

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalno-usługowy		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa przy ul. Wrocławskiej nr 175 w Wałbrzychu ul. Wrocławska 175 w Wałbrzychu 58-306 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Wrocławska 175 58-306 Wałbrzych 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./fax. (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. Miejscowość: Świebodzice		data wykonania: styczeń 2017 r.	
6. Spis treści			
1. DANE OGÓLNE.7 1.1 Podstawa formalna 7 1.2 Podstawa prawna 7 1.3 Przedmiot opracowania 7 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 7 2.1 Opis techniczny konstrukcji 7 2.1.1. Ściany zewnętrzne mieszkań 8 2.1.2. Ściany zewnętrzne klatki schodowej 8 2.1.3. Przegrody poziome8 2.1.4. Ściany wewnętrzne 9 2.1.5. Okna i drzwi 9 2.1.6. Podsumowanie 9 2.2. System grzewczy 10 2.2.1. Charakterystyka 10 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 10 2.3. System c.w.u. 11 2.4. System wentylacji 11 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 12 3.1. Przegrody budowlane 12 3.2. System grzewczy..... 13 3.3. System c.w.u. i wentylacji 13			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTIMALIZACJI.	13
5. OPTIMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	14
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	14
5.1.1. Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej	14
5.1.2. Docieplenie pozostałych ścian zewnętrznych budynku	14
5.1.3. Docieplenie stropodachu	15
5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę	15
5.2.1. Wymiana stolarki okiennej	16
5.2.2. Wymiana stolarki drzwiowej	16
5.3. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	16
5.4. Podsumowanie	17
6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	18
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII	20
8. ZAŁĄCZNIKI.	21

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	3	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	882,6	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	345,51	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	160,61	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	51,3 – klatka schodowa 133,60 – lokal usługowy	
7	Liczba mieszkań	3	
8	Liczba osób użytkujących budynek	3	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny - elektryczne	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Kotły na paliwo stałe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,55	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściana zewnętrzna frontowa	1,22	0,65
2	Ściany zewnętrzne boczne i tylna	1,22	0,21
3	Okna mieszkań	2,90/1,40	2,90/1,40
4	Okno klatki schodowej	4,50	1,60
5	Okna lokalu usługowego	3,00/3,10	3,00/3,10
6	Stropodach	0,98	0,16
7	Strop piwnicy	1,15	1,15
8	Drzwi wejściowe do budynku	3,40	1,50
9	Drzwi wejściowe do lokalu	3,40/2,00	3,40/2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,82	0,82
2	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,77	0,77
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	0,96	0,96
2	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności	nawietrzaki nieszczelności
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	518,4	518,4
4	Liczba wymian [1/h]	0,59	0,59
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	44,6	21,1
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	11,0	11,0
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	288,6 80 160	104,1 28 922
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	457,0 126 955	164,9 45 806
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	38,8 10 767	38,8 10 767
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	--	--
7	Zamierzone 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]	272,46	98,30
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	431,51	155,69

10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	35,20	35,20
2	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	0,0	0,0
3	Opłata za podgrzanie 1 m ³ c.w.u. [zł]	16,5	16,5
4	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	0,0	0,0
5	Opłata za ogrzanie 1 m ² pow. użytkowej [zł]	4,56	1,64
6	Opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	183 168,4	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	58,93
Planowane koszty całkowite [zł]	187 368,4	Premia termomodernizacyjna [zł] (wyłącznie dla części mieszkalnej)	12 443,2
W tym koszty kwalifikowane - mieszkania	128 937,8		
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	10 285,7		

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Roboty budowlane kredytowane w 100% - koszt własny stanowi audyt i dokumentacja projektowa
2. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ściany frontowej tynkiem ciepłochronnym, docieplenie pozostałych ścian zewnętrznych w systemie BSO, docieplenie stropodachu, wymiana okna oraz drzwi zewnętrznych klatki schodowej,
3. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia realizowane indywidualnie.

Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor:

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

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO DLA CZĘŚCI MIESZKALNEJ BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	3	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	882,6	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	345,51	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	160,61	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	51,3 – klatka schodowa 133,60 – lokal usługowy	
7	Liczba mieszkań	3	
8	Liczba osób użytkujących budynek	3	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny - elektryczne	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Kotły na paliwo stałe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,47	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściana zewnętrzna frontowa	1,22	0,65
2	Ściany zewnętrzne boczne i tylna	1,22	0,21
3	Okna mieszkań	2,90/1,40	2,90/1,40
4	Okno klatki schodowej	4,50	1,60
5	Stropodach	0,98	0,16
6	Strop piwnicy	1,15	1,15
7	Drzwi wejściowe do budynku	3,40	1,50
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,82	0,82
2	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,77	0,77
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	0,96	0,96
2	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności	nawietrzaki nieszczelności
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	280,8	280,8
4	Liczba wymian [1/h]	0,58	0,58
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	27,3	11,6
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	8,9	8,9
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	155,2 43 107	43,6 12 124
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	245,8 68 272	69,1 19 202
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	32,2 8 936	32,2 8 936
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	--	--
7	Zamierzone 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]	268,4	75,49
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	425,08	119,56
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO DLA LOKALU USŁUGOWEGO

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	3	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	882,6	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	345,51	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	160,61	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	51,3 – klatka schodowa 133,60 – lokal usługowy	
7	Liczba mieszkań	3	
8	Liczba osób użytkujących budynek	3	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny - elektryczne	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Kotły na paliwo stałe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,70	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściana zewnętrzna frontowa	1,22	0,65
2	Ściany zewnętrzne boczne i tylna	1,22	0,21
3	Okna lokalu usługowego	3,00/3,10	3,00/3,10
4	Stropodach	0,98	0,16
5	Strop piwnicy	1,15	1,15
6	Drzwi wejściowe do lokalu	3,40/2,00	3,40/2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,82	0,82
2	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,77	0,77
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	0,96	0,96
2	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności	nawietrzaki nieszczelności
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	237,6	237,6
4	Liczba wymian [1/h]	0,59	0,59
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	17,3	10,0
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	2,1	2,1
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	133,4 37 053	60,5 16 798
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	211,2 58 683	95,8 26 604
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	6,6 1831	6,6 1831
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	--	--
7	Zamierzone 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]	277,34	125,73
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	439,25	199,13
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalno-usługowy – ul. Wrocławska 175 w Wałbrzychu** zostało wykonane na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej na podstawie umowy o wykonanie audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej.

1.2. PODSTAWA PRAWNA

Niniejszy audyt energetyczny został wykonany zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zmiana z dnia 03.09.2015 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 mieszkalno-usługowy położony przy ul. Wrocławskiej 175 w Wałbrzychu.

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

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

2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO – BUDOWLANA OBIEKTU

Opisywany zespół budynków mieszkalnych wielorodzinnych został oddany do użytku ok. 1905 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany. Budynek jest obiektem wolnostojącym.

Objęty opracowaniem budynek posiada 3 kondygnacje – w poziomie parteru lokal usługowy, a na pozostałych kondygnacja mieszkania. Obiekt zamieszkiwany jest przez 3 osoby.

W budynku znajdują się w lokale mieszkalne oraz 1 lokal użytkowy.

Administratorem obiektu jest Miejski Zarząd Budynków Sp. z o.o. ul. Andersa 48, 58-304 Wałbrzych.

Budynek objęty jest ochroną konserwatorską – historyczny układ urbanistyczny dzielnicy Szczawienko (wpisany do rejestru zabytków pod nr 714/695/Wł z dnia 31.05.1978) - brak zgody Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu Delegatura w Wałbrzychu na docieplenie ściany frontowej - możliwość wykonania wyłącznie tynków ciepłochronnych). Wszelkie roboty wymagają zaopiniowania dokumentacji u Konserwatora Zabytków.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ◆ oględziny budynku,
- ◆ inwentaryzacja opracowana przez audytora,
- ◆ informacje przekazane przez zarządcę budynku.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek jest częściowo podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana płaska, Pokrycie dachu stanowi papa na deskowaniu pełnym. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Średnia wysokość kondygnacji	[m]	3,00
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	160,61
2	Powierzchnia użytkowa lokalu	[m ²]	133,60

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

Ściany zewnętrzne wykonane są jako murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Układ warstw ścian, 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/m ² K]
1	Cegła pełna	50,0	0,77

2.1.2. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE KLATKI SCHODOWEJ.

