

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny		1.2 Rok budowy
		1928	
1.3. Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota	1.4 Adres budynku	
	Mieszkaniowa ul. Leśna 2 58-303 Wałbrzych	ul. Leśna 2 58-303 Wałbrzych Powiat Wałbrzyski Województwo Dolnośląskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Biuro projektów DRAWEL Daniel Tchorowski, ul. Parkowa 23/1, 58-302 Wałbrzych, REGON: 371040673			
3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż. Sylwia Tchorowska ul. Parkowa 23/1 58-304 Wałbrzych		Inżynier budownictwa – uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych – 124/DOŚ/06, DOŚ/IS/0471/06	
		Podpis:	
4. Współautorzy			
L.p.	4.1. Imię i nazwisko	4.2. Zakres udziału w audycie	4.3 Posiadane kwalifikacje
1.	—	—	—
5. Miejsowość: Wałbrzych		Data wykonania opracowania: wrzesień 2016	
6. Spis treści			
1. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA 3			
2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA 6			
3. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU 6			
3.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI 7			
3.2. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE 7			
3.3. PRZEGRODY POZIOMIE 7			
3.4. ŚCIANY WEWNĘTRZNE 8			
3.5. STOLARKA OKIENNA I DRZWIOWA 9			
3.6. PODSUMOWANIE 9			
4. CHARAKTERYSTYKA 10			
4.1. SYSTEM GRZEWczy 10			
4.2. SYSTEM PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ 11			
4.3. OPŁATY JEDNOSTKOWE I TARYFY 12			
4.4. SYSTEM WENTYLACJI 13			
5. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU 13			
5.1. PRZEGRODY BUDOWLANE 13			
5.2. SYSTEM GRZEWczy 16			
5.3. SYSTEM PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ ORAZ WENTYLACJI 16			
6. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO REALIZACJI 16			
7. OPTIMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH 16			
7.1. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEGRODY 16			
7.2. PODSUMOWANIE 18			
8. WYBÓR OPTIMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO 19			
9. ZAŁĄCZNIKI 20			

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2	Liczba kondygnacji	4	4
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	612,50	612,50
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	274,82	274,82
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	245,00	245,00
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	29,82-klatka schodowa	29,82-klatka schodowa
7	Liczba lokali mieszkalnych	5	5
8	Liczba osób użytkujących budynek	11	11
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny w każdym lokalu – gazowe podgrzewacze przepływowe, kotły dwufunkcyjne, pojemnościowy podgrzewacz elektryczny	Indywidualny w każdym lokalu – gazowe podgrzewacze przepływowe, kotły dwufunkcyjne, pojemnościowy podgrzewacz elektryczny
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Indywidualnie w każdym lokalu – kotły na opał stały, kotły gazowe, ogrzewanie elektryczne	Indywidualnie w każdym lokalu – kotły na opał stały, kotły gazowe, ogrzewanie elektryczne
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,56	0,56
12	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]			
1	Ściany zewnętrzne	1,454	0,225
2	Dach nad mieszkaniami	0,963	0,188
3	Dach nad częścią nieogrzewaną	5,556	5,556
4	Strop nad ostatnią kondygnacją	0,994	0,994
5	Strop nad piwnicą	0,771	0,771
6	Okna w lokalach mieszkalnych	1,60	1,60
7	Okna na klatce schodowej	4,30	1,60
8	Drzwi na klatce schodowej	2,60	1,70
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania [-]	0,89	0,89
2	Sprawność przesyłania [-]	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,84	0,84
4	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5	Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6	Przerwy na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania c.w.u.			
1	Sprawność wytwarzania [-]	0,75	0,75

