

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalno-usługowy, wielorodzinny,		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa przy ul. Wodnej 8 57-300 Kłodzko	1.4 Adres budynku	Ul. Wodna 8 57-300 Kłodzko Powiat Kłodzki 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: 20 październik 2023 r.	
6. Spis treści			
<p>1. DANE OGÓLNE.6</p> <p>1.1 Podstawa formalna 6</p> <p>1.2 Podstawa prawna 6</p> <p>1.3 Przedmiot opracowania 6</p> <p>2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 6</p> <p>2.1 Opis techniczny konstrukcji 5</p> <p>2.1.1. Ściany zewnętrzne budynku 7</p> <p>2.1.2. Przegrody poziome7</p> <p>2.1.3. Ściany wewnętrzne 7</p> <p>2.1.4. Okna i drzwi 8</p> <p>2.1.5. Podsumowanie 8</p> <p>2.2. System grzewczy 8</p> <p>2.2.1. Charakterystyka 8</p> <p>2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 9</p> <p>2.3. System c.w.u. 9</p> <p>2.4. System wentylacji 9</p> <p>3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 11</p> <p>3.1. Przegrody budowlane 11</p> <p>3.2. System grzewczy..... 11</p> <p>3.3. System c.w.u. i wentylacji 12</p>			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.....	12
5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	13
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	13
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych	13
5.1.2. Docieplenie stropodachu wentylowanego	14
5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę	14
5.3. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	15
5.4. Podsumowanie	16
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	16
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACJI	18
8. ZAŁĄCZNIKI.....	19
9. LITERATURA.	24

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	Murowana
2	Liczba kondygnacji	4	4
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1450,8	1707,5
4	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	541,34	637,12
5	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	419,44	500,02
6	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	77,48	78,48
7	Liczba lokali mieszkalnych	8	8
8	Liczba osób użytkujących budynek	26	26
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny – kotły gazowe	Indywidualny – kotły gazowe
10	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kotłownia gazowa	kotłownia gazowa
11	Współczynnik A/V [l/m]	0,59	0,59
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]			
1	Ściany zewnętrzne	1,089	0,192
2	Stropodach wentylowany	1,357	0,145
3	Strop piwnicy	1,391	1,391
4	Okna mieszkań	1,60	1,60
5	Okna części wspólnych	1,60	1,60
6	Okna lokalu	1,60	1,60
7	Drzwi zewnętrzne	2,00	2,00
8	Drzwi zewnętrzne lokalu	2,00	2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,92	0,92
2	Sprawność przesyłania η_d	0,96	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,88	0,88
4	Sprawność akumulacji η_s	0,93	0,93
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]	667,5	667,5
4	Liczba wymian [1/h]	0,46	0,46
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	50,8	33,4
2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u. [kW]	25,6	25,6
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	308,3	164,8
		85655	45791
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	426,6	228,1
		118502	63351
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	85,8	85,8
		23834	23834
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	418,0	-
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]	158,23	84,59

9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/m²rok]	218,91	117,03
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]		0,0	0,0
7. Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)				
1	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	87,20	87,20
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/MW m-c]	21587,05	21587,05
3	Koszt przygotowania 1 m³ c.w.u.	[zł/m3]	36,0	36,0
4	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	[zł/MW m-c]	0,0	0,0
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej	[zł/m2 m-c]	7,75	4,39
6	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	0,0/450,0	0,0/450,0
7	Inne	[zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową	[kWh/m²*rok]	268,56	166,68
2	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną	[kWh/m²*rok]	303,30	191,23
3	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię	[%]	38,75	
4	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[GJ/rok]	198,5	
5	Średnioroczna oszczędność energii finalnej	[toe/rok]	4,74	
6	Uniknięta emisja CO2	[tCO2/rok]	10,99	
7	Roczna oszczędność kosztów energii	[zł]	21 819,2	
8	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji	[kW]	0,00	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				
1	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2	[zł]	netto	brutto
			323 677,78	349 572,00
2	Koszt zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii	[zł]	netto	brutto
			0,00	0,00
3	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii	[%]	0,00	
4	Czy inwestorowi przyznano grant OZE:		TAK/NIE	
5	Premia termomodernizacyjna	[zł]	90 888,7	
9. Grant termomodernizacyjny				
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	[kWh/m²*rok]	65,00	
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane			
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego	[zł]	0,00	
10. Premia MZG i grant MZG				
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK / NIE , jeśli TAK, to: - pkt 1 / - pkt 2 / - pkt 3			
2.	Wysokość premii MZG	[zł]	0,00	
3.	Wysokość grantu MZG	[zł]	0,00	
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG	[zł]	0,00	
11. Inne				
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja			
2.	Budynek JEST / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków			
3.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy			
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy.			

