

<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. Bartosza Głowackiego nr 3 w Wałbrzychu ul. Głowackiego 3, 58-303 Wałbrzych	<b>1.4 Adres budynku</b>	Ul. Głowackiego 3 58-303 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> wrzesień 2020 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 ..... 5</b> 2.1.1. Ściany zewnętrzne budynku ..... 6 2.1.2. Przegrody poziome .....6 2.1.3. Ściany wewnętrzne ..... 6 2.1.4. Okna i drzwi ..... 7 2.1.5. Podsumowanie ..... 7 <b>2.2. System grzewczy ..... 7</b> 2.2.1. Charakterystyka ..... 7 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy ..... 8 <b>2.3. System c.w.u. .... 8</b> <b>2.4. System wentylacji ..... 9</b> <b>3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. .... 10</b> <b>3.1. Przegrody budowlane ..... 10</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>11</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. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego .....</b>	<b>14</b>
<b>5.3. Podsumowanie .....</b>	<b>14</b>
<b>6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI. ....</b>	<b>14</b>
<b>7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW     OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTIMALNEGO WARIANTU     MODERNIZACJI .....</b>	<b>16</b>
<b>8. ZAŁĄCZNIKI. ....</b>	<b>17</b>

**KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	Tradycyjny murowany
2	Liczba kondygnacji	3	3
3	Kubatura części ogrzewanej [ m <sup>3</sup> ]	1345,26	1345,26
4	Powierzchnia użytkowa budynku [ m <sup>2</sup> ]	480,45	480,45
5	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [ m <sup>2</sup> ]	480,45	480,45
6	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [ % ]	100,00	100,00
7	Liczba lokali mieszkalnych	12	12
8	Liczba osób użytkujących budynek	14	14
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.
11	Współczynnik kształtu [ 1/m ]	0,72	0,72
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [ W/m<sup>2</sup>K ]</b>			
1	Ściana zewnętrzna 3	1,05	0,194
2	Okna mieszkań	1,60	1,60
4	Okna klatki schodowej	1,60	1,60
5	Strop pod strychem nad mieszkaniami	0,865	0,865
6	Strop piwnicy	0,924	0,924
7	Dach nad mieszkaniami	0,202	0,202
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego</b>			
1	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłania $\eta_d$	1,00	1,00
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	0,85
2	Sprawność przesyłu	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji	0,80	0,80
<b>5. 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]	553,5	553,5
4	Liczba wymian [1/h]	0,41	0,41
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	48,7	30,3
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	10,1	10,1
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	319,2	158,8
		<b>88654</b>	<b>44108</b>
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	398,5	198,3
		<b>110707</b>	<b>55080</b>
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	70,0	70,0
		<b>19450</b>	<b>19450</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]	184,52	91,81

9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	230,42	114,64
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
<b>7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1	Cena za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	48,20	48,20
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	0,00	0,00
3	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> c.w.u. [zł]	16,50	16,50
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 m <sup>2</sup> pow. użytkowej [zł/m <sup>2</sup> m-c]	4,58	2,91
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	600	600
7	Inne [zł]	-	-
<b>8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]		284 690,0	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię budynku [%] 42,74
Planowane koszty całkowite [zł]		291 086,0	Premia termomodernizacyjna [zł] 46 573,8
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		9 654,4	
<b>9. Inne</b>			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku <del>ZOSTANIE</del> / <b>NIE ZOSTANIE</b> zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej ..... KW			
Z audytu energetycznego <b>WYNIKA</b> / <del>NIE WYNIKA</del> , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			

**WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:**

1. Kredytowanie robót w 100%,
2. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych,
3. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia realizowane przez mieszkańców w latach 2005-2018.

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

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

## 1. DANE OGÓLNE

### 1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny ul. Głowackiego 3 w Wałbrzychu** zostało wykonane na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej na podstawie umowy wykonania 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 z dnia 29.04.2020) 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. Głowackiego 3 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 oraz zmianą z dnia 23.03.2020r.

## 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany budynek został oddany do użytku w 1896 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany. Budynek w zabudowie zwartej.

Objęty opracowaniem budynek posiada 3 kondygnacje, 12 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 14 osób.

W budynku brak jest lokali usługowych.

Dach budynku płaski z pokryciem z papy.

Stolarka okienna PCV oraz drewniana. Na klatce schodowej okna nowe PCV.

Stolarka drzwiowa stalowa ocieplona.

Elewacja frontowa i boczna prawa z licznymi detalami architektonicznymi – charakter zabytkowy.

Inwentaryzacja techniczno– budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ◆ oględziny budynku,
- ◆ informacje przekazane przez Zarządcę budynku.
- ◆ Oględziny budynku dokonane w miesiącu sierpniu 2020r.

