

$$\Delta Q = 27,95 \%$$

### Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$q_o = 43,9 \text{ kW}$  – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_1 = 27,7 \text{ kW}$  – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

$$O_z \text{ c.o.} = 72,65 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$O_z \text{ cwu.} = 72,65 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$A_b \text{ co} = 576,0 \text{ [zł/m-c]}$$

$$A_b \text{ cwu} = 0,0 \text{ [zł/m-c]} \text{ – w cenie c.o.}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,00 \cdot 0,95 \cdot 369,6 / 0,8742 \cdot 72,65 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0439 + 12 \cdot 576,0 + 133,3 \cdot 72,65 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0272 + 12 \cdot 0,00$$

$$K_o = 52\,687,9 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_1 = w_{d0} \cdot w_{t0} \cdot Q_{lco} / \eta_1 \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{l1m} + 12 \cdot A_b + Q_{ocw} \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot A_b \cdot c_{cwu}$$

$$K_1 = 1,00 \cdot 0,95 \cdot 232,0 / 0,8742 \cdot 72,65 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0277 + 12 \cdot 576,0 + 133,3 \cdot 72,65 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0272 + 12 \cdot 0,00$$

$$K_1 = 41\,824,5 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 52\,687,9 \text{ zł} - 41\,824,5 \text{ zł} = 10\,863,4 \text{ zł}$$

---

## 8. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I      *Rysunki budowlane zespołu budynku mieszkalnego położonego przy  
Ul. Osiedle Górnicze 10 w Wałbrzychu,*
- Załącznik II      *Wydruki danych i wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła  
oraz obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego  
wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych*

---

**LITERATURA:**

1. PN-EN-ISO-6946: „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN-12831:2006 Instalacje grzewcze w budynkach, Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.
3. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
4. PN-ISO-9836: „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
5. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
6. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – tekst jednolity: Dz.U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690)
8. 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 (Dz.U. Nr 43 poz. 346).
9. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów.