

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. Niepodległości 24 w Wałbrzychu 58-303 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Niepodległości 24 58-303 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: sierpień 2017 r.	
6. Spis treści			
1. DANE OGÓLNE.8 1.1 Podstawa formalna 8 1.2 Podstawa prawna 8 1.3 Przedmiot opracowania 8 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 8 2.1 Opis techniczny konstrukcji 8 2.1.1. Ściany zewnętrzne mieszkań 9 2.1.2. Ściany zewnętrzne klatki schodowej 9 2.1.3. Przegrody poziome 9 2.1.4. Ściany wewnętrzne 10 2.1.5. Okna i drzwi 11 2.1.6. Podsumowanie 11 2.2. System grzewczy 11 2.2.1. Charakterystyka 11 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 12 2.3. System c.w.u. 12 2.4. System wentylacji 13 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 13 3.1. Przegrody budowlane 13 3.2. System grzewczy 15 3.3. System c.w.u. i wentylacji 15			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTIMALIZACJI.	15
5. OPTIMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	16
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	16
5.1.1. Docieplenie ściany frontowej	16
5.1.2. Docieplenie ściany tylnej i bocznych	16
5.2. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	17
5.3. Podsumowanie	18
6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	19
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTIMALNEGO WARIANTU MODERNIZACJI	20
8. ZAŁĄCZNIKI.	21

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	4	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2867,7	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	1058,6	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	679,28	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	276,62 – lokale usługowe 102,7 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	17	
8	Liczba osób użytkujących budynek	29	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne kotły gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,30	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściana zewnętrzna frontowa	0,99	0,58
2	Ściana zewnętrzna frontowa z okładziną z kamienia	0,99	0,99
3	Ściana zewnętrzna tylna i boczne	0,99	0,205
4	Okna mieszkań	1,60/2,90	1,60/2,90
5	Okna klatki schodowej	1,60	1,60
6	Okna lokali usługowych	2,00/2,90	2,00/2,90
7	Strop pod strychem nieużytkowym	0,95	0,95
8	Dach skośny	0,24	0,24
9	Stropodach płaski (lokal)	1,01	1,01
10	Strop piwnicy	1,05	1,05
11	Drzwi wejściowe do budynku	2,00	2,00
12	Drzwi wejściowe do lokali usługowych	2,60	2,60
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 przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
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]	1681	1681
4	Liczba wymian [1/h]	0,59	0,59
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	83,5	60,0
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	18,7	18,7
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	505,5 140 430	294,2 81 734
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	631,3 175 362	367,4 102 065
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	127,1 35 296	127,1 35 296
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]	146,91	85,50

9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/m ² /rok]	183,45	106,77		
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]		0,0	0,0		
7. Opłaty jednostkowe						
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	47,80	47,80		
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]	14,5	14,5		
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]	3,62	2,52		
6	Opłata abonamentowa	[zł]	950	950		
7	Inne	[zł]	-	-		
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – obliczenia całego budynku						
Planowana suma kredytu		[zł]	277 618,3	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	34,79	
Planowane koszty całkowite dla inwestycji		[zł]	284 752,3	Premia termomodernizacyjna Dla części mieszkalnej (wg ustawy)	[zł]	19 232,2
Roczna oszczędność kosztów energii		[zł]	12 612,6			

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Kredytowanie robót budowlanych w 100 %
2. Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej wyłączenie tynkami ciepłochronnymi (brak zgody Konserwatora zabytków na docieplenie styropianem).
3. Docieplenie ściany tylnej i bocznych styropianem wg BSO
4. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia realizowane indywidualnie przez mieszkańców .

Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor:

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

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO CZĘŚCI MIESZKALNEJ BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	4	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2037,8	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	12058,6	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	679,28	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	276,62 – lokale usługowe 102,7 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	17	
8	Liczba osób użytkujących budynek	29	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne kotły gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,23	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściana zewnętrzna frontowa	0,99	0,58
2	Ściana zewnętrzna frontowa z okładziną z kamienia	0,99	0,99
3	Ściana zewnętrzna tylna i boczne	0,99	0,205
4	Okna mieszkań	1,60/2,90	1,60/2,90
5	Okna klatki schodowej	1,60	1,60
6	Strop pod strychem nieużytkowym	0,95	0,95
7	Dach skośny	0,24	0,24
8	Strop piwnicy	1,05	1,05
9	Drzwi wejściowe do 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 przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
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]	1188	1188
4	Liczba wymian [1/h]	0,58	0,58
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	57,0	39,0
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	16,4	16,4
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	336,9 93 571	175,8 48 842
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	420,6 116 847	219,6 60 991
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	114,0 31 657	114,0 31 657
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]	137,75	71,90
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	172,02	89,79

10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	47,80	47,80
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]	14,5	14,5
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]	3,87	2,69
6	Opłata abonamentowa [zł]	850	850
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – obliczenia dla części mieszkalnej			
Planowana suma kredytu [zł]	277 618,3	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	37,62
Planowane koszty całkowite dla części mieszkalnej [zł]	230 582,2	Premia termomodernizacyjna dla części mieszkalnej (wg ustawy) [zł]	19 232,2
Roczna oszczędność kosztów energii dla części mieszkalnej [zł]	9 616,1		

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO CZĘŚCI USŁUGOWEJ BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	4	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	829,9	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	12058,6	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	679,28	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	276,62 – lokale usługowe 102,7 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	17	
8	Liczba osób użytkujących budynek	29	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne kotły gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,69	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściana zewnętrzna frontowa	0,99	0,58
2	Ściana zewnętrzna frontowa z okładziną z kamienia	0,99	0,99
3	Ściana zewnętrzna tylna i boczne	0,99	0,205
4	Okna lokali usługowych	2,00/2,90	2,00/2,90
5	Stropodach płaski (lokal)	1,01	1,01
6	Strop piwnicy	1,05	1,05
7	Drzwi wejściowe do lokali usługowych	2,60	2,60
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 przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
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]	493	493
4	Liczba wymian [1/h]	0,59	0,59
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	26,5	21,0
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	2,3	2,3

3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	168,6 46 859	118,4 32 892
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	210,7 58 515	147,8 41 074
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	13,1 3 639	13,1 3 639
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]	169,40	118,91
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	211,54	148,49
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	47,80	47,80
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]	14,5	14,5
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]	6,47	5,56
6	Opłata abonamentowa [zł]	100	100
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – obliczenia dla części usługowej			
Planowana suma kredytu [zł]	277 618,3	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	29,77
Planowane koszty całkowite dla części usługowej [zł]	54 170,1	Premia termomodernizacyjna [zł]	0,0
Roczna oszczędność kosztów energii [zł] Dla części usługowej	2 996,5		

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalno-usługowy wielorodzinny – ul. Niepodległości 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 wielorodzinny położony przy ul. Niepodległości 24 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. 1931 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek posiada 4 kondygnacje, 17 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 29 osób.

W budynku w części przyziemia znajdują się 2 lokale usługowe.

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

Budynek objęty jest ochroną konserwatorską – znajduje się w wykazie zabytków oraz jest położony na terenie układu przestrzennego dzielnicy Podgórze, figurującego w wykazie obszarów zabytkowych (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.

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 podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana dwuspadowa – pokrycie stanowi dachówka zakładkowa. 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]	679,28
3	Powierzchnia użytkowa lokali	[m ²]	276,62

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU

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

Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych mieszkań.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła pełna	65,0	0,77

2.1.2. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE KLATKI SCHODOWEJ.

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

Tabela 3. Układ warstw ścian klatki schodowej

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła pełna	65,0	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, 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	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Strop ceramiczny z cegieł	25,0	0,77
3	Zasyпка żużlowa	6,0	0,28
4	Jastrych cementowy	5,0	1,00

Strop nad części mieszkalną pod poddaszem nieużytkowym wykonany jest jako drewniany z wypełnieniem pomiędzy belkami zasypką żużlową stanowiącą izolację cieplną. Układ warstw, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Układ warstw stropu pod poddaszem nieużytkowym.

