

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny, wielorodzinny,		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa ul. Tunelowa 6 w Wałbrzychu Ul. Tunelowa 6, 58-303 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Tunelowa 6 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 NBP.V-7342/3/75/98 i 691/01/DUW kurs audytorów energetycznych KAPE/99/115	Podpis:
4. Współautorzy			
Lp.	4.1 Imię i nazwisko	4.2 Zakres udziału w audycie	4.3 Posiadane kwalifikacje
1			
5. Miejscowość: Świebodzice		data wykonania: styczeń 2017 r.	
6. Spis treści			
1. DANE OGÓLNE.5 1.1 Podstawa formalna 5 1.2 Podstawa prawna 5 1.3 Przedmiot opracowania 5 2. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU. 5 2.1 Opis techniczny konstrukcji 6 2.1.1. Ściany zewnętrzne mieszkań 6 2.1.2. Ściany zewnętrzne klatki schodowej 6 2.1.3. Przegrody poziome 6 2.1.4. Ściany wewnętrzne 7 2.1.5. Okna i drzwi 7 2.1.6. Podsumowanie 7 2.2. System grzewczy 7 2.2.1. Charakterystyka 8 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 8 2.3. System c.w.u. 9 2.4. System wentylacji 9 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 10 3.1. Przegrody budowlane 10 3.2. System grzewczy 11 3.3. System c.w.u. i wentylacji 11			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.	11
5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	12
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	12
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych budynku	12
5.1.2. Docieplenie dachu poddasza	12
5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę	13
5.2.1. Wymiana stolarki okiennej	13
5.2.2. Wymiana stolarki drzwiowej	14
5.3. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	14
5.4. Podsumowanie	15
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	15
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACJI.	17
8. ZAŁĄCZNIKI.	18

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	3	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1178,6	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	503,6	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	462,2	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	41,4 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	6	
8	Liczba osób użytkujących budynek	23	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	elektryczne	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Kotły na paliwo stałe	
11	Współczynnik kształtu [l/m]	0,40	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściany zewnętrzne budynku	1,37	0,22
2	Okna mieszkań	1,60	1,60
3	Okna klatki schodowej	4,50	1,50
4	Strop nad mieszkaniami pod strychem nieużytkowym	0,92	0,92
5	Strop piwnicy	0,98	0,98
6	Dach poddasza	5,88	0,22
7	Drzwi wejściowe	3,40	1,50
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_{Hg}	0,82	0,82
2	Sprawność przesyłania η_{Hd}	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_{He}	0,77	0,77
4	Sprawność akumulacji η_{Hs}	1,00	1,00
5	Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00
6	Przerwy na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności	nawietrzaki nieszczelności
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	766,8	766,8
4	Liczba wymian [1/h]	0,65	0,65
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	82,7	22,7
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	27,6	27,6
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	402,4	100,4
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	637,3	159,1
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok]	100,0	100,0
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]	241,8	60,3
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	383,02	95,56
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0

7. Opłaty jednostkowe					
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie	[zł]	35,20	35,20	
2	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł]	0,0	0,0	
3	Oplata za podgrzanie 1 m ³ c.w.u.	[zł]	22,0	22,0	
4	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc	[zł]	0,0	0,0	
5	Oplata za ogrzanie 1 m ² pow. użytkowej	[zł]	4,04	1,01	
6	Oplata abonamentowa	[zł]	0,0	0,0	
7	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana suma kredytu		[zł]	212 000,0	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	64,87
Planowane koszty całkowite		[zł]	221 078,4	Premia termomodernizacyjna [zł]	33 672,4
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]			16 836,2		

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Maksymalny udział własny Wspólnoty – 10 000,0 zł
2. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych budynku oraz docieplenie dachu wraz z remontem pokrycia dachowego, wymiana stolarki okiennej i drzwiowej części wspólnych,
3. 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,
2. Informacja dotycząca rodzaju ogrzewania budynku oraz przygotowania c.w.u.

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny – ul. Tunelowa 6 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 mieszkalny wielorodzinny położony przy ul. Tunelowej 6 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 mieszkalny wielorodzinny został oddany do użytku w 1910 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany.

Objęty opracowaniem budynek posiada 3 kondygnacje mieszkalne, 6 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 26 osób.

W budynku brak jest lokali użytkowych.

