

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny wielorodzinny,	1.2 Rok budowy	1974
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Spółdzielnia Mieszkaniowa Ul. Makuszyńskiego 10 58-309 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Makuszyńskiego 10 58-309 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 oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonywanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
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	PESEL: 72061400352	Podpis:
4. Współautorzy			
Lp.	4.1 Imię i nazwisko	4.2 Zakres udziału w audycie	4.3 Posiadane kwalifikacje
5. Miejscowość: Świebodzice		data wykonania: listopad 2015 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 5 2.1.1. Ściany zewnętrzne 6 2.1.2. Ściany piwnic 6 2.1.3. Przegrody poziome6 2.1.4. Ściany wewnętrzne 7 2.1.5. Okna i drzwi 7 2.1.6. Podsumowanie 7 2.2. System grzewczy 8 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..... 12 3.3. System c.w.u. i wentylacji 12			

4. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI.	12
5. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.	13
5.1. Zmniejszenie strat przenikania przez przegrody	13
5.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowych	13
5.1.2. Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych	14
5.1.3. Docieplenie stropodachu wentylowanego	14
5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę	15
5.3. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	15
5.4. Podsumowanie	17
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	17
7. SZCZEGÓŁOWE WYLICZENIE ROCZNYCH OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW OGRZEWANIA I OSZCZĘDNOŚCI ENERGII DLA OPTYMALNEGO WARIANTU MODERNIZACJI	19
8. ZAŁĄCZNIKI	21
9. LITERATURA.	22

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

1. Dane ogólne			
1	Konstrukcja / technologia budynku	Wrocławska Wielka Płyta wersja Wałbrzyska	
2	Liczba kondygnacji	5	
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1480	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	650,81	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	589,81	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	61 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	15	
8	Liczba osób użytkujących budynek	26	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny – podgrzewacz gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralne – węzeł ciepłowniczy	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,35	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomoder.	Stan po termomoder.
1	Ściany zewnętrzne nośne (bez okien)	1,52	0,24
2	Ściana zewnętrzna osłonowa (z oknami)	1,47	0,24
3	Stropodach wentylowany	0,41	0,20
4	Okna mieszkań	2,90/1,60	2,90/1,60
5	Okna klatki schodowej	1,60	1,60
6	Drzwi wejściowe	2,00	2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,99	0,99
2	Sprawność przesyłania η_d	0,96	0,96
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. 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]	975,6	975,6
4	Liczba wymian [1/h]	0,66	0,66
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1	Sprawność wytwarzania	0,85	0,85
2	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	52,1	28,9
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	27,3	27,3
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	315,4	122,5
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	377,2	146,5
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok]	94,8	94,8
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	420,0	--
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]	148,54	57,69
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	177,61	68,98

10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
6. Opłaty jednostkowe			
1	Cena 1 GJ na ogrzewanie [zł]	58,78	58,78
2	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	5233,39	5233,39
3	Opłata za podgrzanie 1 m ³ c.w.u. [zł]	15,5	15,5
4	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	0,0	0,0
5	Opłata za ogrzanie 1 m ² pow. użytkowej [zł]	3,59	1,47
6	Opłata abonamentowa c.w.u. [zł]	675	675
7	Inne [zł]	-	-
7. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	142 611,4	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	48,87
Planowane koszty całkowite [zł]	146 055,4	Premia termomodernizacyjna [zł]	23 368,9
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	15 014,3		

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Kredytowanie robót budowlanych w 100 % - bez udziału własnego (koszt własny stanowi opracowanie audytu energetycznego i dokumentacji projektowej),
2. Uwzględnienie jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych, poprawa docieplenia stropodachu – uzupełnienie,
3. Rezygnacja z usprawnień systemu – w ostatnich latach wykonano usprawnienia – montaż zaworów termostatycznych oraz zaworów automatycznej regulacji podpionowej

Dokumenty i dane źródłowe z których korzystał audytor (dane uzyskane od Zarządcy budynku)

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

1. DANE OGÓLNE

1.1. PODSTAWA FORMALNA

Opracowanie pn. **Audyt energetyczny. Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Makuszyńskiego 10 w Wałbrzychu** zostało wykonane na zlecenie Administratora Miejskiego Zarządu Budynków Sp. z o.o. w Wałbrzychu ul. Andersa 48 działającego w imieniu Wspólnoty Mieszkaniowej Nieruchomości ul. Makuszyńskiego 10 na podstawie zlecenia o wykonanie audytów energetycznych.

