

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny wielorodzinny		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa przy ul. Wałbrzyskiej 4 w Mioszowie, 58-350 Mioszów	1.4 Adres budynku	Ok. 1947 Ul. Wałbrzyska 4 58-350 Mioszów Powiat Wałbrzyski Województwo Dolnośląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
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			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonywanie audytu, posiadane kwalifikacje,			
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:
4. Współautorzy			
Lp.	4.1 Imię i nazwisko	4.2 Zakres udziału w audycie	4.3 Posiadane kwalifikacje
1	-----	-----	-----
5. Miejsowość: Świebodzice data wykonania opracowania: 4 kwiecień 2023			
6. Spis treści			
1. DANE OGÓLNE.5			
1.1 Podstawa formalna 5			
1.2 Podstawa prawna 5			
1.3 Przedmiot opracowania 5			
2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 5			
2.1 Opis techniczny konstrukcji 5			
2.1.1. Ściany zewnętrzne budynku 6			
2.1.2. Przegrody poziome6			
2.1.3. Okna i drzwi 7			
2.1.4. Podsumowanie 7			
2.2. System grzewczy 7			
2.2.1. Charakterystyka 7			
2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 8			
2.3. System c.w.u. 8			
2.4. System wentylacji 9			
3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 10			
3.1. Przegrody budowlane10			
3.2. System grzewczy..... 11			
3.3. System c.w.u. i wentylacji 11			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.	11
5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	12
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	12
5.1.1. Docieplenie stropodachu niewentylowanego	12
5.2. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	13
5.3. Podsumowanie	13
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	14
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACJI.....	16
8. ZAŁĄCZNIKI.....	17
9. LITERATURA	18

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	Murowana
2	Liczba kondygnacji	2	2
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1270	1270
4	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	508,06	508,06
5	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	508,06	508,06
6	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,00	100,00
7	Liczba lokali mieszkalnych	8	8
8	Liczba osób użytkujących budynek	18	18
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.	indywidualny, kotły gazowe dwufunk.
11	Współczynnik A/V [l/m]	0,69	0,69
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]			
1	Ściany zewnętrzne z supremą	1,314	1,314
2	Ściany zewnętrzne z istniejącym dociepleniem ze styropianu	0,331	0,331
3	Stropodach	1,522	0,141
4	Okna mieszkań	1,60	1,60
5	Okna klatki schodowej	1,60	1,60
6	Drzwi zewnętrzne budynku	2,00	2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,88	0,88
4	Sprawność akumulacji η_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
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	0,85	0,85
2	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
3	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki	nawietrzaki
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	585,3	585,3
4	Liczba wymian [1/h]	0,46	0,46
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	50,2	29,8
2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u. [kW]	10,6	10,6
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	350,5	173,1
		97369	48081
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	437,7	216,1
		121590	60041
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	74,0	74,0
		20568	20568
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 ² rok]	191,65	94,64
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	239,32	118,18
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]	86,40	86,40
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	0,00	0,00
3	Koszt przygotowania 1 m ³ c.w.u. [zł/m ³]	35,20	35,20
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 ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	6,86	3,79
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	400	400
7	Inne [zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/m ² *rok]	279,81	158,66
2	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/m ² *rok]	307,79	174,53
3	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	43,29	
4	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	221,6	
5	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	5,29	
6	Uniknięta emisja CO ₂ [tCO ₂ /rok]	12,30	
7	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	18 741,3	
8	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	--	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto 140 111,11	brutto 151 320,00
2	Koszt zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto --	brutto --
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 [%]	--	
4	Czy inwestorowi przyznano grant OZE:	TAK/NIE	
5	Premia termomodernizacyjna [zł]	39 343,2	
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/m ² *rok]		
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]		
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]		
3.	Wysokość grantu MZG [zł]		
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]		
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,		

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. **Kredytowanie robót budowlanych 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 2018-2021.**

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. Wałbrzyska 4 w Mioszowie** zostało wykonane na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej na podstawie umowy o wykonanie audytu energetycznego.

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 położony przy ul. Wałbrzyskiej 4 w Mioszowie.

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 centralnej ewidencji emisyjności budynków.

2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany budynek zlokalizowany w miejscowości Mioszów przy ul. Wałbrzyskiej. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej z cegły ceramicznej pełnej.

Obiekt jest budynkiem dwukondygnacyjnym bez podpiwniczenia.

Budynek został oddany do użytku ok. 1947r.

W budynku znajdują się wyłącznie lokale mieszkalne.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ♦ oględziny budynku,
- ♦ pomiary z natury,
- ♦ informacje przekazane przez Zarządcę budynku.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek jest obiektem dwukondygnacyjnym bez podpiwniczenia.

Budynek wykonany jest w technologii tradycyjnej murowanej z cegły ceramicznej pełnej.

Stropy budynku wykonane są jako żelbetowe na belkach stalowych – stropy WPS. Stropodach płaski niewentylowany, wykonany na bazie stropu WPS. Pokrycie dachu stanowi papa asfaltowa na podłożu betonowym.

Stolarka okienna mieszkań nowa PCV. Stolarka okienna klatki schodowej nowa PCV.
Drzwi zewnętrzne do budynku nowe aluminiowe.

