

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalno-usługowy, wielorodzinny,		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa Ul. Moniuszki 102 58-300 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Moniuszki 102 58-300 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: marzec 2018 r.	
6. Spis treści			
1. DANE OGÓLNE.9 1.1 Podstawa formalna 9 1.2 Podstawa prawna 9 1.3 Przedmiot opracowania 9 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 9 2.1 Opis techniczny konstrukcji 9 2.1.1. Ściany zewnętrzne 10 2.1.2. Przegrody poziome10 2.1.3. Ściany wewnętrzne 11 2.1.4. Okna i drzwi 11 2.1.5. Podsumowanie 11 2.2. System grzewczy 12 2.2.1. Charakterystyka 12 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 12 2.3. System c.w.u. 13 2.4. System wentylacji 14 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 14 3.1. Przegrody budowlane 14 3.2. System grzewczy 15 3.3. System c.w.u. i wentylacji 15			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.	16
5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	16
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	16
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych budynku	16
5.1.2. Docieplenie dachu stromego mieszkań	17
5.1.3. Docieplenie stropodachu płaskiego mieszkań	18
5.2. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	18
5.3. Podsumowanie	19
6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	19
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE KOSZTÓW OGRZEWANIA	22
8. ZAŁĄCZNIKI.	23

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	3	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1395,8	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	521,08	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	248,00	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	31,00 – klatka schodowa 242,08 – lokal usługowy	
7	Liczba mieszkań	4	
8	Liczba osób użytkujących budynek	6	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne kotły gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,45	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściany zewnętrzne	1,26	0,214
2	Okna mieszkań	1,60	1,60
3	Okna klatki schodowej	2,90	1,30
4	Okna lokalu usługowego	1,60	1,60
5	Strop pod poddaszem nieużytkowym	0,86	0,86
6	Dach stromy w części mieszkalnej	1,12	0,158
7	Dach płaski w części mieszkalnej	0,96	0,154
8	Drzwi wejściowe do budynku	3,40	1,50
9	Drzwi wejściowe do lokalu	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]	849,6	849,6
4	Liczba wymian [1/h]	0,61	0,61
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	64,3	34,7
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	14,2	14,2
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	487,6 135442	207,4 57606
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	608,9 169135	259,0 71936
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	47,6 13225	47,6 13225
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]	276,37	117,54
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	345,11	146,78

10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	54,20	54,20
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]	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]	6,22	3,00
6	Opłata abonamentowa [zł]	300,0	300,0
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – obliczenia całego budynku			
Planowana suma kredytu [zł]	343 484,3	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	57,47
Planowane koszty całkowite dla inwestycji [zł]	347 174,3	Premia termomodernizacyjna Dla części mieszkalnej (wg ustawy) [zł]	27 546,8
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	18 964,6		

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych, docieplenie dachu z remontem pokrycia dachowego, wymiana okien i drzwi części wspólnych,
2. Rezygnacja z usprawnień systemu grzewczego – usprawnienia realizowane indywidualnie przez mieszkańców.

Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor:

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

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]	669,6	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	521,08	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	248,00	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	31,00 – klatka schodowa 242,08 – lokal usługowy	
7	Liczba mieszkań	4	
8	Liczba osób użytkujących budynek	6	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne kotły gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
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	Ściany zewnętrzne	1,26	0,214
2	Okna mieszkań	1,60	1,60
3	Okna klatki schodowej	2,90	1,30
4	Strop pod poddaszem nieużytkowym	0,86	0,86
5	Dach stromy w części mieszkalnej	1,12	0,158
6	Dach płaski w części mieszkalnej	0,96	0,154
7	Drzwi wejściowe do budynku	3,40	1,50
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]	417,6	417,6
4	Liczba wymian [1/h]	0,62	0,62
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	39,4	17,9
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	10,4	10,4
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	312,1 86692	108,6 30157
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	389,7 108257	135,6 37659
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	36,1 10040	36,1 10040
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]	349,56	121,60
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	436,52	151,85
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0

7. Opłaty jednostkowe				
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	54,20	54,20
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]	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]	7,90	3,28
6	Opłata abonamentowa	[zł]	200,0	200,0
7	Inne	[zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – obliczenia dla części mieszkalnej				
Planowana suma kredytu	[zł]	276 685,2	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	59,68
			[%]	
Planowane koszty całkowite dla części mieszkalnej	[zł]	280 375,2	Premia termomodernizacyjna dla części mieszkalnej (wg ustawy)	27 546,8
Roczna oszczędność kosztów energii dla części mieszkalnej	[zł]	13 773,4		

