

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny, wielorodzinny,		1.2 Rok budowy
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa Ul. Rejtana 1 58-300 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Rejtana 1 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 NBP.V-7342/3/75/98 i 691/01/DUW kurs audytorów energetycznych KAPE/99/115	PESEL: 72061400352	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: maj 2016 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 6 2.1.2. Przegrody poziome7 2.1.3. Ściany wewnętrzne 8 2.1.4. Okna i drzwi 9 2.1.5. Podsumowanie 9 2.2. System grzewczy 10 2.2.1. Charakterystyka 10 2.2.2. Zapotrzebowanie na ciepło i taryfy 11 2.3. System c.w.u. 11 2.4. System wentylacji 11 3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU. 11 3.1. Przegrody budowlane 11 3.2. System grzewczy..... 11 3.3. System c.w.u. i wentylacji 11			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.....	12
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 ścian zewnętrznych z istniejącym dociepleniem	13
5.1.3. Docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym	13
5.2. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	14
5.3. Podsumowanie	15
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	15
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACJI.....	18
8. ZAŁĄCZNIKI.....	19

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjny murowany	
2	Liczba kondygnacji	3	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1122,0	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	491,72	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	445,22	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	46,5 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	9	
8	Liczba osób użytkujących budynek	22	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	indywidualny, termy gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne kotły gazowe	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,23	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściany zewnętrzne mieszkań	1,35	0,24
2	Ściany zewnętrzne klatki schodowej	1,35	0,24
3	Okna mieszkań	1,60	1,60
4	Okna klatki schodowej	1,60	1,60
5	Strop nad mieszkaniami pod strychem nieużytkowym	1,02	0,19
6	Dach nad mieszkaniami	0,25	0,25
7	Ściana wewnętrzna mieszkanie-strych	0,26	0,26
8	Drzwi wejściowe	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
6	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 stolarki	nawietrzaki nieszczelności stolarki
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	734,4	734,4
4	Liczba wymian [1/h]	0,65	0,65
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	38,2	21,7
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	20,6	20,6
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	247,7	104,5
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	309,4	130,5
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok]	93,7	93,7
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	328	-
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]	154,54	65,20

9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	192,99	81,42
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]	16,50	16,50
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]	3,98	2,38
6	Opłata abonamentowa [zł]	540,0	540,0
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	105 000,0	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	44,37
Planowane koszty całkowite [zł]	116 621,2	Premia termomodernizacyjna [zł]	17 095,4
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	8 547,7		

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Maksymalny udział własny – 12 000,0 zł,
2. Uwzględnienie w pierwszej kolejności jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań i klatki schodowej oraz docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym,
3. 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

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny – ul. Rejtana 1 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. Rejtana 1 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 w 1936 roku. Wykonany został w technologii tradycyjnej murowanej. Układ konstrukcyjny budynku mieszany. Budynek stanowi segment narożny zabudowy śródmiejskiej.

Objęty opracowaniem budynek posiada 3 kondygnacje mieszkalne, 9 mieszkań. Obiekt zamieszkiwany jest przez 22 osób.

Budynek objęty jest ochroną konserwatorską – wykaz 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 dostarczona przez Zarządcę budynku,
- ♦ informacje przekazane przez zarządcę budynku.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy zespół budynków jest podpiwniczony. Konstrukcja dachowa obiektu drewniana dwuspadowa, Pokrycie dachu stanowi dachówka zakładkowa. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji	[m]	2,52
2	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	445,22

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU

Ściany zewnętrzne budynku (w tym ściany klatki schodowej) wykonane są jako murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej. Dodatkowo część ściany bocznej prawej została docieplona styropianem gr. 5cm. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2.1 i 2.2

Tabela 2.1 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

Tabela 2.2 Układ warstw ściany zewnętrznej z dociepleniem.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Cegła pełna	43,0	0,77
2	Styropian	5,0	0,04

2.1.2. PRZEGRODY POZIOME

Strop nad piwnicą wykonany jest jako masywny ceramiczny pokryty dodatkowo warstwami ocieplającymi (izolacja akustyczna) i wykończeniowymi. Układ warstw stropu pomiędzy kondygnacjami powtarzalnymi, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. 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	Cegła ceramiczna	24,0	0,77
3	Zasyпка	8,0	0,28
4	Posadzka cementowa	5,0	1,00