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji	[m]	2,50
2	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	508,06

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

Ściany zewnętrzne budynku są w technologii tradycyjnej murowanej z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej z dociepleniem z płyt suprema. Ściany boczne, tylna oraz część frontowej zostały docieplone styropianem gr. 10cm po uprzednim demontażu supremy przez mieszkańców. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2 i 3.

Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych z dociepleniem z supremy.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk	2,0	0,82
2	Ściana murowana	25,0	0,77
3	Suprema	5,0	0,23
4	Tynk	2,0	0,82

Tabela 3. Układ warstw ścian zewnętrznych z dociepleniem styropianem.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk	2,0	0,82
2	Ściana murowana	25,0	0,77
3	Styropian	10,0	0,04

Obliczeniową wartość współczynnika przenikania ciepła zaprezentowano na końcu rozdziału.

2.1.2. PRZEGRODY POZIOME

Stropy budynku wykonane są z płyt żelbetowych na belkach stalowych – strop WPS pokryte dodatkowo warstwami ocieplającymi (izolacja akustyczna) 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]	λ [W/mK]
1	Tynk	2,0	0,82
2	strop WPS	6,0	1,70
3	Żużel paleniskowy	6,0	0,28
4	jastrych cementowy	6,0	1,00

Stropodach niewentylowany wykonany jest analogicznie jak stropy z płyt żelbetowych na belkach stalowych – strop WPS pokryte warstwami ocieplającymi i wykończeniowymi. Układ warstw stropodachu, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Układ warstw stropodachu.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Tynk	2,0	0,82
2	strop WPS	6,0	1,70
3	Żużel paleniskowy	10,0	0,28
4	jastrych cementowy	10,0	1,00

2.1.3. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej. Na podstawie oględzin budynku określono jeden typ ścian wewnętrznych. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Układ warstw ścian mieszkania – klatka schodowa.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła	30,0	0,77

2.1.4. OKNA I DRZWI

W mieszkaniach budynku znajduje się stolarka okienna PCV.

Przyjęty współczynnik przenikania ciepła wynosi dla okien mieszkań $U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi zewnętrzne wejściowe do budynku nowe aluminiowe.

Przyjęty współczynnik przenikania ciepła wynosi dla drzwi zewnętrznych $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Na klatkach schodowych okna nowe PCV.

Okna klatki schodowej $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi wejściowe do mieszkań drewniane $U = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.1.5. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono rysunki 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. Powierzchnie i współczynniki przenikania przegród budowlanych.
(bez odliczania otworów okiennych i drzwiowych)**

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściana zewnętrzna z supremą	132,0	1,314
2	Ściana zewnętrzna ze styropianem	354,0	0,331
3	Stropodach niewentylowany	390,0	1,522
4	Ściana wewnętrzna	146,0	1,547
5	Posadzka przyziemia	258,0	1,206

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

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 2018-2021. Instalacje w tych mieszkaniach są wyposażone w zawory termostaticzne. 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 termostaticznym 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 8. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Gaz
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,91
2	Sprawność przesyłania ciepła	η_d	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,88
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	W_d	1,00
7	Sprawność całkowita systemu	η	0,8008

2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za energię pokazuje tabela 9.

Tabela 9. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	86,40
Abonament	[zł/m-c]	400,0

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 10. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym ze sprawnością systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	437,7
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0502

2.3. **SYSTEM c.w.u.**

Analizowany budynek posiada indywidualny system zaopatrzenia w c.w.u. Podgrzewanie wody następuje bezpośrednio w lokalach mieszkalnych elektrycznymi podgrzewaczami wody.

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 dm³/m²*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:

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

- 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)

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 10,6 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. – 20568 kWh = 74,0 GJ

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

- opłata za podgrzanie 1m³ c.w.u. – 35,2 zł
- opłata za 1 MW (opłata abon. razem z opłatą za c.o.) – 0,0 zł/m-c
- mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. – 0,0 zł

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

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

- $V_{ve,1,n} = 0,16258 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego – 585,3 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek jest eksploatowany od ponad 70 lat. Widoczne jest już jego zużycie zwłaszcza jeżeli chodzi o wygląd elewacji oraz pokrycie dachowe. Stwierdzono nieznaczne ubytki, odspojenia i spękania w tynkach zewnętrznych. Istniejące docieplenie z supremy w stanie technicznym lichym – zaleca się wymianę.

Stropodach z pokryciem z papy bez dodatkowej izolacji cieplnej – nadaje się do remontu z dociepleniem.

Nie stwierdzono jednak znacznego zniszczenia konstrukcji budynku.

Stolarka okienna i drzwiowa części wspólnych nowa w dobrym stanie technicznym.

Budynek ze względu na okres w jakim został wybudowany posiada przegrody zewnętrzne o bardzo niskiej izolacyjności termicznej (z wyłączeniem części docieplonych), które należało by poddać termomodernizacji. Na podstawie przeprowadzonego przeglądu nie stwierdzono w elementach konstrukcyjnych uszkodzeń czy też zużycia zagrażającego bezpieczeństwu konstrukcji. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym ocenia się jako zadowalający.