2	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,85	0,85
4	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nieszczelności stolarki	nieszczelności stolarki
3	Strumień powietrza wentylującego [m ³ /h]	358,6	358,6
4	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,60	0,60
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	31,08	16,09
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	1,72	1,72
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	231,13	92,47
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	308,17	123,29
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	48,80	48,80
6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [kWh/m ³ rok]	b.d.	b.d.
7	Zmierzone zużycia ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	b.d.	b.d.
8	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	262,05	104,84
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	349,40	139,78
9	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena za 1 GJ na ogrzewanie [zł]	71,28	71,28
2	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie za miesiąc [zł]	0,00	0,00
3	Opłata za podgrzanie 1m ³ c.w.u. [zł]	29,98	29,98
4	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	0,00	0,00
5	Opłata za podgrzanie 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	7,70	3,21
6	Opłata abonamentowa [zł]	7,76	7,76
7	Inne [zł]	47,87	47,87
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia			

termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	160918,28	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	51,79
Planowane koszty całkowite [zł]	160918,28	Premia termomodernizacyjna [zł]	18316,43
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	9158,22		

9. Informacje dodatkowe – dla budynku	Stan przed termomod.	Stan po termomod.	Efekt termom.	
Zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku [kWh/rok]	139169,6	69055,3	70114,30	50,38%
Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem obiektu – emisja CO ₂ [MgCO ₂ /rok]	39,45	19,36	20,09	50,93%
Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]	356,97	172,09	184,88	51,79%
Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej na cele ogrzewania [GJ/rok]	308,17	123,29	184,88	59,99%

1. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

1.1 Dokumenty i dane źródłowe

- Dokumentacja oraz uproszczone rzuty kondygnacji mieszkalnych, elewacji wykonane przez Biuro projektów i usług inwestycyjnych DRAWEL,
- Wizja lokalna oraz wykonana dokumentacja fotograficzna.

1.2 Wytyczne i uwagi Inwestora

Uwzględnienie w audycie następujących usprawnień:

- Docieplenie ścian zewnętrznych,
- Docieplenie dachu nad lokalem mieszkalnym.

1.3 Ustawy, Rozporządzenia, Normy

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U. Nr 223, poz. 1459. Dalej zwana ustawą termomodernizacyjną,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 marca 2009 r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. Audytów energetycznych,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i

lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. Świadectw energetycznych.

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- Polska Norma PN-EN ISO 13790: 2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”,
- Polska Norma PN-EN ISO 6946: 2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń”,
- Polska Norma PN-EN ISO13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metoda obliczenia”,
- Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”,
- Polska Norma PN-EN ISO 12831: 2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego”,
- Polska Norma PN-EN ISO 13789: 2008 „Cieplne właściwości użytkowania budynków – Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania”.

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek mieszkalny zlokalizowany przy ul Leśnej 2 w Wałbrzychu.

Opracowanie kończy się wyborem przedsięwzięcia, które spełnia wszystkie warunki i kryteria określone w ustawie i będzie przeznaczony do realizacji. Wybrany wariant spełnia wymagania określone w ustawie termomodernizacyjnej (Dz.U. Nr 223, poz. 1459).

3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana obiektu

Budynek jest obiektem mieszkalnym, wolnostojącym, z trzema kondygnacjami nadziemnymi z częściowo użytkowym poddaszem, całkowicie podpiwniczonym. Budynek został wykonany w technologii tradycyjnej murowanej.

W budynku znajduje się 5 lokali mieszkalnych, w których mieszka łącznie 11 osób.

Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku została sporządzona w oparciu o:

- Oględziny budynku,
- Pomiary z natury wykonane w miesiącu sierpniu 2016 r.,

- Inwentaryzację uproszczoną kondygnacji mieszkalnych,
- Informacje przekazane przez właściciela budynku.

3.1 Opis techniczny konstrukcji

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne budynku murowane z cegły ceramicznej pełnej. Strop nad piwnicą masywny, pozostałe stropy drewniane. Przedmiotowy budynek jest podpiwniczony, dach dwuspadowy, o konstrukcji drewnianej, kryty dachówką.

Podstawowe parametry budynku w tabeli 1.

Tabela 1

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji (w świetle)	m	2,50
2	Powierzchnia użytkowa budynku	m ²	245,00

3.2 Ściany zewnętrzne

Ściany zewnętrzne wykonane są jako murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej o grubości 40 cm. Układ warstw według tabeli 2.

Tabela 2 Układ warstw ścian zewnętrznych

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82
2	Cegła ceramiczna pełna	0,38	0,77
3	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82

Obliczeniową wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych przedstawiono na końcu rozdziału.