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

Tabela 3. Układ warstw ścian klatki schodowej

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła pełna	44,0	0,77

2.1.3. PRZEGRODY POZIOME

Strop nad piwnicą wykonany jest jako masywny ceramiczny pokryty 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 piwnicy.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła ceramiczna	24,0	0,77
2	Zasyпка	4,0	0,28
3	Posadzka cementowa	6,0	1,00

Stropodach wykonany jest jako drewniany z wypełnieniem pomiędzy belkami zasypką żużlową stanowiącą izolację cieplną. Układ warstw stropu piętra 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/m ² K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	2,5	0,16
3	Zasyпка	10,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	0,16
5	Deski	3,0	0,16

2.1.4. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

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

Tabela 6. Układ warstw ścian wewnętrznych.

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

2.1.5. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się stolarka okienna drewniana, aluminiowa oraz PCV.

W mieszkaniach okna drewniane stare skrzynkowa oraz nowe PCV $U = 2,90/1,40$ W/m²K.

Na klatce schodowej okno stare drewniane jednoszybowe $U = 4,50$ W/m²K.

Okna lokalu usługowe aluminiowe oraz drewniane $U = 3,00/3,10$ W/m²K.

Drzwi wejściowe do stare drewniane bez docieplenia $U = 3,40$ W/m²K..

Drzwi wejściowe do lokalu usługowego aluminiowe oraz stalowe $U = 3,4/2,0$ W/m²K..

Drzwi wejściowe do mieszkań - typowe, a założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,60$ W/m²K

2.1.6. PODSUMOWANIE

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

Tabela 7. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściana zewnętrzna frontowa	127,0	1,22
2	Ściany zewnętrzne pozostałe budynku	393,2	1,22
3	Stropodach	200,0	0,98
4	Strop piwnica	37,8	1,15
5	Ściany wewnętrzne	121,0	1,54

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1995-2010. Instalacje 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:

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

$\eta_{H,e}' = 0,77$ (pkt 4.1.2.3, tab. 3 lp. 5a) – ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi w przypadku regulacji centralnej bez miejscowej - dla węgla

$X = 1,00$ (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

$$\eta_{H,e} = 0,77 + 0,03 \cdot 1,00 - 0,03 = 0,77$$

Tabela 8. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,82
2	Sprawność przesyłania ciepła	η_d	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,77
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	0,6314

2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za gaz pokazuje tabela 9.

Tabela 9. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	35,20

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 10. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	457,0
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0446

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 podgrzewaczy elektrycznych, jest w zależności od potrzeb mieszkańców podgrzewana.

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 dm³/m²*doba - mieszkania
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok - mieszkania
- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 0,6 dm³/m²*doba - lokale
- Czas użytkowania – 284,7 doby/rok - lokale

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 – 96% (podgrzewacze elektryczne)
- Sprawność akumulacji – 85% (podgrzewacze wyprodukowane po 2005r.)
- Sprawność transportu – 80% (podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym)

Obliczeniowe obciążenie cieplne na cele przygotowania ciepłej wody budynku – 11,0 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 10767 kWh – 38,8 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 1m³ c.w.u. – 16,5 zł
- opłata za 1 MW opłata abonamentowa razem z opłatą za energię lokalu – 0,0 zł/m-c
- cena ciepła – 142,0 zł/GJ
- mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. – 0,0 zł

2.4. **SYSTEM WENTYLACJI**

W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w kuchniach i łazienkach. Przy obliczeniach strat ciepła przyjęto normowe ilości wymian w pomieszczeniach – minimalne krotności wymian powietrza do mocy cieplnej 0,5 1/h.