Strop nad części mieszkalną pod poddaszem nieużytkowym wykonany jest jako drewniany z wypełnieniem pomiędzy belkami zasyпка żużlową stanowiącą izolację cieplną. Układ warstw stropu piętra licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. 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	8,0	0,28
4	Pustka powietrzna	4,0	0,16
5	Deski	3,0	0,16

Dach w obrębie pomieszczeń mieszkalnych poddasza wykonany jest jako drewniany z wypełnieniem pomiędzy belkami wełną – docieplenie wykonane podczas remontu pokrycia dachowego. Układ warstw stropu piętra licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Układ warstw dachu pomieszczeń mieszkalnych.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk cem-wap	2,0	0,82
2	2x Deska	4,0	0,16
3	Wełna mineralna	12,0	0,035
4	Pustka powietrzna	2,0	0,16
5	Dachówka	3,0	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 oraz mieszkania-poddasze nieużytkowe. Na podstawie oględzin budynku określono typy ścian wewnętrznych. Układ warstw ściany murowanej – mieszkania – klatka schodowa przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Układ warstw ścian mieszkania – klatka schodowa.

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

Ściana oddzielająca mieszkanie od poddasza nieużytkowego została wykonana jako lekka G-K z wypełnieniem z wełny mineralnej gr. 12cm. Układ warstw ściany przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Układ warstw ściany wewn. mieszkanie – poddasze.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Płyta G-K	1,25	0,25
2	Wełna mineralna	12,0	0,035
3	Płyta G-K	1,25	0,25

2.1.7. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa PCV (wymieniona przez lokatorów) stolarka okienna. W mieszkaniach: okna i drzwi balkonowe PCV dwuszybowe. Na klatce schodowej stolarka okienna PCV – wymieniona przez Wspólnotę – założony dla nich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Drzwi wejściowe aluminiowe wymienione przez Wspólnotę $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

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

2.1.8. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono elewacje pochodzące z inwentaryzacji budowlanej opracowanej dla celów audytu energetycznego. W tabeli 8 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych opisanych powyżej.

Tabela 8. 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	339,0	1,37
2	Ściana zewnętrzna docieplona	37,7	0,51
3	Ściana wewnętrzna klatka - mieszkania	129,0	1,54
4	Ściana wewnętrzna mieszkania - poddasze	17,0	0,26
5	Strop pod strychem nieużytkowym	114,0	1,02
6	Strop piwnica	148,0	1,15
7	Dach mieszkania	28,0	0,25

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 1990-2009. Instalacje w tych mieszkaniach nie są wyposażone w zawory termostatyczne. 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 termostatycznym 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 9. 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 10.

Tabela 10. 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]	540,0
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 11. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	309,4
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0382

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 – 20,6 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię końcową dla potrzeb c.w.u.– 26031kwh – 93,7 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. – 540,0 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 - $V_{ve,1,s} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

– dla mieszkań - $V_{ve,1,n} = 0,142 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

– dla mieszkań - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 1122 / 3600 = 0,062 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi – $734,4 \text{ m}^3/\text{h}$.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Rejtana jest eksploatowany od prawie 80 lat. W wyniku dokonanego przeglądu niewielkie spękania powierzchniowe i odspojenia tynków. W kilku miejscach stwierdzono ubytki okładziny oraz ubytki spoinowania cegieł. W 2010r. na budynku dokonano wymiany całego pokrycia ceramicznego na nowe. 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 klatek schodowych PCV stanie technicznym bardzo dobrym.

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

- ♦ docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań i klatki schodowej,
- ♦ docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań z istniejącym dociepleniem poprzez dołożenie styropianu wg BSO,
- ♦ docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym,

3.2. SYSTEM GRZEWczy

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 1990-2009. Instalacje w tych mieszkaniach nie 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 12 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 12. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań i klatki schodowej w systemie BSO.
2	Docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań z istniejącym dociepleniem poprzez dołożenie dodatkowej warstwy styropianu w systemie BSO.
3	Docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym wełną mineralną z jednoczesnym usunięciem istniejącej zasypki żużlowej i wykonaniem nowej podłogi z płyt OSB.

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

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

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 13 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 i renowację portalu wejściowego i cokołu ceglanego oraz wymianę okienek piwnicznych i strychu.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,04$.

Tabela 13. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych.