12. Informacje dodatkowe		Stan przed termom.	Stan po termom.	Efekt termom.	
1	Efekt ekologiczny – redukcja emisji CO ₂ (c.o., wentylacja, c.w.u. energia elektryczna) [Mg/rok]	30,53	19,54	10,99	35,99%
2	Oszczędność energii pierwotnej budynku [MWh/rok]	164,19	103,55	60,64	36,93%
3	Wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną budynku [kWh/m ² /rok]	303,30	191,23	--	
4	Oszczędność energii pierwotnej mieszkania [MWh/rok]	110,55	57,83	52,72	47,69%
5	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej i ciepłej [MWh/rok]	145,3	90,2	55,1	37,92%
6	Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej [MWh/rok]	3,0	3,0	0,0	0,0%
7	Ilość zaoszczędzonej energii ciepłej [MWh/rok]	142,3	87,2	55,1	38,75%

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych budynku, docieplenie stropodachu wentylowanego.
2. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia zrealizowane wcześniej przez Wspólnotę.

Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor:

1. Dane dotyczące zużycia ciepła na ogrzewanie budynku,
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 mieszkalno-usługowy – ul. Wodna 8 w Kłodzku** zostało wykonane na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej na podstawie zlecenia wykonania audytu.

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 wielorodzinny budynek mieszkalno-usługowy położony przy ul. Wodnej 8 w Kłodzku .

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 mieszkalno-usługowy wielorodzinny został oddany do użytku w 1974 roku. Wykonany został w technologii uprzemysłowionej wg projektu typowego. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek posiada 5 kondygnacji, 8 mieszkań. Budynek w zabudowie zwartej. Obiekt zamieszkiwany jest przez 16 osób.

W budynku znajduje się 1 lokal usługowy.

Administratorem obiektu jest Zakład Administracji Mieszkaniem Gminnymi Gminy Miejskiej Kłodzko Sp. z o.o. w Kłodzku, ul. Grunwaldzka 29, 57-300 Kłodzko.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ♦ oględziny budynku,
- ♦ pomiary z natury wykonane w miesiącu lutym 2022r,
- ♦ informacje przekazane przez Zarządcę budynku.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek podpiwniczony, stropodach wykonany jako wentylowany. Pokrycie dachowe stanowi papa. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji	[m]	2,68
2	Powierzchnia użytkowa mieszkalna	[m ²]	500,02
3	Powierzchnia użytkowa lokalu	[m ²]	137,10

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

Ściany zewnętrzne wykonane są o konstrukcji betonowej z dociepleniem ze styropianu. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/mK]
1	Tynk	1,0	0,82
2	Ściana betonowa	20,0	1,70
3	Styropian	3,0	0,052
4	Ściana betonowa	5,0	1,70
5	Tynk	1,0	0,82

2.1.2. PRZEGRODY POZIOME

Wszystkie stropy budynku wykonane są z płyt stropowych żelbetowych o grubości 24 cm pokrytych 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]	λ [W/mK]
1	Płyta żelbetowa	24,0	1,33
2	Płyta pilśniowa porowata	1,25	0,18
3	Jastrych cementowy	0,06	1,00

Układ warstw stropu nad piwnicą jest niemal identyczny. Występuje w nim dodatkowa warstwa płyty pilśniowej. Pokazuje to tabela 5.

Tabela 5. Układ warstw stropu nad piwnicą.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Płyta żelbetowa	24,0	1,33
2	Płyta pilśniowa porowata	2,5	0,18
3	Jastrych cementowy	0,06	1,00

Stropodach wentylowany nad ostatnią kondygnacją składa się z warstw.

Tabela 6. Układ warstw stropodachu wentylowanego.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Płyta żelbetowa	24,0	1,33
2	Żużel	10,0	0,28
3	Wentylowana pustka powietrzna	35,0	---
4	Beton	6,0	1,70
5	Papa termozgrzewalna	0,75	0,18

2.1.3. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Układ warstw ścian wewnętrznych

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Żelbet	18,0	1,70
2	Tynk	1,0	0,82

2.1.5. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa drewniana oraz PCV (wymieniona przez lokatorów) - przyjęto $U=1,60$ W/m²K.

Okna klatki schodowej nowe PCV (wymiana w 2007r.) przyjęto $U=1,60$ W/m²K.

Drzwi zewnętrzne, wejściowe do klatki schodowej ocieplone .