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

Dach skośny nad mieszkaniem i klatką schodową poddasza wykonany o konstrukcji drewnianej z dociepleniem z wełny mineralnej i pokryciem z dachówki zakładkowej – remont dachu wykonano w 2011r. Układ warstw dachu licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Układ warstw dachu skośnego

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	Wełna mineralna	15,0	0,04
4	Pustka powietrzna	6,0	--
5	Dachówka	3,0	1,0

Nad części lokali usługowych stropodach płaski wykonany o konstrukcji drewnianej z dociepleniem z żużla. Układ warstw dachu licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Układ warstw stropodachu płaskiego

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 żużlowa	10,0	0,28
4	Pustka powietrzna	6,0	--
5	Deska	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 i lokale od klatki schodowej. Na podstawie dostępnej dokumentacji technicznej budynku określono jeden typy ścian wewnętrznych. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Układ warstw ścian wewnętrznych.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła	43,0	0,77

2.1.5. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się stolarka okienna nowa PCV (wymieniona przez lokatorów) oraz stara drewniana skrzynkowa. Na klatce schodowej stolarka okienna PCV – wymieniona przez Wspólnotę w 2014r. – założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Okna lokali PCV oraz drewniane - $U = 2,0 / 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi wejściowe do budynku stalowe ocieplone - $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi wejściowe do lokali aluminiowe - $U = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi wejściowe do mieszkań - drewniane typowe, a założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.1.6. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono elewacje pochodzące z inwentaryzacji budowlanej opracowanej dla celów audytu energetycznego. 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 frontowa	336,5	0,99
2	Ściana zewnętrzna frontowa z okładziną z kamienia	25,5	0,99
3	Ściana zewnętrzna tylna i boczne	702,0	0,99
4	Strop pod strychem nieużytkowym	234,0	0,95
5	Stropodach płaski nad lokalem	18,0	1,01
6	Dach skośny mieszkania/klatka schodowa	124,0	0,24
7	Strop piwnica	276,0	1,05
8	Ściany wewnętrzne	297,0	1,22

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1995-2009. 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:

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

$\eta_{H,e}' = 0,88$ (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 10. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
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 gaz pokazuje tabela 11.

Tabela 11. 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]	950,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	47,80

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

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	631,3
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0835

2.3. SYSTEM c.w.u.

Analizowany budynek posiada indywidualny system zaopatrzenia w c.w.u. tzn., że do mieszkań dostarczana jest zimna woda wodociągowa gdzie, przy użyciu kotłów dwufunkcyjnych gazowych, jest w zależności od potrzeb mieszkańców podgrzewana.

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 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 – 85% (kotły kondensacyjne)
- Sprawność akumulacji – 100% (brak zasobników c.w.u.)

- Sprawność transportu – 80% (podgrzewanie wody dla grupy punktów poboru w jednym lokalu mieszkalnym)

Obliczeniowe obciążenie cieplne na cele przygotowania ciepłej wody budynku – 18,7 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 35296 kWh – 127,1 GJ

Dla mieszkań:

Obliczeniowe obciążenie cieplne na cele przygotowania ciepłej wody – 16,4 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 31657 kWh/ 114,0 GJ

Dla lokalu:

Obliczeniowe obciążenie cieplne na cele przygotowania ciepłej wody – 2,3 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 3639 kWh/ 13,1 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. – 14,5 zł
- opłata za 1 MW opłata abonamentowa razem z opłatą za c.o. – 950,0 zł/m-c
- mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. – 0,0 zł

2.4. SYSTEM WENTYLACJI

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

Stopień 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 - $V_{ve,1,n} = 0,217 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{ve,1,n} = 0,091 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

- dla mieszkań - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 2037,8 / 3600 = 0,1113 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 829,9 / 3600 = 0,0460 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań – 1188 m³/h.