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 budynku opracowana dla potrzeb audytu energetycznego,
- ♦ informacje przekazane przez zarządcę budynku.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek w całości podpiwniczony z poddaszem nieużytkowym. Konstrukcja dachowa drewniana czterospadowa, Pokrycie dachu stanowi dachówka ceramiczna. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji	[m]	2,55
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	462,20

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU

Ściany zewnętrzne budynku 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	43,0	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 piętra 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	6,0	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. 10cm.

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	10,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	0,16
5	Deska	3,0	0,16

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

Strop nad piwnicą wykonany jest jako masywny ceramiczny na belkach stalowych pokryty dodatkowo warstwami ocieplającymi (izolacja akustyczna) i wykończeniowymi. Układ warstw stropu piwnic przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Układ warstw stropu piwnicy.

L.p.	Material	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	Strop ceramiczny - cegła	25,0	0,77
3	Zasyпка	8,0	0,28
4	Posadzka cementowa	5,0	1,00

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 oględzin określono jeden typy ścian wewnętrznych. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Układ warstw ścian wewnętrznych.

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

2.1.4. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa PCV (wymieniona przez lokatorów) stolarka okienna. W mieszkaniach: okna PCV dwuszybowe.

Na klatce schodowej i na strychu stolarka okienna stara drewniana jednoszybowa.

Okna klatki schodowej $U = 4,50$ W/m²K.

Okna strychu i piwnic $U = 4,50$ W/m²K.

Drzwi wejściowe stare drewniane $U = 3,400$ W/m²K.

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

2.1.5. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono rysunki pochodzące z inwentaryzacji budowlanej opracowanej dla celów audytu energetycznego. W tabeli 6 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

Tabela 6. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściana zewnętrzna budynku	476,0	1,37
2	Strop pod strychem	155,0	0,92
3	Dach strychu	280,0	5,88
4	Strop piwnic	150,0	0,98
5	Ściana wewnętrzna	86,0	1,54

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1995-2010. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostaticzne.

Sprawność regulacji przyjęto na podstawie wzoru:

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

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

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

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

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

Tabela 7. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,82
2	Sprawność przesyłania ciepła	η_{Hd}	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,77
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_{Hs}	1,00
5	Wprowadzenie przerw na ogrzewanie	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	W_d	1,00
7	Sprawność całkowita systemu	η	0,6314

2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za ciepło pokazuje tabela 8.

Tabela 8. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.

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

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wykonano przy użyciu programu Certo 2015 – zgodnie z Rozporządzeniem MIR z dnia 27.02.2015:

Tabela 9. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym ze sprawnością systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	637,3
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0827

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

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

Przyjęto zgodnie z obowiązującymi przepisami:

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

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

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

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

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 27,6 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. – 27773 kWh = 100,0 GJ

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa – w cenie energii dla mieszkania	[zł/m-c]	0,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	142,0

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

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

- dla mieszkań - $V_{ve,1,n} = 0,148 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

- dla mieszkań - $V_{inf} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 1178,6 / 3600 = 0,065 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – 766,8 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Tunelowej jest eksploatowany od prawie 110 lat. W wyniku dokonanego przeglądu niewielkie spękania okładziny ścian zewnętrznych. W wielu miejscach stwierdzono znaczne odspojenia tynków. Pokrycie dachowe stare z dachówki ceramicznej karpówki – wymaga kapitalnego remontu wraz z remontem kominów.

Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono niską izolacyjność cieplną ścian – ściany murowane bez żadnego docieplenia.



Fotografia 1. Elewacja frontowa i boczna lewa



Fotografia 2. Elewacja tylna i boczna prawa

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 mieszkań w całości nowa w dobrym stanie technicznym.

Stolarka okienna w obrębie klatki schodowej oraz poddasza i piwnic stara drewniana – nadaje się do wymiany.

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

- ♦ docieplenie ścian zewnętrznych,
- ♦ docieplenie dachu z remontem pokrycia dachowego oraz niezbędny remont kominów,
- ♦ wymiana stolarki okiennej i drzwiowej części wspólnych,

3.2. *SYSTEM GRZEWczy*

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

Ogrzewania zostały wykonane indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców w latach 1995-2010. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostatyczne. Instalacja c.o. działa prawidłowo i nie jest wymagana jej modernizacja.

W uzgodnieniu z Zarządem Wspólnoty przyjęto rezygnację z usprawnień systemu grzewczego – instalacje modernizowane są na bieżąco indywidualnie przez poszczególnych mieszkańców.