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 wielorodzinny budynek mieszkalny położony przy ul. Makuszyńskiego 10 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 jest zlokalizowany na osiedlu Piaskowa Góra w Wałbrzychu. Budynek został oddany do użytku w 1974 roku. Wykonany został w technologii przemysłowej wielka płyta w systemie Wrocławska Wielka Płyta Wersja Wałbrzyska wg projektu opracowanego przez MIASTOPROJEKT – Wrocław.

W budynku brak jest lokali usługowych.

Objęty opracowaniem budynek posiada 5 kondygnacji mieszkalnych. W budynku znajduje się 15 mieszkań. Budynek jest segmentem skrajnym lewym budynku dwuklatkowego. Obiekt zamieszkiwany jest przez 26 osób.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ♦ oględziny budynku,
- ♦ pomiary z natury wykonane w miesiącu listopadzie 2015r,
- ♦ informacje przekazane przez użytkownika.

2.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Przedmiotowy budynek jest podpiwniczony, stropodach wykonany jako wentylowany z pokryciem z papy. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry techniczne budynku.

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji mieszkalnej	[m]	2,51
2	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	589,81

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU

Ściany zewnętrzne osłonowe (ściany z oknami) budynku, frontowa łącznie ze ścianami klatki schodowej, tylna i boczna, są wykonane z płyt prefabrykowanych o grubości 17 cm. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych osłonowych – z oknami.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Beton	10,0	1,70
2	Styropian	2,0	0,05
3	Beton	5,0	1,70

Ściany nośne (bez okien) budynku wykonana jest z płyt prefabrykowanych o grubości 21 cm. Układ warstw ściany nośnej licząc od strony zewnętrznej przedstawia się następująco.

Tabela 3. Układ warstw ścian nośnych – bez okien.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		D [cm]	λ [W/m ² K]
1	Beton	14,0	1,70
2	Styropian	2,0	0,05
3	Beton	5,0	1,70

Obliczoną wartość współczynnika przenikania ciepła zaprezentowana na końcu rozdziału.

2.1.2. ŚCIANY PIWNIC

Ściany zewnętrzne piwnicy są wykonane jako monolityczne żelbetowe o grubościach 30 cm. Układ warstw ścian piwnicy, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Układ warstw ścian piwnicy.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Żelbet	30,0	1,70

2.1.3. PRZEGRODY POZIOME

Wszystkie stropy budynku wykonane są z płyt stropowych żelbetowych o grubości 14 cm pokrytych dodatkowo warstwami ocieplającymi i wykończeniowymi. Układ warstw stropu pomiędzy kondygnacjami powtarzalnymi, licząc od dołu do góry, przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Układ warstw stropu powtarzalnego.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Płyta żelbetowa	14,0	1,70
2	Płyta pilśniowa porowata	1,25	0,18
3	Papa smołowa na lepiku	0,25	0,18
4	Jastyrych cementowy	3,5	1,00

Układ warstw stropu nad piwnicą jest niemal identyczny. Występuje w nim dodatkowa warstwa płyty pilśniowej. Pokazuje to tabela 6.

Tabela 6. Układ warstw stropu nad piwnicą.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Płyta żelbetowa	14,0	1,70
2	Płyta pilśniowa porowata	2,5	0,18
3	Papa smołowa na lepiku	0,25	0,18
4	Jastyrych cementowy	3,5	1,00
5	Wykładzina PCV	0,5	0,20

Stropodach wentylowany nad ostatnią kondygnacją wykonany jest na bazie stropu z płyty żelbetowej o grubości 14 cm. Stropodach w 2005r. został docieplony warstwą granulatu z wełny mineralnej (wdmuchiwanie materiału do przestrzeni wentylowanej). Na podstawie dokonanych odkrywek stwierdzono rzeczywiste występowanie warstwy granulatu gr. 8cm (grubość po „osiadaniu”).

