

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny wielorodzinny,	1.2 Rok budowy	1964
1.3 Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota Mieszkaniowa Ul. Krasińskiego 34 58-309 Wałbrzych	1.4 Adres budynku	Ul. Krasińskiego 34 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: czerwiec 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 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 mieszkań	13
5.1.2. Docieplenie ścian zewnętrznych klatki schodowej	14
5.1.3. Docieplenie stropodachu wentylowanego	14
5.1.4. Docieplenie stropu nad piwnicą	15
5.2. Zmniejszenie strat przenikania przez stolarkę	15
5.3. Poprawa sprawności cieplnej systemu grzewczego	16
5.4. Podsumowanie	17
6. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACJI.	17
7. ZAŁĄCZNIKI.	19
8. LITERATURA.	20

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]	1041,2	
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	469,30	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	408,30	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	61 – klatka schodowa	
7	Liczba mieszkań	10	
8	Liczba osób użytkujących budynek	15	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny – podgrzewacz gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Centralne – węzeł ciepłowniczy	
11	Współczynnik kształtu [l/m]	0,32	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]		Stan przed termomoder.	Stan po termomoder
1	Ściany zewnętrzne mieszkań	1,39	0,24
2	Ściana zewnętrzna klatki schodowej	3,78	0,25
3	Stropodach wentylowany	0,43	0,19
4	Okna mieszkań	2,90/1,60	2,90/1,60
5	Okna klatki schodowej	2,00	2,00
6	Drzwi wejściowe	2,00	2,00
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania η_g	0,99	0,99
2	Sprawność przesylania η_d	0,96	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania η_e	0,77	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 przesyłu	0,80	0,80
3	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki	nawietrzaki
3	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	680,4	680,4
4	Liczba wymian [1/h]	0,65	0,65
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	38,5	24,1
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	19,7	19,7
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	287,7	179,5
	[kWh/rok]	79 921	49 873
4	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	393,2	214,7
	[kWh/rok]	109 210	59 632
5	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok]	68,4	68,4
	[kWh/rok]	18 998	18 998
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	402,0	--
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]	195,73	122,12

9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	267,46	146,01
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. 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]	5,21	2,88
6	Opłata abonamentowa c.w.u. [zł]	450	450
7	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomicznie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowane koszty całkowite [zł]		90 606,2	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 38,68
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]		11 397,3	Ograniczenie emisji gazów - emisja CO2 [%] 38,32

9. Informacje dodatkowe		Stan przed termom.	Stan po termom.	Efekt termom.
1	Zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku [kWh/rok]	109 259	69 596	39 663
2	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem obiektu – emisja CO2 [Mg CO2/rok]	22,7	14,0	8,7
3	Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej (energia końcowa) [GJ/rok] [kWh/rok]	462,7 128 540	284,3 78 961	178,4 49 579

WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Uwzględnienie jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań i klatki schodowej, dodatkowe docieplenie stropodachu wentylowanego,
2. W ramach usprawnień systemu grzewczego – montaż zaworów automatycznej regulacji podpionowej oraz zaworów z głowicami termostatycznymi na grzejnikach.

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. Krasińskiego 34 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. Krasińskiego 34 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. Krasińskiego 34 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 1964 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 10 mieszkań. Budynek jest segmentem środkowym budynku 4-klatkowego. Obiekt zamieszkiwany jest przez 15 osób.

Inwentaryzacja techniczno – budowlana budynku została sporządzona w oparciu o :

- ♦ oględziny budynku,
- ♦ pomiary z natury wykonane w miesiącu czerwcu 2016r,
- ♦ 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]	2,55
2	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	408,30

2.1.1. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE BUDYNKU

Ściany zewnętrzne budynku, frontowa, tylna z wyłączeniem ścian klatki schodowej, są wykonane z płyt prefabrykowanych żużlobetonowych gr. 21cm z dociepleniem z płyt suprema. Na elewacji tylnej i frontowej łączenia płyt przykryte płytami eternitowymi. Układ warstw ściany, licząc od strony wewnętrznej, przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Układ warstw ścian zewnętrznych frontowej i tylnej.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Beton	11,0	1,70
2	Płyty suprema	7,0	0,15
3	Faktura zewnętrzna	3,0	1,70

Obliczoną wartość współczynnika przenikania ciepła zaprezentowana na końcu rozdziału.