3.3 Przegrody poziome

Strop nad piwnicą wykonany jako strop masywny ceramiczny. Układ warstw według tabeli 3.1.

Tabela 3.1 Układ warstw stropu piwnicy

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82
2	Cegła ceramiczna pełna	0,12	0,77
3	Żużel paleniskowy	0,15	0,22
4	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	0,04	1,00
5	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,02	0,30

Strop międzykondygnacyjny drewniany. Układ warstw według tabeli 3.2.

Tabela 3.2 Układ warstw stropu międzykondygnacyjnego.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,02	0,82
2	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,02	0,30
3	Niewentylowana warstwa powietrza	0,08	-
4	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,01	0,30
5	Żużel paleniskowy	0,10	0,22
6	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,02	0,30

Dach nad lokalem mieszkalnym. Układ warstw według tabeli 3.3.

Tabela 3.3 Układ warstw dachu nad lokalem mieszkalnym

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,02	0,82
2	Płyty gips.-kart.	0,025	0,23
3	Słoma	0,05	0,08
4	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,03	0,30
5	Dachówka cementowa	0,04	1,00

Dach nad poddaszem nieużytkowym. Układ warstw według tabeli 3.4.

Tabela 3.4 Układ warstw dachu nad poddaszem nieużytkowym.

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Dachówka cementowa	0,04	1,00

Obliczeniową wartość współczynnika przenikania ciepła przegród poziomych przedstawiono na końcu rozdziału.

3.4 Ściany wewnętrzne

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej – ściany rozdzielające klatkę schodową od lokali mieszkalnych. Układ warstw według tabeli 4.

Tabela 4 Układ warstw ściany wewnętrznej

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82
2	Cegła ceramiczna pełna	0,28	0,77
3	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82

3.5 Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku zamontowane są okna z PVC. Drzwi wejściowe frontowe drewniane. Zestawienie wszystkich rozmiarów stolarki okiennej wraz z ilością oraz wartościami współczynnika przenikania ciepła według tabeli 5.

Tabela 5 Stolarka okienna i drzwiowa

L.p.	Wymiar stolarki [cm]	Rodzaj stolarki	Powierzchnia [m ²]	Ilość [szt.]	U* [W/m ² K]	a** [m ³ /mhdaPa ^{2/3}]
Elewacja frontowa – zachodnio-południowa						
1	70x50	Okno	0,35	4	4,3	3,5
2	105x135	Okno	1,42	8	1,6	0,5
3	105x95	Okno	1,00	2	1,6	0,5
4	60x75	Okno	0,45	1	1,6	0,5
Ściana boczna – północno-wschodnia						
5	105x70	Okno	0,74	1	4,3	3,5
6	80x70	Okno	0,56	1	4,3	3,5
7	50x140	Okno	0,70	2	1,6	0,5
8	90x85	Okno	0,77	2	1,6	0,5
9	50x50	Okno	0,25	2	4,3	3,5
Ściana tylna – wschodnia-północna						
10	75x70	Okno	0,53	1	4,3	3,5
11	60x70	Okno	0,42	2	4,3	3,5
12	110x70	Okno	0,77	1	4,3	3,5
13	105x210	Drzwi	2,21	1	2,6	2,0
14	105x135	Okno	1,42	4	1,6	0,5
15	60x135	Okno	0,81	3	1,6	0,5
16	60x75	Okno	0,45	1	1,6	0,5
17	75x250	Okno	1,88	1	4,3	3,5
Ściana boczna – południowo-zachodnia						
18	105x70	Okno	0,74	1	4,3	3,5
19	80x70	Okno	0,56	1	4,3	3,5
20	50x140	Okno	0,70	2	1,6	0,5
21	90x85	Okno	0,77	2	4,3	3,5
22	50x50	Okno	0,25	2	4,3	3,5
* Współczynnik przenikania ciepła						
** Współczynnik przepływu						

3.6 Podsumowanie

W załączniku I do niniejszego opracowania zamieszczono elewacje analizowanego budynku pochodzące z uproszczonej inwentaryzacji budowlanej opracowanej przez jednostkę projektową. W tabeli 6 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (odliczono powierzchnię okien i drzwi) oraz współczynniki przenikania przegród budowlanych, opisanych powyżej.