Tabela 7. Układ warstw stropodachu wentylowanego.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Płyta żelbetowa	14,0	1,70
2	Zasyпка z żużla	5,0	0,28
3	Granulat z wełny	8,0	0,039
4	Wentylowana pustka pow.	20,0	----
5	Płyta betonowa	7,0	1,70

2.1.4. ŚCIANY WEWNĘTRZNE

W audycie rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej. W budynku określono jeden typy ścian. Układ warstw ścian przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Układ warstw ścian wewnętrznych

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Tynk	1,0	0,82
2	Ściana z betonowa	16,0	1,70
3	Tynk	1,0	0,82

2.1.5. OKNA I DRZWI

W budynku znajduje się typowa drewniana i PCV (wymieniona przez lokatorów) stolarka okienna. W mieszkaniach: okna i drzwi balkonowe drewniane lub PCV dwuszybowe. Na klatce schodowej stolarka okienna nowa PCV wymieniona w 2005r.

Drzwi wejściowe do klatek schodowych nowe aluminiowe wymienione w 2004r.

Przyjęte w audycie współczynniki ciepła dla okien i drzwi:

- Okna PCV mieszkań - $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Okna drewniane zespolone mieszkań - $U = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ – ok. 20%
- Okna klatek schodowych nowe PCV - $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Drzwi zewnętrzne do klatek schodowych - $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Drzwi wewnętrzne wejściowe do mieszkań - $U = 2,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.1.6. PODSUMOWANIE

W załączniku I do niniejszej pracy zamieszczono rysunki pochodzące z uproszczonej inwentaryzacji budowlanej. W tabeli 9 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (nie odliczono powierzchni okien i drzwi) oraz współczynnik przenikania przegród budowlanych.

Tabela 9. Współczynnik przenikania przegród budowlanych (nie odliczono powierzchni okien).

L.p.	Rodzaj przegrody	Powierzchnia	Współczynnik przenikania
		[m ²]	[W/m ² K]
1	Ściana zewnętrzna osłonowa	386,0	1,52
2	Ściana zewnętrzna nośna	178,8	1,47
3	Strop nad piwnicą	118,0	1,16
4	Stropodach wentylowany	137,0	0,41
5	Ściany wewnętrzne	180,0	2,64

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek jest zasilany w energię cieplną na potrzeby c.o. z sieci miejskiej poprzez wymiennikowy węzeł cieplny. Węzeł wyposażony jest w automatykę pogodową. Stan techniczny węzła dobry.

Budynek jest wyposażony w tradycyjny typ instalacji c.o. W mieszkaniach lokatorskich znajdują się żeliwne grzejniki. Na grzejnikach są zamontowane zawory termostatyczne. Na pionach instalacji c.o. zamontowane są zawory podpionowe Honeywell.

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 10. Składowe sprawności systemu grzewczego.

Lp.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,99
2	Sprawność przesyłania ciepła	η_{Hd}	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,88
4	Sprawność akumulacji	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	0,83635

2.2.2. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO I TARYFY

Taryfy opłat za energię ciepła pokazuje tabela 11.

Tabela 11. Taryfy opłat za energię cieplną z VAT.

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	5233,39
Cena ciepła	[zł/GJ]	58,78

W tabeli 12 i 13 zamieszczono wielkość aktualnej mocy zamówionej oraz zużycie energii cieplnej z lat 2013 i 2014

Tabela 12 Zużycie energii analizowanego budynku w 2013 r.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	420,0
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,055

Tabela 13 Zużycie energii analizowanego budynku w 2014 r.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	411,9
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,055

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

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	377,2
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0521

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 term gazowych, jest w zależności od indywidualnych potrzeb mieszkańców podgrzewana.