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

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 - $V_{ve,1,s} = 0,00033 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

- dla mieszkań - $V_{ve,1,n} = 0,044 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{ve,1,n} = 0,044 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

- dla mieszkań - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 481,8 / 3600 = 0,027 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 400,8 / 3600 = 0,022 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – 280,8 m³/h.

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego lokalu wynosi – 237,6 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalno-usługowy przy ul. Wrocławskiej jest eksploatowany od ponad 110 lat. W wyniku dokonanego przeglądu niewielkie spękania ścian zewnętrznych (elewacja tylna wymaga wzmocnienia). W kilku miejscach stwierdzono ubytki okładziny oraz powierzchniowe spękania tynków. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian i dachu.



Fot. 1 – elewacja frontowa



Fot. 2 – elewacja tylna

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

Stolarka okienna w obrębie klatki schodowej stara drewniana wymaga wymiany. Drzwi wejściowe do klatki schodowej stare drewniane wymagają wymiany na nowe.

Budynek objęty jest ochroną konserwatorską – historyczny układ urbanistyczny dzielnicy Szczawienko (wpisany do rejestru zabytków pod nr 714/695/Wł z dnia 31.05.1978) - brak zgody Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu Delegatura w Wałbrzychu na docieplenie ściany frontowej - możliwość wykonania wyłącznie tynków ciepłochronnych). Wszelkie roboty wymagają zaopiniowanie dokumentacji u Konserwatora Zabytków.

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

- ♦ wykonanie tynków ciepłochronnych na elewacji frontowej jako docieplenie ściany,
- ♦ docieplenie pozostałych ścian zewnętrznych budynku,
- ♦ docieplenie stropodachu nad mieszkaniami,
- ♦ wymiana stolarki okiennej części wspólnych – klatki schodowej,
- ♦ wymiana stolarki drzwiowej części wspólnych – klatki schodowej,

3.2. SYSTEM GRZEWczy

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1990-2010. Instalacje 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. Odrzucono kosztowne przedsięwzięcia termomodernizacyjne związane z modernizacją systemów c.w.u. i wentylacyjnego.

Tabela 11. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych.
2	Docieplenie pozostałych ścian zewnętrznych budynku styropianem w systemie BSO.
3	Docieplenie stropodachu wełną mineralną wraz z wykonaniem nowego pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej.
4	Wymiana okna klatki schodowej na nowe PCV o lepszych parametrach cieplnych
5	Wymiana drzwi klatki schodowej na nowe drewniane o lepszych parametrach cieplnych

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych

Tabela 13. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	N _u	R	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	365,0	142,35		0,0178		-	0,82	-
8,0				34,32		0,0043	91848,6	3,40	24,15
9,0				31,34		0,0039	93031,2	3,72	23,81
10,0				28,84		0,0036	94213,8	4,05	23,58
11,0				26,71		0,0033	95199,3	4,37	23,39
12,0				24,88		0,0031	96579,0	4,69	23,36
13,0				23,28		0,0029	98155,8	5,01	23,42
14,0				21,87		0,0027	99732,6	5,34	23,52

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych, spełniającą wymagania WT2017, będzie warstwa styropianu o grubości 12 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.1.3. DOCIEPLENIE STROPODACHU.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu wełną mineralną twardą z wykonaniem nowego porycia dachowego z papy termozgrzewalnej. W tabeli 14 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia stropodachu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. W kosztach robót uwzględniono niezbędne wzmocnienia konstrukcji dachowej, wymianę przegnitego deskowania. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen w regionie. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny mineralnej $\lambda=0,037$.

Tabela 14. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	N _u	R	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	200,0	62,66		0,0074		-	1,020	-
15,0				12,60		0,0015	37800,0	5,074	21,45
16,0				11,96		0,0014	38200,0	5,345	21,41
18,0				10,86		0,0013	38600,0	5,885	21,17
19,0				10,39		0,0012	38900,0	6,156	21,14
20,0				9,95		0,0012	39200,0	6,426	21,13
21,0				9,55		0,0011	39600,0	6,696	21,18
22,0				9,18		0,0011	40200,0	6,966	21,35

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu, spełniający wymagania dot izolacyjności cieplnej, będzie miała warstwa wełny mineralnej twardej grubości 20 cm.