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]	726,2	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	521,08	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	248,00	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	31,00 – klatka schodowa 242,08 – lokal usługowy	
7	Liczba mieszkań	4	
8	Liczba osób użytkujących budynek	6	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualne kotły gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,34	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściany zewnętrzne	1,26	0,214
2	Okna lokalu usługowego	1,60	1,60
3	Drzwi wejściowe do lokalu	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]	432,0	432,0
4	Liczba wymian [1/h]	0,59	0,59
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	24,9	16,8
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	3,8	3,8
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	175,5 48750	98,8 27449
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok] [kWh/rok]	219,1 60876	123,4 34277
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok] [kWh/rok]	11,5 3185	11,5 3185
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]	201,38	113,39
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	251,47	141,59
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	54,20	54,20
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]	14,5	14,5

4	Oплата za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	0,0	0,0
5	Oплата za ogrzanie 1 m ² pow. użytkowej [zł]	4,50	2,72
6	Oплата abonamentowa [zł]	100,0	100,0
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – obliczenia dla części usługowej			
Planowana suma kredytu [zł]	66 799,1	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	41,52
Planowane koszty całkowite dla części usługowej [zł]	66 799,1	Premia termomodernizacyjna [zł]	0,0
Roczna oszczędność kosztów energii [zł] Dla części usługowej	5 191,2		

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalno-usługowy wielorodzinny – ul. Moniuszki 102 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. Moniuszki 102 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 budynek został oddany do użytku w 1907 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek posiada 3 kondygnacje, 4 mieszkania. Obiekt zamieszkiwany jest przez 6 osób.

W budynku znajduje się także 2 lokale użytkowe.

Budynek znajduje się w strefie ochrony konserwatorskiej – wymagane zaopiniowanie robót w urzędzie Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.

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

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 z podpiwniczeniem. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana z pokryciem w części z dachówki karpiówki a w części z papy. 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]	2,85
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	248,00
2	Powierzchnia użytkowa lokalu	[m ²]	242,08

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

Ściany zewnętrzne 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.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła pełna	48,0	0,77

2.1.2. PRZEGRODY POZIOME

Stropy budynku wykonane są jako drewniane z wypełnieniem pomiędzy belkami zasypką żużlową stanowiącą izolację cieplną. Układ warstw stropu licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Układ warstw stropu powtarzalnego.

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	Zasypka	8,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	0,16
5	Deski	3,0	0,16

Strop pod strychem nieużytkowym wykonany o konstrukcji drewnianej z dociepleniem z zasypki gr. 12cm.

Tabela 3. Układ warstw stropu pod strychem 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	Zasypka	12,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	0,16
5	Deska	3,0	0,16

W zasadniczej części dach stromy z pokryciem z dachówki ceramicznej karpiówki o konstrukcji drewnianej z dociepleniem z żużla. Układ warstw dachu licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Układ warstw dachu stromego

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Deska	4,0	0,16
3	Zasypka żużlowa	8,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	--
5	Dachówka	3,0	1,00

Nad częścią pomieszczeń mieszkalnych stropodach płaski wykonany o konstrukcji drewnianej z dociepleniem z żużla i pokryciem z papy. Układ warstw stropodachu licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. 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	4,0	0,16
3	Zasypka żużlowa	8,0	0,28
4	Pustka powietrzna	2,0	--
5	Deska	3,0	0,16

Nad strychem nieużytkowym dach bez dodatkowych warstw ocieplających czy wykańczających z pokryciem z dachówki ceramicznej karpiówki.

2.1.3. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej, a więc mieszkania, 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 piwnica – klatka schodowa.

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

2.1.7. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa PCV (wymieniona przez lokatorów) stolarka okienna. W mieszkaniach okna PCV dwuszybowe. Na klatce schodowej i w częściach wspólnych stolarka okienna stara drewniana – założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 2,90/4,50$ W/m²K.

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

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

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

2.1.8. 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	Ściany zewnętrzne budynku	584,0	1,26
2	Strop pod strychem nieużytkowym	106,0	0,86
3	Dach stromy pomieszczeń mieszkalnych	272,0	1,12
4	Stropodach płaski pomieszczeń mieszkalnych	45,0	0,96
5	Strop piwnica	242,0	1,02
6	Ściany wewnętrzne	92,0	1,54

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 2000-2015. 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 8. 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 9.

Tabela 9. Taryfy opłat za energię ciepłą z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	300,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	54,20

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]	487,6
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0643

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
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczana do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{k,w}$ obliczono:

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

Składowe sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

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

Obliczeniowe obciążenie cieplne na cele przygotowania ciepłej wody budynku – 14,2 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u. – 13225kWh – 47,6 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 c.o. – 300,0 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 - $V_{ve,1,n} = 0,079 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{ve,1,n} = 0,080 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

- dla mieszkań - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 669,6 / 3600 = 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$
- dla lokalu - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 726,2 / 3600 = 0,040 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – 417,6 m^3/h .

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego lokalu wynosi – 432,0 m^3/h .