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	N _u	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	286,0	125,26		0,0157		-	0,73	-
10,0				28,31		0,0035	83706,5	3,23	18,06
11,0				26,27		0,0033	84324,2	3,48	17,82
12,0				24,51		0,0031	85250,9	3,73	17,70
13,0				22,97		0,0029	85868,6	3,98	17,56
14,0				21,61		0,0027	86486,4	4,23	17,46
15,0				20,41		0,0026	87721,9	4,48	17,50
16,0				19,33		0,0024	88648,6	4,73	17,51

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych - 4,0 m²K/W, będzie warstwa styropianu o grubości 14 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.1.2. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU Z ISTNIEJĄCYM DOCIEPLENIEM.

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych budynku z istniejącym dociepleniem poprzez dołożenie styropianu w systemie BSO. W tabeli 14 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w regionie. W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży.

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,04$.

Tabela 14. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych z istn. dociepleniem.

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	34,1	5,56		0,0007		-	1,96	-
5,0				3,40		0,0004	7918,0	3,21	76,53
6,0				3,15		0,0004	8028,5	3,46	69,70
7,0				2,94		0,0004	8102,2	3,71	64,65
8,0				2,75		0,0003	8286,3	3,96	61,75
9,0				2,59		0,0003	8470,4	4,21	59,65
10,0				2,44		0,0003	8912,4	4,46	59,84
11,0				2,31		0,0003	9391,1	4,71	60,54

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych mieszkań, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych - 4,0 m²K/W, będzie warstwa styropianu o grubości 14 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.1.3. DOCIEPLENIE STROPU POD STRYCHEM NIEUŻYTKOWYM.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropu drewnianego nad mieszkaniami a pod strychem nieużytkowym wełna mineralną z wykonaniem nowej podłogi z płyt OSB z jednoczesnym usunięciem istniejącej zasypki żużlowej. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia stropu. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót dociepleniowych w

regionie. W kosztach robót uwzględniono usunięcie zasypki żużlowej oraz wykonanie paroizolacji z folii PCV i nowej podłogi z płyt OSB3/desek.

Podczas obliczeń izolacyjności cieplnej stropu każdorazowo odejmowano wartość oporu cieplnego usuwanej zasypki żużlowej – wartość 0,286

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

Tabela 15. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropu piwnic.

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	2760	114,0	27,73		0,0047		-	0,98	-
12,0				6,59		0,0011	16990,6	4,12	16,82
13,0				6,17		0,0010	17236,8	4,41	16,72
14,0				5,79		0,0010	17483,0	4,69	16,67
15,0				5,46		0,0009	17667,7	4,98	16,60
16,0				5,16		0,0009	17852,4	5,27	16,55
17,0				4,90		0,0008	18221,8	5,55	16,70
18,0				4,66		0,0008	18591,1	5,84	16,86

Optymalną warstwą docieplenia stropu, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla stropów - 5,0 m²K/W, będzie warstwa wełny mineralnej o grubości 16 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

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.

$$SPBT = N_{co} / \Delta O_{rco}; [\text{lata}] \quad (12)$$

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:

$$\Delta O_{rco} = (x_0 \cdot w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} \cdot O_{oz} / \eta_o - x_1 \cdot w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{oco} \cdot O_{tz} / \eta_1) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}); [\text{zł/rok}] \quad (13)$$

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 określone na podstawie załącznika nr 1 do Rozporządzenia, tu obydwie: 1,

w_{do}, w_{d1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia określone na podstawie załącznika nr 1 do w/w Rozporządzenia; tu przed 1,0 i po 1,00

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

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

5.4. 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 stropu pod strychem nieużytkowym wełną mineralną gr. 16cm ($\lambda=0,035$) z jednoczesnym usunięciem istniejącej zasypki żużlowej i wykonaniem nowej podłogi z płyt OSB/desek.	17 852,4	16,55
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku (w tym ściany klatki schodowej) 14 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,04$) w systemie BSO	86 486,4	17,46
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych z istniejącym dociepleniem poprzez dołożenie warstwy styropianu gr. 9cm ($\lambda=0,04$) do istniejącego docieplenia w systemie BSO	8 470,4	59,65
4.	Kosz opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowo-kosztorysowej	3 812,0 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 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

$$\Delta O_{rco} = (w_{to} * w_{do} * Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) * O_{0z} - (w_{tl} * w_{dl} * Q_{lco} / \eta_l + Q_{lcw}) * O_{0z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * Q_{om} - (q_{1m} + q_{1cw}) * Q_{1m}] + 12 * (Ab_0 - Ab_1) ; [zł/rok] \quad (15)$$