Drzwi wewnętrzne do mieszkań typowe - $U= 2,60$ W/m²K

Okna lokalu usługowego PCV $U=1,60$ W/m²K.

Drzwi lokalu usługowego $U=2,00$ W/m²K.

2.1.6. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono rysunki inwentaryzacji budowlanej opracowanej dla potrzeb audytu. W tabeli 9 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

Tabela 9. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściana zewnętrzna	666	1,089
2	Strop nad piwnicą	137	1,391
3	Stropodach wentylowany	180	1,357
4	Ściany wewnętrzne	141	2,645

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek jest zasilany w energię ciepłą na potrzeby c.o. z kotłowni gazowej znajdującej się w części piwnicznej budynku (zasilanie dla budynków wodna 2-8) administrowanej przez DZT Service Sp. z o.o. (kotłownia stanowi własność dostawcy ciepła). Kotłownia wyposażona jest w system zarządzania energią - automatykę pogodową. Budynek jest wyposażony w tradycyjny typ instalacji c.o. Na grzejnikach są zamontowane zawory termostatyczne. W mieszkaniach lokatorskich znajdują się grzejniki żeliwne i płytowe. Na pionach zamontowane są zawory podpionowe.

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

Sprawność regulacji przyjęto na podstawie wzoru:

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

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

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

$$\eta_{H,e} = 0,82 + 0,03 \cdot 1,00 - 0,03 = 0,82$$

Tabela 10. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,92
2	Sprawność przesyłania ciepła	η_{Hd}	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,88
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	0,93
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	w_d	1,00
7	Sprawność całkowita systemu	η	0,7228

2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za energię kupowaną u dostawcy ciepła pokazuje tabela 11.

Tabela 11. Taryfy opłat za energię ciepłą z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	21587,05
Cena ciepła	[zł/GJ]	87,20

Tabela 12. Obliczeniowe zużycie energii na cele c.o. analizowanego budynku w sezonie standardowym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	426,6
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0508

2.3. SYSTEM c.w.u.

Analizowany budynek posiada indywidualny system zaopatrzenia w wodę – z sieci dostarczana woda zimna i podgrzewana indywidualnie w kotłach gazowych.

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

Dla mieszkań:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 dm³/m²*doba
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok

Dla lokalu:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 2,5 dm³/m²*doba
- Czas użytkowania – 292,0 doby/rok

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

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 25,6 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.– 23834 kWh = 85,8 GJ

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	450,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	87,20

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 - $V_{ve,1,s} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$
- dla lokalu. - $V_{ve,1,s} = 0,00042 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

- dla mieszkań - $V_{ve,1,n} = 0,13422 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu. - $V_{ve,1,n} = 0,0512 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – 483,2 m³/h.

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego lokalu wynosi – 184,3 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Wodnej w Kłodzku jest eksploatowany od prawie 50 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono występowanie nielicznych spękań okładziny zewnętrznej. Podczas robót wymagane wzmocnienie warstwy okładzinowej ściany szczytowej. Stwierdzono zarysowania okładzin zewnętrznych oraz poziome spękanie tynku na wysokości wieńca stropodachu spowodowane brakiem prawidłowej dylatacji powierzchni dachowej od ścianki attykowej. Nie stwierdzono spękań zagrażających konstrukcji. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian i stropodachu.



Elewacja frontowa



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*.

Stolarka okienna mieszkań w dobrym stanie technicznym – stolarka wymieniona przez lokatorów. Stolarka okienna klatki schodowej i części wspólnych nowa PCV w stanie dobrym.

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

- ♦ docieplenie ścian zewnętrznych,
- ♦ ocieplenie stropodachu wentylowanego,

3.2. *SYSTEM GRZEWczy*

Analizowany budynek jest zasilany w energię ciepłą na potrzeby c.o. z kotłowni gazowej znajdującej się w części piwnicznej budynku (zasilanie dla budynków wodna 2-8) administrowanej przez DZT Service Sp. z o.o. (kotłownia stanowi własność dostawcy ciepła). Kotłownia wyposażona jest w system zarządzania energią - automatykę pogodową.

Budynek jest wyposażony w tradycyjny typ instalacji c.o. Na grzejnikach są zamontowane zawory termostatyczne. W mieszkaniach lokatorskich znajdują się grzejniki żeliwne i płytowe. Na pionach zamontowane są zawory podpionowe.

W związku z wcześniejszymi zrealizowanymi usprawnieniami systemu grzewczego na obecnym etapie w porozumieniu z Zarządcą odstąpiono od usprawnień system.