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 10 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym. Odrzucono kosztowne przedsięwzięcie termomodernizacyjne związane z modernizacją systemu wentylacyjnego.

Tabela 10. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku styropianem w systemie BSO.
2	Docieplenie dachu poddasza z niezbędnym kapitalnym remontem pokrycia dachowego oraz remontem kominów,
3	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej części wspólnych,

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*

$$SPBT = N_u / \sum \Delta O_{rU}; [\text{lata}] \quad (3)$$

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 11 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 wraz z montażem parapetów oraz wymiana okien piwnicznych i remont cokołu. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,031$.

Tabela 11. 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]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	423,2	185,35		0,0232		-	0,73	-
8,0				40,87		0,0051	106037,0	3,31	20,85
9,0				37,24		0,0047	106951,1	3,63	20,51
10,0				34,20		0,0043	107865,2	3,96	20,27
11,0				31,62		0,0040	108779,3	4,28	20,10
12,0				29,40		0,0037	109693,4	4,60	19,98
13,0				27,48		0,0034	111521,7	4,92	20,07
14,0				25,79		0,0032	113349,9	5,25	20,18

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych mieszkań, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych WT 2017, będzie warstwa styropianu o grubości 12 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.1.2. DOCIEPLENIE DACHU PODDASZA.

Proponuje się wykonanie ocieplenia dachu poddasza wełną mineralną z wykonaniem nowego pokrycia ceramicznego. W tabeli 12 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. W kosztach

robót uwzględniono niezbędne obróbki blacharskie, remont (przemurowanie) kominów wraz z montażem ław i okienek kominiarskich oraz drabinek śnieżnych.

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

Przyjęta temp. wewnętrzna pomieszczenia – 5°C

Tabela 12. Wybór optymalnej grubości docieplenia dachu strychu.

grubość dociepl.	Sd	A	Qou	Q1u	qou	q1u	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m2K/W]	[lata]
istniejąca			384,07		0,0659		-	0,170	-
13,0	2700	280,00		16,82		0,0029	97720,0	3,88	7,56
14,0				15,66		0,0027	97860,0	4,17	7,55
15,0				14,66		0,0025	98000,0	4,46	7,54
16,0				13,78		0,0024	98560,0	4,74	7,56
17,0				12,99		0,0022	99120,0	5,03	7,59
18,0				12,29		0,0021	99680,0	5,31	7,62

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu, spełniająca wymagania dot izolacyjności cieplnej, będzie miała warstwa wełny mineralnej grubości 15 cm wg WT2017.

5.2. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ

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

$$SPBT = N_{Ok} / \Delta A_{O_{Ok}}; [\text{lata}] \quad (8)$$

gdzie:

N_{Ok} - planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi; [zł],
 $\Delta A_{O_{Ok}}$ - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi; [zł/rok],

$$\Delta A_{O_{Ok}} = (x_0 \cdot O_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot O_{1u} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}) [\text{zł/rok}] \quad (9)$$

5.2.1 ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ OKIENNĄ

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

W rozważaniach brano pod uwagę dwa typy stolarki:

- ♦ o współczynniku przenikania ciepła okien $U = 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,
- ♦ o współczynniku przenikania ciepła okien $U = 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$,

Tabela 13. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki okiennej

okno PCV	Sd	Aok	Qou	Q1u	qou	q1u	Nok	SPBT
[W/m2K]	[dzień K/rok]	[m2]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 4,50			17,75		0,0020		-	-
1,5	2900	4,40		14,44		0,0016	4400,0	37,79
1,3				14,22		0,0016	5280,0	42,52

Optymalnym rodzajem stolarki okiennej klatki schodowej jest stolarka PCV o współczynniku przenikania ciepła $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.2.2 ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ DRZWIOWĄ

Proponuje się wymianę istniejącej stolarki drzwiowej klatki schodowej na nową aluminiową. Temp. wewnętrzna klatki schodowej – 8,0 °C

W rozważaniach brano pod uwagę dwa typy stolarki:

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

Tabela 14. Wybór optymalnego wariantu wymiany stolarki drzwiowej

drzwi	Sd	Ad	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nd	SPBT
[W/m ² K]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[lata]
istn. 3,40			14,75		0,0016		-	-
1,5	2900	2,30		13,65		0,0015	3450,0	89,51
1,3				13,54		0,0015	4140,0	97,18