Tabela 6 Powierzchnie i współczynniki przenikania przegród budowlanych (odliczono otwory okienne i drzwiowe).

L.p.	Materiał	Powierzchnia	Współczynnik przenikania ciepła
		d [m]	U [W/m ² K]
1	Ściany zewnętrzne	354,64	1,454
2	Dach nad lokalem mieszkalnym	60,48	0,963
3	Dach nad помещением nieogrzewanym	106,79	5,556
4	Strop międzykondygnacyjny	274,58	0,994
5	Strop nad piwnicą	112,92	0,771
6	Ściany wewnętrzne - mieszkania/ klatka schodowa	96,74	1,543

4. Charakterystyka

4.1 System grzewczy

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla potrzeb centralnego ogrzewania z indywidualnych instalacji grzewczych w lokalach mieszkalnych poprzez kotły na opał stały, kotły gazowe oraz poprzez ogrzewanie elektryczne. Kotły oraz instalacje w dobrym stanie technicznym. Ze względu na lokalny charakter instalacji nie rozważa się wprowadzania ulepszeń systemów grzewczych.

Składowe sprawności systemu grzewczego oszacowano (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego) na poziomach przedstawionych w tabeli 7.

Tabela 7 Składowe sprawności systemu grzewczego - kotły na opał stały

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,82
2	Sprawność przesyłania	η_{Hd}	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,82
4	Sprawność akumulacji	η_{Hs}	1,00
5	Wprowadzenie przerw w okresie tygodnia	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	w_d	1,00
	Udział systemu ogrzewaniu	40%	

Tabela 8 Składowe sprawności systemu grzewczego - kotły na paliwo gazowe

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,91
2	Sprawność przesyłania	η_{Hd}	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,82

4	Sprawność akumulacji	η_{Hs}	1,00
5	Wprowadzenie przerw w okresie tygodnia	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	w_d	1,00
	Udział systemu ogrzewaniu	40%	

Tabela 9 Składowe sprawności systemu grzewczego – ogrzewanie elektryczne

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,99
2	Sprawność przesyłania	η_{Hd}	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,94
4	Sprawność akumulacji	η_{Hs}	1,00
5	Wprowadzenie przerw w okresie tygodnia	w_t	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	w_d	1,00
	Udział systemu ogrzewaniu	20%	

Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wykonano przy użyciu programu firmy Sankom.

4.2 System przygotowania ciepłej wody użytkowej

W analizowanym budynku do mieszkań dostarczana jest jedynie zimna woda, gdzie przy użyciu gazowych podgrzewaczy przepływowych, pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych oraz podgrzewaczy pojemnościowych zasilanych z kotłów na opał stały i gaz woda podgrzewana jest do wymaganej temperatury.

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele c.w.u. przyjęto przy następujących założeniach normowych – lokale mieszkalne :

- Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody: 1,60 [dm³/(m²dzień)]
- Liczba jednostek odniesienia (osób): 11 [os]
- Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych: 245 [m²]
- Czas użytkowania: 329 [doby/rok]
- Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u.: 1,72 [kW]
- Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.: 48,80 [GJ/rok]

Tabela 10 Składowe sprawności systemu c.w.u. – gazowy przepływowy podgrzewacz c.w.u.

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Średnia roczna sprawność wytwarzania	η_{Wg}	0,85
2	Średnia roczna sprawność przesyłu	η_{Wd}	0,80
3	Średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła	η_{We}	1,00
4	Średnia roczna sprawność akumulacji	η_{Ws}	1,00
5	Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło	20%	

Tabela 11 Składowe sprawności systemu c.w.u. – kotły na opał stały

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Średnia roczna sprawność wytwarzania	η_{wg}	0,65
2	Średnia roczna sprawność przesyłu	η_{wd}	0,80
3	Średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła	η_{we}	1,00
4	Średnia roczna sprawność akumulacji	η_{ws}	0,85
5	Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło	20%	