2.1.2. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE KLATKI SCHODOWEJ

Ściany klatki schodowej stanowią przedłużenie ścian oddzielających pomieszczenia mieszkalne od klatki schodowej i są wykonane o grubości 15 cm jako żelbetowe. Układ warstw ścian klatki schodowej, licząc od strony wewnętrznej przedstawiono w tabeli nr 3.

Tabela 3. Układ warstw ścian klatki schodowej.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [cm]	λ [W/m ² K]
1	Żelbet	15	1,70

Obliczoną wartość współczynnika przenikania ciepła zaprezentowano na końcu rozdziału.

2.1.3. 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

2.1.4. 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	Jastyrych cementowy	4,0	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	Jastyrych cementowy	4,0	1,00

Stropodach wentylowany nad ostatnią kondygnacją wykonany jest na bazie stropu z płyty żelbetowej o grubości 14 cm. Stropodach w 2009r. 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	Granulat z wełny min.	8,0	0,039
3	Wentylowana pustka pow.	30,0	----
4	Płyta betonowa	7,0	1,70

2.1.5. 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	Ściana z betonowa	15,0	1,70

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 klatki schodowej aluminiowe wymienione w 2002r.

Przyjęte w audycie współczynniki ciepła dla okien i drzwi:

- Okna PCV mieszkań - $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ – ok. 90%
- Okna drewniane zespolone mieszkań - $U = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ – ok. 10%
- Okna klatek schodowych nowe PCV - $U = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 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 frontowa i tylna	325,7	1,39
2	Ściany zewnętrzne klatki schodowej	62,3	3,79
3	Strop nad piwnicą	81,6	1,66
4	Stropodach	104,0	0,43
5	Ściany wewnętrzne	170,0	2,87

2.2. SYSTEM GRZEWczy

2.2.1. CHARAKTERYSTYKA

Analizowany budynek jest zasilany w energię ciepłą na potrzeby c.o. z sieci miejskiej poprzez jednofunkcyjny 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 nie są zamontowane zawory termostatyczne. Na pionach instalacji c.o. brak zamontowanych zaworów automatycznej regulacji podpionowej.

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

Sprawność regulacji przyjęto na podstawie wzoru:

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

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

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

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}	0,77
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	0,7318

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

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

Tabela 12. Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym ze sprawnością systemu grzewczego.

	Jedn.	Suma
Energia pobrana	[GJ]	393,2
Moc zamówiona	[MW/mc]	0,0385

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 – 19,7 kW

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.– 18998 kWh = 68,4 GJ

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/MW/m-c]	0,0
Opłata abonamentowa	[zł/m-c]	450,0
Cena ciepła	[zł/GJ]	54,20

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 l/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 - $V_{ve,1,n} = 0,131 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego

– dla mieszkań - $V_{inf.} = n \cdot V / 3600 = 0,2 \cdot 1040,4 / 3600 = 0,058 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań – 680,4 m³/h.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

3.1. PRZEGRODY BUDOWLANE

Budynek mieszkalny przy ul. Krasińskiego w Wałbrzychu jest eksploatowany od ponad 60 lat. W wyniku dokonanego przeglądu nie stwierdzono znacznych uszkodzeń w okładzinach zewnętrznych betonowych.

Nie stwierdzono spękań zagrażających konstrukcji. Stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono również niską izolacyjność cieplną ścian oraz niewystarczająca stropodachu (wg przepisów).



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. 90%) 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 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 mieszkań,
- ◆ docieplenie ścian zewnętrznych klatki schodowej,
- ◆ dodatkowe docieplenie stropodachu wentylowanego,
- ◆ ocieplenie stropu nad piwnicą,

3.2. SYSTEM GRZEWczy

Analizowany budynek jest zasilany w energię ciepłą na potrzeby c.o. z sieci miejskiej poprzez jednofunkcyjny 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 nie są zamontowane zawory termostatyczne. Na pionach instalacji c.o. brak zamontowanych zaworów automatycznej regulacji podpionowej.

Ze względu na brak wcześniejszych usprawnień instalacji c.o. w niniejszym opracowaniu zaproponowano poprawę sprawności systemu grzewczego, polegającą na :

- ◆ montaż zaworów termostatycznych na grzejnikach,
- ◆ montaż zaworów automatycznej regulacji podpionowej,

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 13 zestawiono wszystkie możliwe do zrealizowania w analizowanym budynku mieszkalnym usprawnienia o charakterze termomodernizacyjnym i systemu c.o. Odrzucono kosztowne przedsięwzięcia termomodernizacyjne związane z modernizacją systemu wentylacji i cwu.