Obliczenia zapotrzebowania ciepła na cele c.w.u. przyjęto przy następujących założeniach normowych:

- Zużycie ciepłej wody użytkowej – 1,6 dm³/m²*doba
- Czas użytkowania – 328,5 doby/rok
- Sprawność wytwarzania – 85%
- Sprawność akumulacji – 100% (brak zasobników)
- Sprawność transportu – 80% (indywidualne przygotowanie c.w.u. w obrębie lokalu mieszkalnego)

Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody – 0,0273 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. – 94,8 GJ

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	675,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	65,20

Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię oraz obciążenie cieplne dla potrzeb ciepłej wody użytkowej – przed i po termomodernizacji – bez zmian

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 - $V_{ve,1,n} = 0,189 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

- dla mieszkań - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 1480 / 3600 = 0,082 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań – 975,6 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Makuszyńskiego jest eksploatowany od ponad 40 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono występowanie spękań okładziny zewnętrznej. Nie stwierdzono spękań zagrażających konstrukcji. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian bez docieplenia oraz niewystarczająca izolacyjność stropodachu (większe osiadanie granulatu niż zakładane przez producenta).



Elewacja frontowa



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 z dnia 12 kwietnia 2002 Dz. U. 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późn. zmianami w *sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie*.

Stolarka okienna mieszkań (z wyjątkiem wymienionej przez lokatorów – ok. 80%) znajduje się w złym stanie technicznym i uzasadniona byłaby jej wymiana.

Stolarka okienna klatki schodowej nowa PCV – w dobrym stanie technicznym.

Drzwi wejściowe do klatek schodowych nowe aluminiowe – w dobrym stanie technicznym.

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

- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych osłonowych – z oknami (frontowej, tylnej i bocznej),
- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych nośnych – bez okien (frontowej, tylnej),
- ◆ dodatkowe ocieplenie stropodachu,

3.2. SYSTEM GRZEWczy

Analizowany budynek jest zasilany w energię ciepłą na potrzeby c.o. z węzła ciepłego. Węzeł wyposażony jest w automatykę pogodową. Stan techniczny węzła dobry.

Budynek jest wyposażony w tradycyjny typ instalacji c.o. tzn. dwururową z rozdziałem dolnym. W mieszkaniach lokatorskich znajdują się żeliwne grzejniki. Na grzejnikach są zamontowane zawory termostatyczne. Na pionach instalacji c.o. są zamontowane zawory automatycznej regulacji podpionowej.

W związku z wcześniejszą modernizacją systemu grzewczego – montaż zaworów termostatycznych i podpionowych, w uzgodnieniu z Zarządcą, na obecnym etapie odstąpiono od dalszych usprawnień systemu grzewczego.

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 i wentylacji należy zaliczyć przede wszystkim:

- ♦ 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 15 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym. Odrzucono kosztowne przedsięwzięcia termomodernizacyjne związane z modernizacją systemu wentylacji.

Tabela 15. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowych – z oknami (frontowej, tylnej i bocznej) w systemie BSO.
2	Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych – bez okien (frontowa i tylna) w systemie BSO.
3	Dodatkowe docieplenie stropodachu wentylowanego granulatami z wełny mineralnej poprzez wdmuchanie materiały do przestrzeni wentylowanej,

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

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

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 OSŁONOWYCH – Z OKNAMI

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych (w tym ścian klatki schodowej) osłonowych (ściany z oknami) styropianem w systemie BSO. W tabeli 16 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 budowlanych wykonywanych w ostatnich latach (w koszcie docieplenia uwzględniono docieplenie ościeży okiennych, wykonanie obróbek blacharskich oraz niezbędny remont balkonów z wykonaniem izolacji poziomej przeciwwilgociowej płyt balkonowych zabezpieczającej planowane docieplenie przed przenikaniem wody).

Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,04$. Koszt przyjęto na podstawie rzeczywistych cen w regionie oraz kosztorysu inwestorskiego.