## 2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek jest podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana płaska jednospadowa. Pokrycie dachu stanowi papa termozgrzewalna. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1. Parametry techniczne budynku.**

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji	[ m ]	2,80
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[ m <sup>2</sup> ]	480,45

### 2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU

Ściany zewnętrzne budynku wykonane są jako murowane z cegły ceramicznej na zaprawie cementowo-wapiennej. Ściany o grubości średniej 60cm. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/m <sup>2</sup> K ]
1	Mur z cegły pełnej	60,0	0,77

Ściany zewnętrzne piwnicy są wykonane jako murowane z cegły o grubości 65cm. Układ warstw ścian piwnicy, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 3. Układ warstw ścian piwnicy.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/m <sup>2</sup> K ]
1	Mur z cegły pełnej	65,0	0,77

### 2.1.2. PRZEGRODY POZIOME

Stropy budynku (w tym strop pod strychem nieużytkowym) drewniane z warstwą ocieplającą i wykończeniowymi. Układ warstw stropu pomiędzy kondygnacjami powtarzalnymi, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 4.

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

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [ W/m <sup>2</sup> K ]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Zasyпка żużlowa	12,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	--
5	Deska	2,5	0,16

Stropodach nad mieszkaniami drewniany z warstwą ocieplającą i wykończeniowymi. Układ warstw stropu pomiędzy kondygnacjami powtarzalnymi, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 5.

**Tabela 5. Układ warstw stropodachu.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Wełna mineralna	15,0	0,035
4	Pustka powietrzna	4,0	--
5	Deska	2,5	0,16

Strop nad piwnicą ceramiczny na belkach stalowych z warstwą ocieplającą i wykończeniową. Układ warstw stropu licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 6.

**Tabela 6. Układ warstw stropu piwnicy.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> K]
1	Cegła ceramiczna	0,25	0,77
2	Zasyпка	10,0	0,28
3	Posadzka cementowa	6,0	1,00

### 2.1.3. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej, a więc mieszkania, klatkę schodową. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 7.

**Tabela 7. Układ warstw ścian wewnętrznych.**

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [ cm ]	$\lambda$ [W/m <sup>2</sup> K]
1	Cegła	40,0	0,77

### 2.1.4. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się stolarka okienna PCV (wymieniona przez lokatorów). W mieszkaniach okna 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 do budynku stalowe ocieplone  $U = 2,00$  W/m<sup>2</sup>K.

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

Okna piwnic i strychu stare drewniane jednoszybowe  $U = 4,50$  W/m<sup>2</sup>K.

### 2.1.5. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono rysunki pochodzące z inwentaryzacji opracowanej dla celów audytu. W tabeli 8 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

**Tabela 8. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (od powierzchni ścian nie odliczono powierzchni otworów okiennych i drzwiowych).**

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
1	Ściana zewnętrzna	776	1,053
2	Strop piwnicy	160	0,924
3	Strop pod strychem nieużytkowym	142	0,865
4	Dach mieszkania	25	0,202
5	Ściany wewnętrzne	216	1,283

## 2.2. SYSTEM GRZEWczy

### 2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 2005-2018. Instalacje w tych mieszkaniach są wyposażone w zawory termostatyczne. 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	Gaz
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,91
2	Sprawność przesyłania ciepła	$\eta_d$	1,00
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>0,8008</b>



### 2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za gaz pokazuje tabela 10.

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

Składnik taryfy	Jednostka	gaz
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	600,0
Cena ciepła	[ zł/GJ]	48,20

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 ]	398,5
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0487

### 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 dwufunkcyjnych gazowych, 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.

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

**Dla mieszkań:**

**Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 10,1 kW**

**Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.– 19450 kWh = 70,0 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:

- opłata za podgrzanie 1m<sup>3</sup> c.w.u. – 16,5 zł
- opłata za 1 MW (dla lokali opłata abon. razem z opłatą za c.o.) – 600,0 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. 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 -  $V_{ve,1,n} = 0,1538 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi –  $553,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

### 3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Głowackiego jest eksploatowany od ok. 130 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono uszkodzenia w okładzinach zewnętrznych, stwierdzono spękania ścian zewnętrznych wymagające wzmocnienia ścian oraz odspojenia tynków. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. Pokrycie z papy w stanie technicznym zadowalającym.

W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian.



**Fot. 1** – elewacja frontowa i boczna prawa



**Fot. 2** – elewacja tylna i boczna lewa

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 klatek schodowych PCV stanie technicznym bardzo dobrym.

### **3.2. SYSTEM GRZEWczy**

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 2005-2018. Instalacje w tych mieszkaniach 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 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 ze wzmocnieniem i odtworzeniem detali architektonicznych.

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, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i zmiana z 29.04.2020.