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

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

Za optymalną kombinację przedsięwzięć termomodernizacyjnych uznaje się taką kombinację, która spełnia wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 roku o *wspieraniu termomodernizacji i remontów*:

- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 10 % - gdy modernizuje się jedynie system grzewczy,
- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi co najmniej 15 % - w budynkach, w których modernizację systemu grzewczego przeprowadzono po 1984r.,
- ♦ zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych wynosi co najmniej 25 % - dla pozostałych budynków,

Wysokość premii termomodernizacyjnej stanowi 20% wykorzystanej kwoty kredytu zaciągniętego na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego z zastrzeżeniem:

Wysokość premii termomodernizacyjnej nie może wynosić więcej niż:

- 16 % kosztów poniesionych na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i
- Dwukrotności przewidywanych rocznych oszczędności kosztów energii, ustalonych na podstawie audytu energetycznego.

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 Certo2015. Wydruki danych i wyników obliczeń programu dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu znajdują się w załączniku II do pracy.

Tabela 17. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć ¹⁾	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczędn. 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	116 621,2	8 547,7	44,37	105 000,0 zł (90,04%) 11 621,2 zł (9,96%)	21 000,0	18 659,4	17 095,4
B	1+2	108 150,8	8 380,5	43,50	100 000,0 zł (92,46%) 8 150,8 zł (7,54%)	20 000,0	17 304,1	16 761,0
C	1	21 664,4	1 713,1	8,89	20 000,0 zł (92,32%) 1 664,4 zł (7,68%)	4 000,0	3 466,3	3 426,2

1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 16. W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łącznie koszt ok. 3812,0 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 w budynkach, w których przeprowadzono modernizację systemu grzewczego po roku 1984 powinno wynosić co najmniej 15%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 44,37% - wymagania Ustawy są spełnione (w w/w okresie w budynku prowadzono modernizację systemu grzewczego w obrębie poszczególnych mieszkań)

Do realizacji przyjęto jako optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych oznaczona literą **A** tzn. przewidującą wykonanie:

Lp.	Rodzaj usprawnienia
1.	Docieplenie stropu pod strychem nieużytkowym wełną mineralną gr. 16cm ($\lambda=0,035$) z jednoczesnym usunięciem istniejącej zasypki żużlowej i wykonaniem nowej podłogi z płyt OSB/desek.
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych budynku (w tym ściany klatki schodowej) 14 cm warstwą styropianu ($\lambda=0,04$) w systemie BSO
3.	Docieplenie ścian zewnętrznych z istniejącym dociepleniem poprzez dołożenie warstwy styropianu gr. 9cm ($\lambda=0,04$) do istniejącego docieplenia w systemie BSO

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 57,81%
- Stawka c.o. na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 2,38zł/m²

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

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

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

$$Q_{oco} = 247,7 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 104,5 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,8008$$

$$\eta_1 = 0,8008$$

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

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

$$Q_{ocw}, Q_{lcw} \text{ – obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u} = 93,7 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 * 1,0 * 247,7 / 0,8008 + 93,7) - (1,0 * 1,0 * 104,5 / 0,8008 + 93,7)) * 100 / (1,0 * 1,0 * 247,7 / 0,8008 + 93,7)$$

$$\Delta Q = 44,37 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$q_o = 38,2 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termom.)

$q_1 = 21,7 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termom.)

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

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

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

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

$$A_b \text{ co} = 540,0 \text{ [zł/m-c]}$$

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

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 * 1,0 * 247,7 / 0,8008 * 47,8 + 12 * 0,0 * 0,0382 + 12 * 540,0 + 93,7 * 47,8 +$$

$$12 * 0,0 * 0,0206 + 12 * 0,00$$

$$K_o = 25\,744,1 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

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

$$K_1 = 1,0 * 1,0 * 104,5 / 0,8008 * 47,8 + 12 * 0,0 * 0,0217 + 12 * 540,0 + 93,7 * 47,8 +$$

$$12 * 0,0 * 0,0206 + 12 * 0,00$$

$$K_1 = 17\,196,5 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 25\,744,1 \text{ zł} - 17\,196,5 \text{ zł} = 8\,547,7 \text{ zł}$$

8. ZAŁĄCZNIKI

- | | |
|--------------|--|
| Załącznik I | <i>Rysunki budowlane zespołu budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Rejtana 1 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.