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 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.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku wełną mineralną w systemie ETICS (wełna ze względów ppoż.) z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących
2	Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatami z wełny mineralnej z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących

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.

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

gdzie:

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

5.1.1. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynku wełną mineralną w systemie ETICS. 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 budowlanych (w koszcie robót przyjęto wykonanie niezbędnych obróbek blacharskich, montaż parapetów, docieplenie ościeży okiennych itp). Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny $\lambda=0,035$.

Powierzchnia A – powierzchnia do obliczeń cieplnych budynku

Powierzchnia A'' – docieplana powierzchnia ścian do obliczenia kosztów zadania

Tabela 14. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	cena jednostk.	N _u	R	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł/m ²]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca			102,56		0,0123			-	0,918	-
11,0	3847,5	283,30		23,19		0,0028	832,0	267072,0	4,061	28,43
12,0				21,67		0,0026	842,0	270282,0	4,347	28,23
13,0		A"		20,33		0,0024	852,0	273492,0	4,633	28,10
14,0		321,00		19,15		0,0023	862,0	276702,0	4,918	28,03
15,0				18,10		0,0022	872,0	279912,0	5,204	28,00
16,0				17,15		0,0021	883,0	283443,0	5,490	28,04
17,0				16,31		0,0020	896,0	287616,0	5,775	28,17

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych spełniającą WT2021, będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 15 cm i taką przyjęto do dalszych rozważań.

Dopuszcza się zastosowanie innego materiału (o innych parametrach cieplnych) pod warunkiem zachowania parametru cieplnego przegrody po dociepleniu.

5.1.2. DOCIEPLENIE STROPODACHU WENTYLOWANEGO.

Proponuje się wykonanie docieplenia stropodachu granulatem z wełny mineralnej z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących (wykonaniem niezbędnych otworów do wtłoczenia granulatu, wykonanie kominków wentylacyjnych na dachu, uzupełnienie otworów do wtłoczenia granulatu oraz wykonanie jednowarstwowego pokrycia z papy termozgrzewalnej jako naprawa pokrycia po otworach). W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej granulatu wełny $\lambda=0,039$.

Powierzchnia A – powierzchnia do obliczeń cieplnych budynku

Powierzchnia A” – docieplana powierzchnia do obliczenia kosztów zadania

Tabela 15. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu.

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			67,66		0,0081			-	0,737	-
20,0	3847,5	150,0		8,50		0,0010	426,0	69012,0	5,865	9,85
21,0				8,15		0,0010	427,0	69174,0	6,122	9,82
22,0		A"		7,82		0,0009	428,0	69336,0	6,378	9,79
23,0		162,00		7,52		0,0009	429,0	69498,0	6,634	9,76
24,0				7,24		0,0009	430,0	69660,0	6,891	9,74
25,0				6,98		0,0008	433,0	70146,0	7,147	9,76
26,0				6,74		0,0008	438,0	70956,0	7,404	9,84

Optymalną warstwą docieplenia stropodachu, będzie warstwa granulatu z wełny mineralnej o grubości 24 cm i taką przyjęto do dalszych rozważań.

Dopuszcza się zastosowanie innego materiału (o innych parametrach cieplnych) pod warunkiem zachowania parametru cieplnego przegrody po dociepleniu.

5.1. 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.

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

gdzie:

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

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

Z uwagi na fakt wymiany stolarki okiennej przez lokatorów i wspólnotę już na obecnym etapie postanowiono zrezygnować z powyższego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i nie uwzględniano go w dalszych rozważaniach. Zaleca się jedynie do dokonywania wymiany stolarki okiennej w obrębie mieszkań na stolarką o lepszej izolacyjności cieplnej – spełniającej WT2021. Przy wymianie stolarki należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie odpowiedniego dopływu (nawiewu) świeżego powietrza. Przy wymianie stolarki okiennej należy zwracać uwagę na zamontowanie w oknach nawietrzników okiennych w celu zapewnienia dopływu odpowiedniej ilości powietrza wentylacyjnego.

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 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],

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

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii ΔO_{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],

η_o, η_1 - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji,

w_{to}, w_{t1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia tu: 1,0

w_{do}, w_{d1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia ; tu 1,0

q_o, q_1 - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania budynku

$$\eta = \eta_g \times \eta_d \times \eta_e \times \eta_s$$

W związku z wcześniejszymi zrealizowanymi usprawnieniami systemu grzewczego na obecnym etapie w porozumieniu z Zarządcą odstąpiono od usprawnień system.