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalno-usługowy przy ul. Moniuszki jest eksploatowany od ponad 110 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono liczne ubytki tynków oraz ubytki okładziny na cokole. Dodatkowo stwierdzono zły stan techniczny pokrycia dachowego oraz kominów (wymagają przemurowania). Ogólny 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 części wspólnych stara drewniana - wymaga wymiany na nową. Stolarka drzwiowa stara drewniana wymaga wymiany na nową.

Pokrycie dachowe w złym stanie technicznym – liczne nieszczelności oraz ubytki – pokrycie wymaga kapitalnego remontu dachu (w tym również wzmocnienia konstrukcji dachu – podczas oględzin stwierdzono przegnicia elementów konstrukcyjnych)

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

- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych budynku,
- ◆ docieplenie dachu stromego (pokrycie z dachówki) z kapitalnym remontem pokrycia dachowego,
- ◆ docieplenie stropodachu z pokryciem z papy,

3.2. SYSTEM GRZEWczy

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 2000-2015. 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 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 ścian zewnętrznych budynku w systemie BSO.
2	Docieplenie dachu stromego z pokryciem z dachówki z wykonaniem kapitalnego remontu pokrycia i niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu
3	Docieplenie stropodachu płaskiego z pokryciem z papy z niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu oraz wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej

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 *szczególne zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego i zmiana z 3 września 2015*

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

gdzie:

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

5.1.1. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynku styropianem w systemie BSO. W tabeli 12 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. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich, docieplenie cokołu, montaż parapetów zewnętrznych itp. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,031$.

A- Powierzchnia ścian do obliczeń cieplnych

A'' – powierzchnia ścian do kosztów zadania

Tabela 12. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych budynku.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	R	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	422,2 A" 535,4	170,06		0,0213		-	0,79	-
8,0				40,00		0,0050	145714,5	3,37	20,67
9,0				36,51		0,0046	147449,2	3,70	20,37
10,0				33,58		0,0042	149183,9	4,02	20,17
11,0				31,08		0,0039	150918,6	4,34	20,04
12,0				28,93		0,0036	153231,5	4,66	20,03
13,0				27,06		0,0034	155544,4	4,99	20,07
14,0				25,42		0,0032	157857,3	5,31	20,14

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

5.1.2. DOCIEPLENIE DACHU STROMEĞO MIESZKAŃ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia dachu pomieszczeń mieszkalnych poddasza wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia ceramicznego, przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki żużlowej. W tabeli 13 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. W kosztach robót uwzględniono niezbędne obróbki blacharskie, remont (przemurowanie) kominów wraz z montażem ław i okienek kominiarskich i drabinek śnieżnych oraz niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu.

Przy obliczaniu oporu cieplnego przegrody po dociepleniu każdorazowo odejmowano wartość 0,286 – wartość oporu usuwanej zasypki żużlowej.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny mineralnej $\lambda=0,035$.

A- Powierzchnia dachu do obliczeń cieplnych

A'' – powierzchnia dachu do kosztów zadania

Tabela 13. Wybór optymalnej grubości docieplenia dachu.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	R	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	272,0 A" 501,0	97,39		0,0122		-	0,893	-
17,0				15,91		0,0020	178015,3	5,46	40,31
18,0				15,12		0,0019	179097,5	5,75	40,17
19,0				14,41		0,0018	180179,6	6,04	40,06
20,0				13,76		0,0017	181261,8	6,32	39,99
21,0				13,16		0,0016	182885,0	6,61	40,06
22,0				12,62		0,0016	185049,4	6,89	40,28

Optymalną wartością docieplenia dachu będzie wełna mineralna gr. 20cm.

5.1.3. DOCIEPLENIE STROPODACHU PŁASKIEGO MIESZKAŃ.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu płaskiego pomieszczeń mieszkalnych wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej przy założeniu usunięcia istniejącej zasypki żużlowej. W tabeli 14 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. W kosztach robót uwzględniono niezbędne obróbki blacharskie wraz z niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu.

Przy obliczaniu oporu cieplnego przegrody po dociepleniu każdorazowo odejmowano wartość 0,286 – wartość oporu usuwanej zasypki żużlowej.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej wełny mineralnej $\lambda=0,035$.

Tabela 14. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	R	SPBT
[cm]	dzień K/rok	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca			13,81		0,0017		-	1,042	-
17,0	3700	45,0		2,56		0,0003	8845,2	5,61	14,51
18,0				2,44		0,0003	8893,8	5,90	14,43
19,0				2,33		0,0003	8942,4	6,18	14,37
20,0				2,22		0,0003	8991,0	6,47	14,32
21,0				2,13		0,0003	9088,2	6,76	14,36
22,0				2,04		0,0003	9185,4	7,04	14,40

Optymalną wartością docieplenia stropodachu będzie wełna mineralna gr. 20cm.