Tabela 12 Składowe sprawności systemu c.w.u. – kotły gazowe dwufunkcyjne

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Średnia roczna sprawność wytwarzania	η_{wg}	0,65
2	Średnia roczna sprawność przesyłu	η_{wd}	0,80
3	Średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła	η_{we}	1,00
4	Średnia roczna sprawność akumulacji	η_{ws}	0,85
5	Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło	40%	

Tabela 13 Składowe sprawności systemu c.w.u. – ogrzewanie elektryczne

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Średnia roczna sprawność wytwarzania	η_{wg}	0,96
2	Średnia roczna sprawność przesyłu	η_{wd}	0,80
3	Średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła	η_{we}	1,00
4	Średnia roczna sprawność akumulacji	η_{ws}	0,85
5	Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło	40%	

4.3 Oplaty jednostkowe i taryfy

Obliczenia ceny jednostkowej 1GJ energii – opał stały (węgiel)

Założenia do obliczeń:

- Cena węgla kamiennego: $C_w = 800 \text{ zł/tona}$
- Wartość opałowa węgla kamiennego: $W_o = 26 \text{ GJ/tona}$

$$\text{Cena jednostkowa } C_j = \frac{C_w}{W_o} = \frac{800}{26} = 30,77 \text{ zł/GJ}$$

Na podstawie powyższych wyliczeń przyjęto:

- Cena 1 GJ: $30,77 \text{ zł}$

- Opłata za 1 MW mocy zamówionej: 0,00 zł

Obliczenia ceny jednostkowej 1GJ energii – gaz (taryfa W3)

Na podstawie taryfy W3 PGNIG (ceny jednostkowe brutto z uwzględnieniem podatku VAT):

Cena za paliwo gazowe:	14,564 gr/kWh
Opłata dystrybucyjna zmienna:	5,001 gr/kWh
Opłata dystrybucyjna stała:	40,147 zł/m-c
Abonament:	7,72 zł/m-c

Na podstawie powyższych opłat obliczono:

Cena 1 GJ: 54,35 zł/GJ

Suma opłat zmiennych: $Oz = 19,565 \text{ gr/kWh} = 19,565 \cdot (0,01 \text{ zł} / 0,0036 \text{ GJ}) = 54,35 \text{ zł/GJ}$

Obliczenia ceny jednostkowej 1GJ energii – taryfa G11

Na podstawie taryfy G11 TAURON Polska Energia (ceny jednostkowe brutto z uwzględnieniem podatku VAT):

Opłata za energię elektryczną:	0,467 zł/kWh
Opłata dystrybucyjna zmienna:	0,203 zł/kWh
Opłata dystrybucyjna stała:	4,809 zł/m-c
Abonament:	2,95 zł/m-c

Na podstawie powyższych opłat obliczono:

Cena 1 GJ: 186,14 zł/GJ

Suma opłat zmiennych: $Oz = 0,67 \text{ zł/kWh} = 0,67 / 0,0036 \text{ GJ} = 186,14 \text{ zł/GJ}$

4.4 System wentylacji

W analizowanym budynku występuje grawitacyjny system wentylacji poprzez kratki wentylacyjne znajdujące się w kuchniach i łazienkach oraz nawiewniki okienne i nieszczelności stolarki okiennej. Przy obliczeniach strat ciepła przyjęto normowe ilości wymian powietrza w pomieszczeniach – minimalne krotności wymian powietrza 0,5 1/h. Stopień szczelności obudowy – średni (krotność wymiany powietrza $n_{50} = 3,5$).

Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego

- 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 – $V_{ve,1,n} = 0,078 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza infiltrującego

- dla mieszkań – $V_{inf} = n \cdot V / 3600 = 0,034 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi $403,2 \text{ m}^3/\text{h}$.

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody budowlane

Budynek przy ul. Leśnej 2 w Wałbrzychu jest eksploatowany od 88 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono niską izolacyjność cieplną

ścian oraz dachu. W wielu miejscach stwierdzono ubytki tynków. Stan techniczny pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający.