5.4. POSUMOWANIE

W tabelach 16 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

Tabela 16. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatem z wełny mineralnej gr. 24cm ($\lambda=0,039$) z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących (wykonaniem niezbędnych otworów do wtłoczenia granulatu, wykonanie kominków wentylacyjnych na dachu, uzupełnienie otworów do wtłoczenia granulatu oraz wykonanie jednowarstwowego pokrycia z papy termozgrzewalnej jako naprawa pokrycia po otworach).	69 660,0	9,74
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 15 cm warstwą wełny mineralnej ($\lambda=0,035$) w systemie ETICS z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących (nowych obróbek blacharskich i parapetów wyklejeń siatką z tynkiem itp.).	279 912,0	28,00

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

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

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

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

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 17.

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 17. 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. dla części mieszkalnej
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł]
1	2	3	4	5	7
A	1+2	349 572,0	21 819,2	38,75	90 888,7
B	1	69 660,0	9 165,6	16,28	18 111,6

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 38,75% - wymagania Ustawy są spełnione.

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

1.	Docieplenie stropodachu wentylowanego granulatem z wełny mineralnej gr. 24cm ($\lambda=0,039$) z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących (wykonaniem niezbędnych otworów do wtłoczenia granulatu, wykonanie kominków wentylacyjnych na dachu, uzupełnienie otworów do wtłoczenia granulatu oraz wykonanie jednowarstwowego pokrycia z papy termozgrzewalnej jako naprawa pokrycia po otworach).
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 15 cm warstwą wełny mineralnej ($\lambda=0,035$) w systemie ETICS z wykonaniem niezbędnych robót towarzyszących (nowych obróbek blacharskich i parapetów wyklejeń siatką z tynkiem itp.).

Uwaga:

Istnieje możliwość zmiany grubości przyjętego materiału ocieplającego pod warunkiem zachowania parametrów cieplnych przegrody budowlanej.

Informacje dla Inwestora

– Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 46,55 %

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

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

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

$$Q_{oco} = 308,3 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 164,8 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,7228$$

$$\eta_1 = 0,7228$$

$$w_d = 1,0$$

$$w_t = 1,00$$

$$Q_{ocw}, Q_{1cw} = 85,8 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 \cdot 1,0 \cdot 308,3 / 0,7228 + 85,8) - (1,0 \cdot 1,0 \cdot 164,8 / 0,7228 + 85,8)) \cdot 100 / (1,0 \cdot 1,0 \cdot 308,3 / 0,7228 + 85,8)$$

$$\Delta Q = 38,75 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

$q_o = 50,8 \text{ [kW]}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_1 = 33,4 \text{ [kW]}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

$$Oz \text{ c.o.} = 87,20 \text{ [zł/GJ]}$$

$$Om \text{ c.o.} = 21587,05 \text{ [zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c]}$$

$$Oz \text{ cwu.} = 87,2 \text{ [zł/GJ]}$$

$$Om \text{ c.o.} = 0,0 \text{ [zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c]}$$

$$Ab \text{ co} = 0,0 \text{ [zł/m} \cdot \text{c]}$$

$$Ab \text{ cwu} = 450,0 \text{ [zł/m} \cdot \text{c]}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

$$K_o = w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{oco} / \eta_o \cdot Oz + 12 \cdot Om \cdot q_{om} + 12 \cdot Ab + Q_{ocw} \cdot Oz_{cwu} + 12 \cdot Om_{cwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot Ab_{cwu}$$

$$K_o = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 308,3 / 0,7228 \cdot 87,2 + 12 \cdot 21587,05 \cdot 0,0508 + 12 \cdot 0,0 + 85,8 \cdot 87,2 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,056 + 12 \cdot 450,0$$

$$K_o = 63 \ 234,5 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_1 = w_{d1} \cdot w_{t1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 \cdot Oz + 12 \cdot Om \cdot q_{1m} + 12 \cdot Ab + Q_{ocw} \cdot Oz_{cwu} + 12 \cdot Om_{cwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot Ab_{cwu}$$

$$K_1 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 164,8 / 0,7228 \cdot 87,2 + 12 \cdot 21587,05 \cdot 0,0334 + 12 \cdot 0,0 + 85,8 \cdot 87,2 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0334 + 12 \cdot 450,0$$

$$K_1 = 41 \ 415,3 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 63 \ 234,5 \text{ zł} - 41 \ 415,3 \text{ zł} = 21 \ 819,2 \text{ zł}$$

8. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I *Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Wodna 8 w Kłodzku,*
- Załącznik II *Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła oraz maksymalnego
obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu
przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – **program Certo 2015***

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.