Tabela 16. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych osłonowych

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			137,06		0,0163		-	0,658	-
10,0	3900	267,60		28,55		0,0034	94794,6	3,158	13,19
11,0				26,46		0,0031	95661,6	3,408	13,06
12,0				24,65		0,0029	96528,7	3,658	12,96
13,0				23,07		0,0027	97395,7	3,908	12,90
14,0				21,69		0,0026	98262,7	4,158	12,86
15,0				20,46		0,0024	99707,8	4,408	12,91
16,0				19,36		0,0023	101152,8	4,658	12,98

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych osłonowych, 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 NOŚNYCH – BEZ OKIEN

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych nośnych (ściany bez okien) styropianem w systemie BSO. W tabeli 17 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 budowlanych wykonywanych w ostatnich latach. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,04$. Koszt przyjęto na podstawie rzeczywistych cen w regionie oraz kosztorysu inwestorskiego.

Tabela 17. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych nośnych

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	3900	178,80	88,57		0,0105		-	0,680	-
10,0				18,94		0,0022	33213,9	3,180	7,20
11,0				17,56		0,0021	33600,1	3,430	7,14
12,0				16,37		0,0019	33986,3	3,680	7,11
13,0				15,33		0,0018	34372,5	3,930	7,09
14,0				14,41		0,0017	34758,7	4,180	7,08
15,0				13,60		0,0016	35531,1	4,430	7,16
16,0				12,87		0,0015	36303,6	4,680	7,24

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych nośnych, 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 STROPODACHU WENTYLOWANEGO.

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu wentylowanego poprzez wdmuchanie do przestrzeni wentylowanej materiału izolacyjnego (granulatu z wełny mineralnej) wraz z wykonaniem niezbędnego wentylowania systemowego dachu.

W tabeli 18 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 wykonywanych na budynkach sąsiednich oraz kosztorysu inwestorskiego.

Założony współczynnik przewodności cieplnej dla granulatu z wełny $\lambda=0,039$

Tabela 18. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu wentylowanego.

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	3900	137,00	18,93		0,0022		-	2,439	-
8,0				10,28		0,0012	8768,0	4,490	15,31
9,0				9,73		0,0012	9179,0	4,747	15,06
10,0				9,23		0,0011	9590,0	5,003	14,93
11,0				8,78		0,0010	10138,0	5,260	15,08
12,0				8,37		0,0010	10686,0	5,516	15,28
13,0				8,00		0,0009	11234,0	5,772	15,52

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu docieplenia stropodachu, spełniający wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego oraz warunków technicznych WT 2014 - będzie miała warstwa granulatu z wełny mineralnej grubości 10 cm.

5.2. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEZ STOLARKĘ

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

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

gdzie:

N_{Ok} - planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi; [zł],
 ΔO_{rU} - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi; [zł/rok],

$$\Delta O_{rOk} = (x_0 * O_{0u} * O_{0z} - x_1 * O_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1) [\text{zł/rok}] \quad (9)$$

gdzie:

x_0, x_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na ciepło przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego; tu przed i po - 1,0 (brak zmian);
 Q_{0u}, Q_{1u} - roczne zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego [GJ/rok];
 O_{0z}, O_{1z} - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia (tu opłata za ciepło i zmienna opłata za usługi przesyłowe) [zł/GJ];
 y_0, y_1 - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego; tu przed i po - 1,0 (brak zmian);
 q_{0u}, q_{1u} - roczne zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego [MW];
 O_{0m}, O_{1m} - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia (tu opłata za zamówioną moc cieplną i stała opłata za usługi przesyłowe) [zł/MW*miesiąc];

Ze względu na wcześniejszą wymianę okien części wspólnych na obecnym etapie odstąpiono od usprawnień związanych z wymianą okien- okna w lokalach wymieniane są indywidualnie przez właścicieli

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 w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego i remontowego, zmiana z 3 września 2015.,

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

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:

$$\Delta O_{rco} = (x_0 \cdot w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} \cdot O_{oz} / \eta_0 - x_1 \cdot w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{oco} \cdot O_{tz} / \eta_1) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (A_{b0} - A_{b1}) ; [\text{zł/rok}] \quad (13)$$

gdzie:

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

η_0, 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: 1,

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

q_0, q_1 - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania budynku

$$\eta = \eta_g \times \eta_d \times \eta_e \times \eta_s \quad (14)$$

W związku z wcześniejszą modernizacją systemu grzewczego – montaż zaworów termostatycznych i podpionowych, w uzgodnieniu z Zarządcą, na obecnym etapie odstąpiono od dalszych usprawnień systemu grzewczego.