Tabela 13. Wykaz przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Lp.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań (frontowej, tylnej) w systemie BSO.
2	Docieplenie ścian zewnętrznych klatki schodowej w systemie BSO.
3	Dodatkowe docieplenie stropodachu wentylowanego granulem z wełny mineralnej poprzez wdmuchanie materiały do przestrzeni wentylowanej z jednoczesnym remontem pokrycia dachowego,
4	Docieplenie stropu piwnic w systemie BSO,
5	Montaż zaworów termostatycznych na grzejnikach oraz zaworów automatycznej regulacji podpionowej

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 MIESZKAŃ

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych mieszkań styropianem 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 budowlanych wykonywanych w ostatnich latach (w koszcie docieplenia uwzględniono docieplenie ościeży okiennych, demontaż istniejących okładzin ścian, wykonanie obróbek blacharskich).

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

Tabela 14. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych mieszkań

grubość dociepl.	Sd	A	Q _{ou}	Q _{1u}	q _{ou}	q _{1u}	Nu	R	SPBT
[cm]	[dzień K/rok]	[m ²]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[m ² K/W]	[lata]
istniejąca	3700	226,70	100,74		0,0126		-	0,719	-
10,0				22,51		0,0028	62922,9	3,219	12,07
11,0				20,89		0,0026	63412,5	3,469	11,92
12,0				19,48		0,0024	63902,2	3,719	11,80
13,0				18,26		0,0023	64636,7	3,969	11,76
14,0				17,18		0,0021	65371,2	4,219	11,74
15,0				16,21		0,0020	66350,6	4,469	11,78
16,0				15,36		0,0019	67329,9	4,719	11,83

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.

5.1.2. DOCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH KLATKI SCHODOWEJ

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian zewnętrznych klatki schodowej styropianem w systemie BSO. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono kolorem czerwonym. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie rzeczywistych cen robót budowlanych wykonywanych w ostatnich latach (w koszcie docieplenia uwzględniono docieplenie ościeży okiennych, wykonanie obróbek blacharskich). Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,04$. Koszt przyjęto na podstawie rzeczywistych cen w regionie oraz kosztorysu inwestorskiego.

Tabela 15. Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych klatki schodowej

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	2700	28,90	25,55		0,0044		-	0,264	-
11,0				2,24		0,0004	7709,4	3,014	4,75
12,0				2,07		0,0004	7734,3	3,264	4,74
13,0				1,92		0,0003	7759,3	3,514	4,72
14,0				1,79		0,0003	7778,0	3,764	4,71
15,0				1,68		0,0003	7803,0	4,014	4,70
16,0				1,58		0,0003	7927,8	4,264	4,76
17,0				1,49		0,0003	8052,7	4,514	4,81

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych klatki schodowej, spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego będzie warstwa styropianu o grubości 15 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

5.1.3. DOCIEPLENIE STROPODACHU WENTYLOWANEGO.

Proponuje się wykonanie dodatkowego ocieplenia stropodachu wentylowanego (obecnie jest niewystarczające) poprzez wdmuchanie do przestrzeni wentylowanej materiału izolacyjnego (granulatu z wełny mineralnej) wraz z wykonaniem niezbędnego wentylowania systemowego dachu oraz remontem pokrycia jako zabezpieczenia wykonanego docieplenia (jednowarstwowe krycie papa termozgrzewalna).

W tabeli 16 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 16. Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu wentylowanego.

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			14,30		0,0018		-	2,326	-
8,0				7,60		0,0010	8008,0	4,377	17,94
9,0				7,18		0,0009	8216,0	4,633	17,32
10,0	3700	104,00		6,80		0,0009	8424,0	4,890	16,86
11,0				6,46		0,0008	8632,0	5,146	16,53
12,0				6,15		0,0008	9048,0	5,403	16,68
13,0				5,88		0,0007	9464,0	5,659	16,87

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 11 cm.