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

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 styropianem w systemie ETICS. W tabeli 13 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ściany. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych rynkowych cen robót budowlanych (w koszcie docieplenia uwzględniono również docieplenie ościeży wymianę obróbek blacharskich, wzmocnienie – przeszycie spękań, odtworzenie detali architektonicznych itp.). Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu  $\lambda=0,031$ .

A – powierzchnia ścian do obliczeń cieplnych

A'' – powierzchnia ścian do obliczeń kosztów inwestycji

**Tabela 13.** 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>	cena jednostk.	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m <sup>2</sup> ]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m <sup>2</sup> ]	[zł]	[m <sup>2</sup> K/W]	[lata]
istniejąca	3700	536,60	180,63	44,52	0,0226	0,0056	395,0	-	0,950	-
9,0				41,08		0,0051	400,0	270970,0	3,853	41,30
10,0				38,14		0,0048	405,0	274400,0	4,175	40,80
11,0				35,58		0,0045	410,0	277830,0	4,498	40,45
12,0				33,35		0,0042	415,0	281260,0	4,821	40,23
13,0				31,38		0,0039	421,0	284690,0	5,143	40,10
14,0				29,64		0,0037	428,0	288806,0	5,466	40,15
15,0								293608,0	5,788	40,34

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych budynku, spełniającą wymagania WT2021, będzie warstwa styropianu o grubości min. 13 cm.

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

## 5.2. 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 w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego i remontowego i zmiana z 29.04.2020.

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

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 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 1,00

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

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

### 5.3. POSUMOWANIE

W tabeli 14 zestawiono wyłonię powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

**Tabela 14.** Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[ zł ]	[ lata ]
1.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 13 cm warstwą styropianu w systemie ETICS ( $\lambda=0,031$ ) wraz ze wzmocnieniem ścian i odtworzeniem detali	284 690,0	40,10

## 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 29.04.2020, 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

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

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

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

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 15.

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło analizowanego budynku oraz maksymalne zapotrzebowanie mocy ciepła dla stanu istniejącego oraz każdej z zaproponowanych kombinacji. Wydruki danych i wyników obliczeń programu dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu znajdują się w załączniku II do pracy.

**Tabela 15. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.**

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczędn zapotrzeb. na energię energii z uwzględnieniem sprawności całkowitej $\Delta Q$	Minimalna kwota kredytu (50% kosztów przedsięwzięcia)	Premia termomod.
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł,%]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7
A	1	291 086,0	9 654,4	42,74	145 543,0	46 573,8

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 42,74% - wymagania Ustawy są spełnione.**

Do realizacji przyjęto jako optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych przewidującą wykonanie:

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 13 cm warstwą styropianu w systemie ETICS ( $\lambda=0,031$ ) wraz ze wzmocnieniem ścian i odtworzeniem detali

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 50,25%
- Stawka c.o. na 1m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 2,91zł/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):

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

$$Q_{oco} = 319,2 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 158,8 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,8008$$

$$\eta_1 = 0,8008$$

$$w_{d0} = 1,0$$

$$w_{d1} = 1,0$$

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa (z uwzględnieniem sprawności) moc cieplna na przygotowanie c.w.u.} = 70,0 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 * 1,0 * 319,2 / 0,8008 + 70,0) - (1,0 * 1,0 * 158,8 / 0,8008 + 70,0)) * 100 / (1,0 * 1,0 * 319,2 / 0,8008 + 70,0)$$

$$\Delta Q = 42,74 \%$$

### Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$$q_o = 48,7 \text{ kW – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)}$$

$$q_1 = 30,3 \text{ kW – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)}$$

$$O_z \text{ c.o.} = 48,20 \text{ [zł/GJ]}$$

$$O_m \text{ c.o.} = 0,00 \text{ [zł/MW*m.-c]}$$

$$O_z \text{ cwu.} = 48,20 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$A_b \text{ co} = 600 \text{ [zł/m-c]}$$

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

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 * 1,0 * 319,2 / 0,8008 * 48,20 + 12 * 0,00 * 0,0487 + 12 * 600,0 + 48,20 * 70,0 +$$

$$12 * 0,0 * 0,0101 + 12 * 0,00$$

$$K_o = 29\,786,6 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

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

$$K_1 = 1,0 * 1,0 * 158,8 / 0,8008 * 48,20 + 12 * 0,00 * 0,0303 + 12 * 600,0 + 48,20 * 70,0 +$$

$$12 * 0,0 * 0,0101 + 12 * 0,00$$

$$K_1 = 20\,132,1 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 29\,786,6 \text{ zł} - 20\,132,1 \text{ zł} = 9\,654,4 \text{ zł}$$



---

## 8. ZAŁĄCZNIKI

- |              |   |
|--------------|---|
| Załącznik I  | <i>Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy<br/>Ul. Głowackiego 3 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 (Dz.U. Nr 43 poz. 346) oraz zmiana z dnia 29.04.2020.
8. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz zmiana z dnia 23.03.2020.
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.