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

5.3. POPRAWA SPRAWNOŚCI CIEPLNEJ SYSTEMU GRZEWczego

Wybranie optymalnego usprawnienia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego odbywa się w oparciu o poniższe formuły obliczeniowe. Za optymalne usprawnienie uważa się takie usprawnienie dla którego dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Procedura ta wynika z zaleceń zawartych w załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku 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 obliczana ze wzoru (14),

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 1,0

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

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

5.5. 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 dachu poddasza wełna mineralną gr. 15 cm ($\lambda=0,035$) z niezbędnym kapitalnym remontem pokrycia dachowego oraz remontem kominów,	98 000,0	7,54
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 12 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,031$) w systemie BSO	109 693,4	19,98
3	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych na nową PCV – $U=1,5W/m^2K$	4 400,0	37,79
4	Wymiana stolarki drzwiowej części wspólnych na nową - $U=1,5W/m^2K$	3 450,0	89,51
5	Pozostałe koszty – koszt opracowania audytu energetycznego oraz dokumentacji projektowej	5 535,0	

6. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI

W celu wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie *szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, a także części audytu remontowego i zmiana z 3 września 2015*, 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

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

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

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

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.

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć ¹⁾	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględn. spraw. ΔQ	Optymalna kwota kredytu i udziału własnego	Premia termomodernizacyjna		
						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+3+4	221 078,4	16 836,2	64,87	212 000,0 zł (95,89%) 9 078,4 zł (4,11%)	42 400,0	35 372,5	33 672,4
B	1+2+3	217 628,4	16 791,6	64,70	208 000,0 zł (95,58%) 9 628,4 zł (4,42%)	41 600,0	34 820,5	33 583,3
C	1+2	213 228,4	16 674,6	64,25	205 000,0 zł (96,14%) 8 228,4 zł (3,86%)	41 000,0	34 116,5	33 349,1
D	1	103 535,0	6 985,4	26,91	95 000,0 zł (91,76%) 8 535,0 zł (8,24%)	19 000,0	16 565,6	13 970,7

1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 15.

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 uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych powinno wynosić co najmniej 25%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 64,87% - wymagania Ustawy są spełnione.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1.	Docieplenie dachu poddasza wełna mineralną gr. 15 cm ($\lambda=0,035$) z niezbędnym kapitalnym remontem pokrycia dachowego oraz remontem kominów,
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku 12 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,031$) w systemie BSO
3	Wymiana stolarki okiennej części wspólnych na nową PCV – $U=1,5W/m^2K$
4	Wymiana stolarki drzwiowej części wspólnych na nową - $U=1,5W/m^2K$

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

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

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

$$Q_{oco} = 402,4 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{ocl} = 100,4 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,6314$$

$$\eta_l = 0,6314$$

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

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

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u} = 100,0 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 \times 1,0 \times 402,4 / 0,6314 + 100,0) - (1,0 \times 1,0 \times 100,4 / 0,6314 + 100,0)) \times 100 / (1,0 \times 1,0 \times 402,4 / 0,6314 + 100,0)$$

$$\Delta Q = 64,87 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$q_o = 82,7 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_l = 22,7 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

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

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

$$O_z \text{ cwu.} = 142,20 \text{ [zł/GJ]}$$

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

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

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

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 \times 1,0 \times 402,4 / 0,6314 \times 35,2 + 12 \times 0,0 \times 0,0827 + 12 \times 0,0 + 100,0 \times 142,0 +$$

$$12 \times 0,0 \times 0,0276 + 12 \times 0,00$$

$$K_o = 36\,633,4 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_l = w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{lco} / \eta_l \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{lm} + 12 \cdot A_b + Q_{ocw} \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot A_b \cdot c_{cwu}$$

$$K_l = 1,0 \times 1,0 \times 100,4 / 0,6314 \times 35,2 + 12 \times 0,0 \times 0,0227 + 12 \times 0,0 + 100,0 \times 142,0 +$$

$$12 \times 0,0 \times 0,0276 + 12 \times 0,00$$

$$K_l = 19\,797,2 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_l = 36\,633,4 \text{ zł} - 19\,797,2 \text{ zł} = 16\,836,2 \text{ zł}$$

7. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik I	Rysunki budowlane budynku przy ul. Tunelowej 6 w Wałbrzychu
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.