5.1.4. DOCIEPLENIE STROPU NAD PIWNICĄ

W porozumieniu z Zarządcą budynku ze względu na problemy z wykonaniem docieplenia stropu piwnic - znaczne bo aż o kilkunastocentymetrowe obniżenie wysokości ciągów komunikacyjnych piwnic (obecna wysokość 220cm), dużą ilość prowadzonych przewodów instalacji c.o., wod.-kan. oraz gazowych kolidujących z ewentualnym dociepleniem a także problemami z obniżeniem wysokości boksów piwnicznych lokatorów budynku już na obecnym etapie zrezygnowano z powyższego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

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.,

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

gdzie:

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

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

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.,

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

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:

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

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 tu: 1,
- w_{do}, w_{d1} - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie dnia; tu 1,0
- q_o, q_1 - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność całkowitą systemu ogrzewania budynku

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

Analizowany budynek jest zasilany w energię cieplną na potrzeby c.o. z sieci miejskiej poprzez jednofunkcyjny 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 nie są zamontowane zawory termostatyczne. Na pionach instalacji c.o. brak zamontowanych zaworów automatycznej regulacji podpionowej.

Ze względu na brak wcześniejszych usprawnień instalacji c.o. w niniejszym opracowaniu zaproponowano poprawę sprawności systemu grzewczego, polegającą na :

- ♦ montaż zaworów termostatycznych na grzejnikach oraz montaż zaworów automatycznej regulacji podpionowej,

Koszt wykonania usprawnień określono na podstawie rzeczywistych cen robót budowlanych oraz kosztorysu inwestorskiego.

- montaż zaworów termostatycznych - 4 000,0 zł (40 szt.)
- montaż zaworów automatycznej regulacji podpionowej - 4 800,0 zł (5 kpl.)

Tabela 17. Poprawa sprawności systemu grzewczego.

Rodzaj usprawnienia	η_ω	η_p	η_r	η_c	η	Q_{oco}	q_p	q_1	N_{bo}	ΔQ_{oco}	SPBT
						[GJ/rok]	[MW]	[MW]	[zł]	[zł/rok]	[zł]
zawory termostatyczne i podpion	0,99	0,96	0,88	1	0,83635	287,70	0,0385	0,0385	8800,0	2888,57	3,05

Tabela 18. Składowe sprawności po usprawnieniach 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

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 klatki schodowej 15 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).	7 803,0	4,70
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań budynku 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).	65 371,2	11,74
3.	Dodatkowe docieplenie stropodachu wentylowanego poprzez wdmuchanie dodatkowej warstwy granulatu z wełny mineralnej gr. 11 cm ($\lambda=0,039$) do przestrzeni wentylowanej wraz z systemową wentylacją oraz jednokrotnym pokryciem z papy termozgrzewalnej.	8 632,0	16,53
4.	Montaż zaworów termostatycznych na grzejnikach oraz zaworów automatycznej regulacji podpionowej,	8 800,0	3,05

Wszystkie koszty są kosztami brutto (z podatkiem VAT)

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

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

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

$$\Delta Q = \frac{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw} / \eta_{0cww}) - (w_{d1} w_{t1} Q_{lco} / \eta_1 + Q_{lcw} / \eta_{1cww})_1}{(w_{do} w_{to} Q_{oco} / \eta_o + Q_{ocw})} \times 100 [\%]$$

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonych dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami matematycznymi w tabeli 20.

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 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
		[zł]	[zł/rok]	[%]
1	2	3	4	5
A	1+2+3+4	90 606,2	11 397,3	38,68
B	1+2+4	81 974,2	10 646,5	36,17
C	1+4	16 603,0	3 703,2	12,98
D	4	8 800,0	2 888,6	10,65

1) numery zoptymalizowanych przedsięwzięć termom. pochodzą z tabeli 19 i są kwotami 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 38,68% - wymagania Ustawy są spełnione.

Informacje dla Inwestora

- Oszczędność c.o. bez uwzględniania c.w.u. – 45,41%
- Stawka c.o. na 1m² powierzchni użytkowej po termomodernizacji – 2,88 zł/m²

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

1.	Docieplenie ścian zewnętrznych klatki schodowej 15 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).
2.	Docieplenie ścian zewnętrznych mieszkań budynku 14 cm warstwą styropianu w systemie BSO ($\lambda=0,04$).
3.	Dodatkowe docieplenie stropodachu wentylowanego poprzez wdmuchanie dodatkowej warstwy granulatu z wełny mineralnej gr. 11 cm ($\lambda=0,039$) do przestrzeni wentylowanej wraz z systemową wentylacją oraz jednokrotnym pokryciem z papy termozgrzewalnej.
4.	Montaż zaworów termostatycznych na grzejnikach oraz zaworów automatycznej regulacji podpionowej,

7. ZAŁĄCZNIKI

- Załącznik I *Rysunki budowlane budynku mieszkalnego położonego przy
Ul. Krasińskiego 34 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.