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego lokalu – 493 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Niepodległości jest eksploatowany od ponad 85 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono niewielkie spękania ścian zewnętrznych wymagające wzmocnienia przed dociepleniem. 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.



Fot. 1 – elewacja frontowa i boczna prawa



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 PCV stanie technicznym bardzo dobrym.

Pokrycie dachowe nowe po kapitalny remoncie – stan techniczny dobry

Budynek objęty jest ochroną konserwatorską – wykaz zabytków (brak zgody Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu Delegatura w Wałbrzychu na docieplenie ściany frontowej – możliwość wykonania wyłącznie tynków ciepłochronnych, a w obrębie okładziny z kamienia – kamień wyłącznie do renowacji bez docieplenia).

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 ścian,
- ♦ docieplenie ściany zewnętrznej tylnej i bocznych styropianem wg BSO,

3.2. SYSTEM GRZEWczy

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1995-2009. 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 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 ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych.
2	Docieplenie ściany zewnętrznej tylnej budynku styropianem w systemie BSO.

W dalszej części pracy przeprowadzono analizę ekonomiczną poszczególnych propozycji termomodernizacyjnych

5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH

5.1. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEGRODY

Dobranie optymalnych grubości dodatkowej izolacji przegrody budowlanej dokonuje się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalną grubość docieplenia uważa się grubość dla której prosty czas zwrotu nakładów SPBT, wynikający z poniesionych kosztów i uzyskanych oszczędności, przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w załączniku nr 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego i zmiana z 3 września 2015

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

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 ŚCIANY FRONTOWEJ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ściany frontowej budynku poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych wg rozwiązań systemowych – maksymalna dopuszczalna grubość tynku - 5cm. Koszt wykonania tynków określono na podstawie rzeczywistych cen robót oraz kosztorysu inwestorskiego. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich, wymianę parapetów i remont detali architektonicznych – opaski wraz z niezbędną renowacją kamienia. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej tynku ciepłochronnego $\lambda=0,07$.

A - powierzchnia do obliczeń cieplnych

A' – powierzchnia do obliczeń kosztów robót.

Tabela 14. Docieplenie ściany frontowej i bocznych tynkiem ciepłochronnym.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{tu}	q _{ou}	q _{tu}	N _u	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	A	89,44		0,0112		-	1,01	-
3,0		282,6		62,80		0,0079	97666,6	1,44	76,69
4,0		A'		57,12		0,0071	99192,6	1,58	64,22
5,0		282,6		52,39		0,0066	100718,6	1,72	56,88

5.1.2. DOCIEPLENIE ŚCIANY TYLNEJ I BOCZNYCH.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ściany tylnej i bocznych budynku styropianem w systemie BSO. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie oraz kosztorysu inwestorskiego. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek oraz montaż parapetów i wykonanie wzmocnienia spękania ścian itp. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,031$.

A- powierzchnia do obliczeń cieplnych

A' – powierzchnia do obliczeń kosztów robót

Tabela 15. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych budynku.

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]	[MM]	[MM]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	A	193,72		0,0242		-	1,01	-
8,0		612,1		54,49		0,0068	161578,0	3,59	24,28
9,0				50,00		0,0063	163658,4	3,91	23,82
10,0		A'		46,19		0,0058	165738,9	4,24	23,50
11,0		642,1		42,93		0,0054	168512,7	4,56	23,38
12,0				40,09		0,0050	169899,7	4,88	23,14
13,0				37,60		0,0047	173367,0	5,20	23,23
14,0				35,41		0,0044	176834,3	5,53	23,37

Optymalną warstwą docieplenia ściany tylnej i bocznych będzie warstwa styropianu o grubości 12 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

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.