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 z

dnia 12 kwietnia 2002 Dz. U. 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późn. zmianami w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie.

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

- ♦ docieplenie ścian zewnętrznych budynku bez dodatkowego docieplenia.
- ♦ docieplenie stropodachu niewentylowanego

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 2018-2021. 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 OPTIMALIZACJI

W tabeli 11 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym przegród zewnętrznych i systemu grzewczego.

Tabela 11. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych przegród zewnętrznych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych z supremą styropianem w systemie ETICS (po uprzednim demontażu supremy)
2	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych.

**ZE WZGLĘDU NA OGRANICZONE MOŻLIWOŚCI FINANSOWE WSPÓLNOTY
W UZGODNIENIU Z ZARZĄDCĄ DO DAJSZYCH OBLICZEŃ PRZYJĄTO
JAKO USPRAWNIEŃIE DOCIEPLENIE STROPODACHU**

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.

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

gdzie:

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

5.1.1. DOCIEPLENIE STROPODACHU NIEWENTYLOWANEGO.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu niewentylowanego styropapą z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących: pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej, obróbek blacharskich itp. W tabeli 12 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót w regionie i kosztorysu inwestorskiego. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropapy $\lambda=0,031$.

A – powierzchnia do obliczeń cieplnych

A'' – powierzchnia do obliczenia kosztów usprawnienia

Tabela 12. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu niewentylowanego.

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			187,20		0,0225			-	0,657	-
16,0	3847,5	370,00		21,14		0,0025	384,0	149760,0	5,818	10,44
17,0				20,03		0,0024	385,0	150150,0	6,141	10,40
18,0		A"		19,03		0,0023	386,0	150540,0	6,463	10,36
19,0		390,00		18,12		0,0022	387,0	150930,0	6,786	10,33
20,0				17,30		0,0021	388,0	151320,0	7,109	10,31
21,0				16,55		0,0020	390,0	152100,0	7,431	10,32
22,0				15,86		0,0019	392,0	152880,0	7,754	10,33

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu, spełniająca wymagania dot izolacyjności cieplnej, będzie miała warstwa styropapy grubości 20 cm.

Dopuszcza się zastosowanie innego materiału 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.

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

gdzie:

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

ΔO_{ro} - roczna oszczędność kosztów energii; [zł/rok],

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{ro} źródła oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

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

η_o, η_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.

5.4. POSUMOWANIE

W tabeli 13 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

Tabela 13. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą gr. 20cm ($\lambda=0,031$) z jednoczesnym wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących - nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej, niezbędnymi obróbkami blacharskimi, rynnami itp.	151 320	10,31

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 (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 ΔO_r przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia

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

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

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

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 14.

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 14. 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 ΔQ	Premia termomod.
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
1	2	3	4	5	7
A	1	151 320,00	18 741,3	43,29	39 343,2

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

Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz centralnej ewidencji emisyjności budynków 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 43,29% - wymagania Ustawy są spełnione.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1.	Docieplenie stropodachu niewentylowanego styropapą gr. 20cm ($\lambda=0,031$) z jednoczesnym wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących - nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej, niezbędnymi obróbkami blacharskimi, rynnami itp.

Informacje dla Inwestora

– Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 50,61%

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

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

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

$$Q_{oco} = 350,5 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 173,1 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,8008$$

$$\eta_1 = 0,8008$$

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

$$w_{d1} = 1,00$$

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u ze sprawn.} = 74,0 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 \cdot 1,0 \cdot 350,5 / 0,8008 + 74,0) - (1,0 \cdot 1,0 \cdot 173,1 / 0,8008 + 74,0)) \cdot 100 / (1,0 \cdot 1,0 \cdot 350,5 / 0,8008 + 74,0)$$

$$\Delta Q = 43,29 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$q_o = 50,2 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_1 = 29,8 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

$$O_z \text{ c.o.} = 84,60 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$O_z \text{ cwu.} = 84,6 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$A_b \text{ co} = 400,0 \text{ [zł/m-c]}$$

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

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 350,5 / 0,8008 \cdot 84,6 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0502 + 12 \cdot 0,0 + 74,0 \cdot 84,6 +$$

$$12 \cdot 0,0 \cdot 0,0106 + 12 \cdot 0,00$$

$$K_o = 41\,828,3 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_1 = w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{lco} / \eta_1 \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{1m} + 12 \cdot A_b + Q_{ocw} \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot A_b \cdot cwu$$

$$K_1 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 173,1 / 0,8008 \cdot 84,6 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0298 + 12 \cdot 0,0 + 74,0 \cdot 84,6 +$$

$$12 \cdot 0,0 \cdot 0,0106 + 12 \cdot 0,00$$

$$K_1 = 23\,087,0 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 41\,828,3 \text{ zł} - 23\,087,0 \text{ zł} = 18\,741,3 \text{ zł}$$

8. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I *Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Wałbrzyskiej 7 w Mieroszowie,*
- Załącznik II *Wydruki danych i wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła
oraz obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego
wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych – program Certo*

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.