Fotografia 1. Elewacja frontowa



Fotografia 2. Elewacja boczna (NW)



Fotografia 3. Elewacja tylna



Fotografia 4. Elewacja boczna (SE)



Podsumowując, budynek ze względu na okres kiedy został wybudowany, w sposób oczywisty nie spełnia obecnie obowiązujących wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.

Stolarka okienna w obrębie lokali mieszkalnych wykonana z PVC, w dobrym stanie technicznym. Drzwi wejściowe, okna piwniczne oraz okna na poddaszu w złym stanie technicznym, w związku z czym zaleca się ich wymianę.

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

- Docieplenie ścian zewnętrznych budynku,
- Docieplenie dachu nad lokalem mieszkalnym.

5.2 System grzewczy

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla potrzeb centralnego ogrzewania z indywidualnych instalacji grzewczych w lokalach mieszkalnych poprzez kotły gazowe, kotły na opał stały oraz ogrzewanie elektryczne. Systemy grzewcze są w dostatecznym stanie technicznym. Ze względu na lokalny charakter instalacji nie rozważa się wprowadzenia ulepszeń systemów grzewczych, a jedynie zaleca się ich modernizację.

5.3 System przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji

Zaopatrzenie mieszkańców w ciepłą wodę zachodzi poprawnie. Ze względu na indywidualny charakter instalacji nie rozważa się wprowadzania ulepszeń.

Systemem wentylacji grawitacyjnej działa poprawnie. Przebudowa systemu wentylacji grawitacyjnej na system mechaniczny powodowałaby niewspółmiernie duży koszt do uzyskanych dzięki temu oszczędności energii. W związku z tym nie rozważa się wprowadzania ulepszeń systemu wentylacji.

6. Wykaz przedsięwzięć wybranych do realizacji

Tabela 14 Wykaz proponowanych ulepszeń termomodernizacyjnych

L.p.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych
2	Docieplenie dachu nad lokalem mieszkalnym

7. Optymalizacja przedsięwzięć termomodernizacyjnych

7.1 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 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 formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego.

$$SPBT = N_U / \sum \Delta O_{rU} \text{ [lata]}$$

gdzie:

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

7.1.1. Docieplenie ścian zewnętrznych

Proponuje się wykonanie ocieplenia wszystkich ścian zewnętrznych budynku styropianem w systemie BSO. W tabeli 15 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia ścian. Grubość optymalną zaznaczono pogrubieniem. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określano na podstawie analizy własnej (opracowanie przez Kosztorysanta, Katalog Norm rzeczowych i średnich cen materiałów budowlanych oraz robocizny, sprzętu oraz katalogi producentów).

W kosztach robót uwzględniono docieplenie ościeży oraz wykonanie nowych obróbek blacharskich. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu $\lambda=0,040$ W/mK.

Tabela 15 Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych

Powierzchnia przegród do strat ciepła				276,73			
Powierzchnia przegród do kosztów ocieplenia				302,72			
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				20			
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				-20			
Liczba stopniodni				3714,9			
L.p.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	warianty			
				1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	d	cm	-	14	15	16	17
2	ΔR	m ² K/W	-	3,50	3,75	4,00	4,25
3	R	m ² K/W	-	4,188	4,438	4,688	4,938
4	U	W/m ² K	1,454	0,239	0,225	0,213	0,203
5	Q_{0u}, Q_{1u}	GJ/rok	129,15	21,21	20,01	18,95	17,99
6	q_{0u}, q_{1u}	MW	0,0161	0,0026	0,0025	0,0024	0,0022
7	ΔQ_{ru}	zł/rok	-	7941,62	8026,79	8102,87	8171,24
8	N_u	zł	-	80026,193	80752,97	82771,794	84841,089
9	SPBT	lata	-	10,08	10,06	10,22	10,38

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych – 4,0m²K/W, będzie warstwa styropianu o grubości 15 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

7.1.2. Docieplenie dachu nad lokalem mieszkalnym

Proponuje się wykonanie ocieplenia dachu nad lokalem mieszkalnym wełną mineralną. W tabeli 16 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie

optymalnej grubości docieplenia. Grubość optymalną zaznaczono pogrubieniem. Koszt wykonania poszczególnych grubości docieplenia określono na podstawie analizy własnej (opracowanie przez Kosztorysanta, Katalog Norm rzeczowych i średnich cen materiałów budowlanych oraz robocizny, sprzętu oraz katalogi producentów).