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

gdzie:

N_{co} - planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia; [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 obydwie: 1,

w_{do}, w_{d1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia; tu przed 1,0 i po 1,00

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

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

5.3. POSUMOWANIE

W tabeli 16 zestawiono wyłonię powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne 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 ściany zewnętrznej tylnej i bocznych budynku (w tym ściany klatki schodowej) 12 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,031$) w systemie BSO z wykonaniem docieplenia ościeży okiennych, wzmocnieniem ściany oraz montażem obróbek blacharskich i parapetów	169 899,7 w tym mieszkania 128 595,6	23,14
2.	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych gr. 5 cm ($\lambda=0,07$) z jednoczesnym odtworzeniem detali architektonicznych oraz wzmocnieniem ściany wymianą obróbek blacharskich i montażem parapetów i renowacją okładziny kamiennej	100 718,6 w tym mieszkania 94 852,6	56,88
3.	Kosz opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej	7 134,0 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 *szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, a także części audytu remontowego*, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego oblicza się kolejno:

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

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

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

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

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 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 – dla części mieszkalnej

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć ¹⁾	Planowane koszty całkowite dla części mieszkalnej	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględn. spraw. ΔQ	Optymalna kwota kredytu i udziału własnego	Premia termomodernizacyjna dla części mieszkalnej		
						20% kredytu	16% kosztów	2x rocznej oszczęd.
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1+2	230 582,2	9 616,1	37,62	223 448,2 zł (96,91%) 7 134,0 zł (3,09%)	44 689,6	35 223,2	19 232,2
B	1	135 729,6	7 491,1	29,31	128 595,6 zł (94,74%) 7 134,0 zł (5,26%)	25 719,1	21 716,7	14 982,3

- 1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 16. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łącznie koszt ok. 7134,0 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 37,62% - 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 ściany zewnętrznej tylnej i bocznych budynku (w tym ściany klatki schodowej) 12 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,031$) w systemie BSO z wykonaniem docieplenia ościeży okiennych, wzmocnieniem ściany oraz montażem obróbek blacharskich i parapetów
2.	Docieplenie ściany zewnętrznej frontowej poprzez wykonanie tynków ciepłochronnych gr. 5 cm ($\lambda=0,07$) z jednoczesnym odtworzeniem detali architektonicznych oraz wzmocnieniem ściany wymianą obróbek blacharskich i montażem parapetów i renowacją okładziny kamiennej

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 47,82%
- Stawka c.o. na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 2,69zł/m²

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

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

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

$$Q_{oco} = 336,9 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 175,8 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,8008$$

$$\eta_1 = 0,8008$$

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

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

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u} = 114,0 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 \times 1,0 \times 336,9 / 0,8008 + 114,0) - (1,0 \times 1,0 \times 175,8 / 0,8008 + 114,0)) \times 100 / (1,0 \times 1,0 \times 336,9 / 0,8008 + 114,0)$$

$$\Delta Q = 37,62 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$q_o = 57,0 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_1 = 39,0 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

$$O_z \text{ c.o.} = 47,80 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$O_z \text{ cwu.} = 47,80 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$A_b \text{ co} = 950,0 \text{ [zł/m-c]}$$

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

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 \times 1,0 \times 336,9 / 0,8008 \times 47,8 + 12 \times 0,0 \times 0,0570 + 12 \times 950,0 + 114,0 \times 47,8 + 12 \times 0,0 \times 0,0164 + 12 \times 0,00$$

$$K_o = 48\,358,9 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_1 = w_{d0} \cdot w_{t0} \cdot Q_{lco} / \eta_1 \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{1m} + 12 \cdot A_b + Q_{ocw} \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot A_b \cdot c_{wu}$$

$$K_1 = 1,0 \times 1,0 \times 175,8 / 0,8008 \times 47,8 + 12 \times 0,0 \times 0,0390 + 12 \times 950,0 + 114,0 \times 47,8 + 12 \times 0,0 \times 0,0164 + 12 \times 0,00$$

$$K_1 = 38\,742,8 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 48\,358,9 \text{ zł} - 38\,742,8 \text{ zł} = 9\,616,1 \text{ zł}$$

8. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I *Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Niepodległości 24 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.