5.4. POSUMOWANIE

W tabelach 19 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przegrody zewnętrzne oraz usprawnienia systemu grzewczego budynku.

Tabela 19. Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty ciepła przez przegrody.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty	SPBT
		[zł]	[lata]
1.	Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych budynku (ściany bez okien) – frontowa i tylna 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).	34 758,7	7,08
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowych budynku (ściany z oknami) – frontowa, tylna i boczna 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).	98 262,7	12,86
3.	Docieplenie stropodachu wentylowanego poprzez wdmuchanie granulatu z wełny mineralnej gr. 10 cm ($\lambda=0,039$) do przestrzeni wentylowanej wraz z systemową wentylacją.	9 590,0	14,93

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 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

$$\Delta O_{ro} = (w_{to} \cdot w_{do} \cdot Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) \cdot O_{0z} - (w_{tl} \cdot w_{dl} \cdot Q_{lco} / \eta_1 + Q_{lcw}) \cdot O_{0z} + 12 \cdot [(q_{0m} + q_{0cw}) \cdot Q_{om} - (q_{1m} + q_{cw}) \cdot Q_{1m}] + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1) ; [zł/rok] \quad (15)$$

gdzie:

- Q_{oco} - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją; [GJ/rok],
- Q_{lco} - sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło po termomodernizacji; [GJ/rok],
- η_o, η_1 - całkowita sprawność systemu ogrzewania przed i po termomodernizacji obliczana ze wzoru (11),
- w_{to}, w_{tl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia; tu: 1,0,
- w_{do}, w_{dl} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia; tu obydwa 1,0
- q_{0m}, q_{1m} - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania budynku
- q_{0u}, q_{1u} - roczne zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego [MW];
- ♦ zmniejszenie (w%) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją z uwzględnieniem sprawności całkowitej,

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw}) - (w_{dl} \cdot w_{tl} \cdot Q_{lco} / \eta_1 + Q_{lcw})}{(w_{do} \cdot w_{to} \cdot Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \cdot 100 [\%] \quad (16)$$

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

Tabela 20. Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć ¹⁾	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczęd. kosztów energii	Procent. oszczęd. zapotrzeb. na energię z uwzględnieniem sprawności 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		
A	1+2+3	146 055,4	15 014,3	48,87	142 611,4 zł (97,64%)	28 522,3	23 368,9	30 028,6
					3 444,0 zł (2,36%)			
B	1+2	136 465,4	14 354,8	46,75	133 021,4 zł (97,48%)	26 604,3	21 834,5	28 709,6
					3 444,0 zł (2,52%)			
C	1	13 034,0	5 887,0	19,23	9 590,0 zł (73,58%)	1 918,0	2 085,4	11 774,0
					3 444,0 zł (26,42%)			

1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych pochodzą z tabeli 19 i są kwotami brutto.

2) W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu termomodernizacji budynku (łącznie koszt ok. 3444,0 zł brutto)

ZGODNIE Z UZGODNIENIAMI Z ZAZRĄDCĄ PRZYJĘTO, ŻE KOSZTEM WŁASNYM JEST KOSZT OPRACOWANIA AUDYTU I DOKUMENTACJI W WYSOKOŚCI 3 444,0 ZŁ CO STANOWI WARTOŚĆ 2,36 % ZADANIA.

Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopad 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów, w budynkach, w których modernizację systemu grzewczego przeprowadzono po 1984r. zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego powinno wynosić co najmniej 15 %. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności energii stanowią 48,87% - wymagania Ustawy są spełnione.