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

Tabela 16 Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu

Powierzchnia przegród do strat ciepła				60,48		
Powierzchnia przegród do kosztów ocieplenia				60,48		
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				20		
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				-20		
Liczba stopniodni				3714,9		
L.p.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	warianty		
				1	2	3
1	2	3	4	5	6	7
1	d	cm	-	15	18	20
2	ΔR	m ² K/W	-	4,29	5,14	5,71
3	R	m ² K/W	-	5,327	6,185	6,756
4	U	W/m ² K	0,960	0,188	0,162	0,148
5	Q _{0u} , Q _{1u}	GJ/rok	18,64	3,64	3,14	2,87
6	q _{0u} , q _{1u}	MW	0,0023	0,0005	0,0004	0,0004
7	ΔQ_{ru}	zł/rok	-	1316,96	1352,95	1371,87
8	N _u	zł	-	62504,69	65629,925	68911,421
9	SPBT	lata	-	47,46	48,51	50,23

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu, spełniając wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej, będzie miała warstwa wełny mineralnej o grubości 15cm (wartość optymalnego oporu cieplnego stropodachów nie może być mniejsza niż 5,00 m²K/W – wg WT 2014).

7.2 Podsumowanie

W tabeli 17 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniki zmniejszenia strat przez przegrody zewnętrzne.

Tabela 17 Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty przez przegrody

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty - netto [zł]	SPBT [lata]
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych 15cm warstwą styropianu w systemie BSO	80752,97	10,06
2	Ocieplenie dachu nad lokalem mieszkalnym wełną mineralną o grubości 15cm	62504,69	47,46

8. Wybór optymalnego wariantu termomodernizacyjnego

W celu wyznaczenia optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego, a także części audytu remontowego, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane:

- 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 ΔOr przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia,
- Zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją z uwzględnieniem sprawności całkowitej.

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 przeprowadzono modernizację systemu grzewczego po 1984 roku,
- Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku realizacji wybranego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 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 obliczonymi dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami w tabeli 18.

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 Sankom.

Tabela 18 Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych

L.p.	Kombinacja przedsięwzięć	Planowane koszty całkowite brutto	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzeb. na ciepło z uwzględnieniem ΔQ	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 x roczna oszczędność
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	1+2	160918,28	9158,22	51,79	160918,28zł (100%)	32183,65	25746,92	18316,43
B	1	87213,21	8007,00	45,28	87213,21zł (100%)	17442,64	13954,11	16014,00

W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego oraz projektu (łącznie koszt: 6200zł).

Objaśnienia do tabeli:

1. Pogrubieniem zaznaczono wariant przewidziany do realizacji.
2. Dokumentację sporządzono jak dla inwestycji finansowanej z pomocą kredytu udzielanego na mocy ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów. W przypadku dofinansowania inwestycji z innych funduszy, tabela w zakresie kwoty kredytu i premii termomodernizacyjnej - poz. w kolumnach 6,7,8,9 - nie ma zastosowania.
3. Górny wiersz każdego wariantu dotyczy części mieszkalnej, dolny wiersz dotyczy części usługowej.

Zgodnie z Ustawą z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię uzyskane w wyniku wybranej kombinacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych powinno wynosić, co najmniej 25%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności stanowią 51,79% - Wymagania ustawy są spełnione.

Z tabeli oraz wymagań ustawy wynika, że optymalną kombinacją przedsięwzięć termomodernizacyjnych jest kombinacja A, tzn. przewidująca wykonanie:

- Docieplenia ścian zewnętrznych 15 cm warstwą styropianu w systemie BSO,
- Docieplenie dachu wełną mineralną o grubości 15cm

9. Załączniki

Załącznik I – Uproszczone elewacje budynku.

Załącznik II – Wydruki danych i wyników obliczeń wykonanych w programie Sankom.