5.2. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego polegającego na wymianie okien (optymalny współczynnik przenikania ciepła) odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego prosty czas nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku i zmiana z 3 września 2015.

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

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],

$$\Delta O_{rok} = (x_o \cdot O_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot O_{1u} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}) \text{ [zł/rok]}$$

5.2.1 ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ OKIENNĄ

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki okiennej części wspólnych klatki schodowej (stara stolarka drewniana) na nową PCV. Temp. wewnętrzna klatki schodowej – 8,0 °C

W rozważaniach brano pod uwagę dwa typy stolarki:

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła okien $U = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła okien $U = 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 15. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej

okno PCV	Sd	Aok	Qou	Q1u	qou	q1u	Nok	SPBT
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 4,50	2900	1,60	6,92	5,68	0,0008	0,0006	1280,0	29,26
1,4								
1,6				5,76		0,0006	1152,0	28,15

Optymalnym rodzajem stolarki okiennej klatki schodowej jest stolarka PCV o współczynniku przenikania ciepła $U=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.2.2 ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ DRZWIOWĄ

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki drzwiowej klatki schodowej (stara stolarka drewniana) na nową drewnianą. Temp. wewnętrzna klatki schodowej – 8,0 °C

W rozważaniach brano pod uwagę dwa typy stolarki:

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła drzwi $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła drzwi $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 16. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej

drzwi	Sd	Ad	Qou	Q1u	qou	q1u	Nd	SPBT
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 3,40	2900	3,30	7,93	6,19	0,0009	0,0007	5940,0	97,18
1,3								
1,5				6,36		0,0007	5280,0	95,48

Optymalnym rodzajem stolarki drzwiowej klatki schodowej są drzwi drewniane o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

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 i zmiana z 3 września 2015.

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

gdzie:

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

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

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

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

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

Tabela 17. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1	Docieplenie stropodachu wełną mineralną twardą gr. 20 cm ($\lambda=0,037$) z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej, W tym koszt dotyczący części mieszkalnej (odjęto koszt docieplenia lokali $31,0\text{m}^2 \cdot 196 = 6076,0$ zł)	39 200,0 33 124,0	21,13
2	Docieplenie ścian zewnętrznych bocznych i tylnej budynku (w tym ściany klatki schodowej) oraz frontu przybudówki 12 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,031$) w systemie BSO z odtworzeniem detali elewacji bocznej prawej oraz wzmocnienie ściany tylnej W tym koszt dotyczący części mieszkalnej (odjęto koszt docieplenia lokali $148,7\text{m}^2 \cdot 264,6 = 39 346,02$ zł)	96 579,0 57 232,98	23,36
3	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych klatki schodowej na nową PCV – $U=1,6$ W/m ² K	1 152,0	28,15
4	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych gr. 5 cm ($\lambda=0,07$) z jednoczesnym odtworzeniem detali architektonicznych W tym koszt dotyczący części mieszkalnej (odjęto koszt docieplenia lokali $33,0\text{m}^2 \cdot 394,2 = 13 008,6$ zł)	40 957,4 27 948,8	81,23
5	Wymiana stolarki drzwiowej klatki schodowej na nowe drewniane – $U=1,5$ W/m ² K	5 280,0	95,48
6	Kosz opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej	4 200,0 zł	

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 *szczególne zakresu i form audytu energetycznego, a także części audytu remontowego*, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego oblicza się kolejno:

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

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

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

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

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

Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło analizowanego budynku oraz maksymalne zapotrzebowanie mocy ciepła dla stanu istniejącego oraz po realizacji każdej z zaproponowanych kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych wykonano programem Certo 2015. Wydruki danych i wyników obliczeń programu dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu znajdują się w załączniku II do pracy.