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

1.	Docieplenie ścian zewnętrznych nośnych budynku (ściany bez okien) – frontowa i tylna 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych osłonowych budynku (ściany z oknami) – frontowa, tylna i boczna 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).
3.	Docieplenie stropodachu wentylowanego poprzez wdmuchanie granulatu z wełny mineralnej gr. 10 cm ($\lambda=0,039$) do przestrzeni wentylowanej wraz z systemową wentylacją.

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 48,87 %
- Stawka na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 1,47 zł/m²

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

Roczna oszczędność energii

(wg obliczeń uzyskanych dla sezonu standardowego):

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

$$Q_{oco} = 315,4 \text{ [GJ/rok]}$$

$$Q_{oc1} = 122,5 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\eta_o = 0,83635$$

$$\eta_1 = 0,83635$$

$$w_d = 1,0$$

$$w_t = 1,0$$

$$Q_{ocw}, Q_{1cw} = 94,8 \text{ [GJ/rok]}$$

$$\Delta Q = ((1,0 \cdot 1,0 \cdot 315,4 / 0,83635 + 94,8) - (1,0 \cdot 1,0 \cdot 122,5 / 0,83635 + 94,8)) \cdot 100 / (1,0 \cdot 1,0 \cdot 315,4 / 0,83635 + 94,8)$$

$$\Delta Q = 48,87 \%$$

Roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody

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

$q_o = 52,1 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (przed termomodernizacją)

$q_1 = 28,9 \text{ kW}$ – wartość uzyskana z obliczeń dla sezonu standardowego (po termomodernizacji)

$$O_z \text{ c.o.} = 58,78 \text{ [zł/GJ]}$$

$$O_m \text{ c.o.} = 5233,39 \text{ [zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}]$$

$$O_z \text{ cwu.} = 65,20 \text{ [zł/GJ]}$$

$$O_m \text{ cwu.} = 0,0 \text{ [zł/MW} \cdot \text{m} \cdot \text{c}]$$

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

$$A_b \text{ cwu} = 675,0 \text{ [zł/m} \cdot \text{c}]$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan istniejący

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

$$K_o = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 315,4 / 0,83635 \cdot 58,78 + 12 \cdot 5233,39 \cdot 0,0521 + 12 \cdot 0,0 + 94,8 \cdot 65,20 + 12 \cdot 0 \cdot 0,0273 + 12 \cdot 675,0$$

$$K_o = 39\,719,6 \text{ zł}$$

Koszt ogrzewania i cwu – stan po termomodernizacji

$$K_1 = w_{d1} \cdot w_{t1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 \cdot O_z + 12 \cdot O_m \cdot q_{1m} + 12 \cdot A_b + Q_{ocw} \cdot O_{zcwu} + 12 \cdot O_{mcwu} \cdot q_{ocw} + 12 \cdot A_b \cdot cwu$$

$$K_1 = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 122,5 / 0,83635 \cdot 58,78 + 12 \cdot 5233,39 \cdot 0,0289 + 12 \cdot 0,0 + 94,8 \cdot 65,20 + 12 \cdot 0 \cdot 0,0273 + 12 \cdot 675,0$$

$$K_1 = 24\,705,4 \text{ zł}$$

$$\Delta K = K_o - K_1 = 39\,719,6 \text{ zł} - 24\,705,4 \text{ zł} = 15\,014,3 \text{ zł}$$

8. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I *Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Makuszyńskiego 10 w Wałbrzychu,*
- Załącznik II *Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła oraz maksymalnego
obciążenia cieplnego dla stanu istniejącego oraz wybranego wariantu
przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – **program Certo 2015***

LITERATURA:

1. PN-EN-ISO-6946: 1998r. „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
2. PN-EN-13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
3. PN-ISO-9836: 1997r. „Właściwości użytkowe w budownictwie. Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.”
4. PN-82/B-02402. „Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.”
5. PN-82/B-02403. „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne.”
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. – z późniejszymi zmianami
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r.. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu , a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 poz. 346) oraz zmiana z dnia 03.09.2015.
8. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów.
9. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku i części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.