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 dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego; [zł],

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

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

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

gdzie:

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

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

w_{to}, w_{t1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia,

w_{do}, w_{d1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia,

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

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

5.4. POSUMOWANIE

W tabeli 15 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne.

Tabela 15. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Docieplenie stropodachu płaskiego części mieszkalnej (z pokryciem z papy) 20 cm warstwą wełny mineralnej z wykonaniem pokrycia z papy termozgrzewalnej oraz niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu ($\lambda=0,035$)	8 991,0	14,32
	W tym koszt dotyczący części mieszkalnej	8 991,0	
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 12 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,031$)	153 231,5	20,03
	W tym koszt dotyczący części mieszkalnej	86 432,4	
3.	Docieplenie dachu stromego części mieszkalnej (z pokryciem z dachówki) 20 cm warstwą wełny mineralnej wraz z remontem pokrycia dachowego oraz niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu ($\lambda=0,035$)	181 261,8	39,99
	W tym koszt dotyczący części mieszkalnej	181 261,8	
4.	Kosz opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej	3 690,0 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

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

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

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

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 16.

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 16. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych – dla części mieszkalnej.

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć ¹⁾	Planowane koszty całkowite dla części mieszkalnej	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczędn. zapotrzeb. na energię z uwzględn. sprawn. 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]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1+2+3	280 375,2	13 773,4	59,68	276 685,2 zł (98,68%) 3 690,0 zł (1,32%)	55 337,0	44 860,0	27 546,8
B	1+2	99 113,4	7 160,8	31,03	95 423,4 zł (96,28%) 3 690,0 zł (3,72%)	19 084,7	15 858,1	14 321,6
C	1	12 681,0	940,8	4,08	8 991,0 zł (70,90%) 3 690,0 zł (29,10%)	1 798,2	2 029,0	1 881,6

1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 15. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łącznie koszt ok. 3690,0 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 59,68% - wymagania Ustawy są spełnione (w w/w okresie w budynku prowadzono modernizacje 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 płaskiego części mieszkalnej (z pokryciem z papy) 20 cm warstwą wełny mineralnej z wykonaniem pokrycia z papy termozgrzewalnej oraz niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu ($\lambda=0,035$)
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 12 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,031$)
3.	Docieplenie dachu stromego części mieszkalnej (z pokryciem z dachówki) 20 cm warstwą wełny mineralnej wraz z remontem pokrycia dachowego oraz niezbędnym wzmocnieniem konstrukcji dachu ($\lambda=0,035$)

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 65,20%
- Stawka c.o. na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 3,28zł/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):

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

$$Q_{oco} = 312,1 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 108,6 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,8008$$

$$\eta_1 = 0,8008$$

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

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

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u} = 36,1 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 \cdot 1,0 \cdot 312,1 / 0,8008 + 36,1) - (1,0 \cdot 1,0 \cdot 108,6 / 0,8008 + 36,1)) \cdot 100 / (1,0 \cdot 1,0 \cdot 312,1 / 0,8008 + 36,1)$$

$$\Delta Q = 59,68 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$q_o = 39,4 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_1 = 17,9 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

$$O_z \text{ c.o.} = 54,2 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$O_z \text{ cwu.} = 54,20 \text{ [zł/GJ]}$$

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

$$A_b \text{ co} = 200,0 \text{ [zł/m-c]}$$

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

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 312,1 / 0,8008 \cdot 54,2 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0394 + 12 \cdot 200,0 + 36,1 \cdot 54,2 +$$

$$12 \cdot 0,0 \cdot 0,0104 + 12 \cdot 0,00$$

$$K_o = 25\,480,3 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_1 = w_{d0} \cdot w_{t0} \cdot Q_{lco} / \eta_1 \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{l1} + 12 \cdot A_b + Q_{ocw} \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot A_b \cdot c_{wu}$$

$$K_1 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 108,6 / 0,8008 \cdot 54,2 + 12 \cdot 0,0 \cdot 0,0179 + 12 \cdot 200,0 + 36,1 \cdot 54,2 +$$

$$12 \cdot 0,0 \cdot 0,0104 + 12 \cdot 0,00$$

$$K_1 = 11\,706,9 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 25\,480,3 \text{ zł} - 11\,706,9 \text{ zł} = 13\,773,4 \text{ zł}$$

8. ZAŁĄCZNIKI

- | | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Załącznik I | <i>Rysunki budowlane budynku położonego przy Ul. Moniuszki 102 w Wałbrzychu,</i> |
| Załącznik II | <i>Wydruki danych i wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła oraz obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu przedsięwzięć termomodernizacyjnych – program Certo 2015</i> |

LITERATURA:

1. PN-EN-ISO-6946: 1998r. „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-ISO-9836: 1997r. „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
4. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
5. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – z późniejszymi zmianami
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu , a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 poz. 346) oraz zmiana z dnia 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.