Tabela 18. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć ¹⁾	Planowane koszty całkowite kwalifikowane	Roczna oszczęd. kosztów energii mieszkań	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględn. spraw. ΔQ	Optymalna kwota kredytu i udziału własnego	Premia termomodernizacyjna obliczona wyłącznie dla części mieszkalnej		
						20% kredytu	16% kosztów	2x rocznej oszczęd.
		[zł]	[zł/rok]	[%]		[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1+2+3+4+5	187 368,4 128 937,8	10 285,7 6 221,6	58,93 63,58	183 168,4 zł (97,76%) 4 200,0 zł (2,24%)	36 633,7 24 947,6	29 978,9 20 630,0	20 571,4 12 443,2
B	1+2+3+4	182 088,4	10 190,9	58,38	177 888,4 zł (97,69%) 4 200,0 zł (2,31%)	36 577,7	29 134,1	20 381,8
C	1+2+3	141 131,0	9 187,5	52,64	136 931,0 zł (97,02%) 4 200,0 zł (2,98%)	27 386,2	22 581,0	18 375,0

D	1+2	139 979,0	9 115,0	52,22	135 779,0 zł (97,00%) 4 200,0 zł (3,00%)	27 155,8	22 396,6	18 230,0
E	1	43 400,0	2 748,4	15,75	39 200,0 zł (90,32%) 4 200,0 zł (9,68%)	7 840,0	6 944,0	5 496,8

- 1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 17. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łącznie koszt ok. 4200,0 zł)
- 2) 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 powinno wynosić co najmniej 25%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 58,93% - wymagania Ustawy są spełnione (w w/w okresie w budynku prowadzono modernizację systemu grzewczego w obrębie poszczególnych mieszkań)

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1	Docieplenie stropodachu wełną mineralną twardą gr. 20 cm ($\lambda=0,037$) z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej,
2	Docieplenie ścian zewnętrznych bocznych i tylnej budynku (w tym ściany klatki schodowej) oraz frontu przybudówki 12 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,031$) w systemie BSO z odtworzeniem detali elewacji bocznej prawej oraz wzmocnienie ściany tylnej
3	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych klatki schodowej na nową PCV – $U=1,6$ W/m ² K
4	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych gr. 5 cm ($\lambda=0,07$) z jednoczesnym odtworzeniem detali architektonicznych
5	Wymiana stolarki drzwiowej klatki schodowej na nowe drewniane – $U=1,5$ W/m ² K

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 63,93%
- Stawka c.o. na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 1,64zł/m²

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

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

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

$$Q_{oco} = 288,6 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 104,1 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,6314$$

$$\eta_1 = 0,6314$$

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

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

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa (z uwzględnieniem sprawności) moc cieplna na przygotowanie c.w.u} = 38,8 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 * 1,0 * 288,6 / 0,6314 + 38,8) - (1,0 * 1,0 * 104,1 / 0,6314 + 38,8)) * 100 / (1,0 * 1,0 * 288,6 / 0,6314 + 38,8)$$

$$\Delta Q = 58,93 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$$q_o = 44,6 \text{ kW – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)}$$

$$q_1 = 21,1 \text{ kW – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)}$$

$$O_z \text{ c.o.} = 35,20 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$O_z \text{ cwu.} = 142,0 \text{ [zł/GJ]}$$

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

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

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

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 * 1,0 * 288,6 / 0,6314 * 35,2 + 12 * 0,0 * 0,0446 + 12 * 0,0 + 38,8 * 142,0 +$$

$$12 * 0,0 * 0,011 + 12 * 0,00$$

$$K_o = 21\,598,8 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

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

$$K_1 = 1,0 * 1,0 * 104,1 / 0,6314 * 35,2 + 12 * 0,0 * 0,0211 + 12 * 0,0 + 38,8 * 142,0 +$$

$$12 * 0,0 * 0,011 + 12 * 0,00$$

$$K_1 = 11\,313,1 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 21\,598,8 \text{ zł} - 11\,313,1 \text{ zł} = 10\,285,7 \text{ zł}$$

7. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I *Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Wrocławskiej 175 w Wałbrzychu,*
- Załącznik II *Wydruki danych i wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła
oraz obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego
wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych – 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 (Dz.U. Nr 43 poz. 346) oraz zmiana z dnia 03.09.2015.
8. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
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.