

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1. Rodzaj budynku</b>	Budynek mieszkalny wielorodzinny	<b>1.2 Rok budowy</b>	1964
<b>1.3. Właściciel lub zarządca budynku</b>	Wspólnota Mieszkaniowa ul. Obrońców Westerplatte 41 58-309 Wałbrzych	<b>1.4 Adres budynku</b> ul. Obrońców Westerplatte 41 58-309 Wałbrzych Powiat Wałbrzych Województwo Dolnośląskie	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:</b>			
Biuro projektów i usług inwestycyjnych INSTAL STD Sylwia Tchorowska, ul. Parkowa 23/1, 58-302 Wałbrzych, REGON: 20460068			
<b>3. Imię, nazwisko, adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>			
mgr inż. Sylwia Tchorowska ul. Parkowa 23/1 58-302 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/DOS/06		Podpis:
<b>4. Współautorzy</b>			
L.p.	4.1. Imię i nazwisko	4.2. Zakres udziału w audycie	4.3 Posiadane kwalifikacje
1.	—	—	—
<b>5. Miejsowość: Wałbrzych</b>		<b>Data wykonania opracowania: 21 września 2015</b>	
<b>6. Spis treści</b>			
1. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA.....5			
2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....6			
3. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU.....6			
3.1. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI .....6			
3.2. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE .....6			
3.3. ŚCIANY ZEWNĘTRZNE PIWNIC .....7			
3.4. PRZEGRODY POZIOME .....7			
3.5. ŚCIANY WEWNĘTRZNE.....8			
3.6. STOLARKA OKIENNA I DRZWIOWA .....8			
3.7. PODSUMOWANIE .....9			
4. CHARAKTERYSTYKA .....9			
4.1. SYSTEM GRZEWczy .....9			
4.2. SYSTEM PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ .....10			
4.3. OPŁATY JEDNOSTKOWE I TARYFY .....10			
4.4. SYSTEM WENTYLACJI.....12			
5. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU .....12			
5.1. PRZEGRODY BUDOWLANE.....12			
5.2. SYSTEM GRZEWczy .....14			
5.1. SYSTEM CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ ORAZ WENTYLACJI .....15			
6. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO OPTYMALIZACJI .....15			
7. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH .....15			
7.1. ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEGRODY .....15			
7.2. PODSUMOWANIE .....17			
8. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO.....17			
9. ZAŁĄCZNIKI .....18			

## KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

<b>1. Dane ogólne</b>			
1	Konstrukcja/technologia budynku	Prefabrykowana - PBU-59	
2	Liczba kondygnacji	5	
3	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	2256,33	
4	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	~679,84	
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	588,64	
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	—	
7	Liczba mieszkań	20	
8	Liczba osób użytkujących budynek	26	
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny, termy gazowe	
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Wymiennikowy węzeł cieplny	
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,49	
12	Inne dane charakteryzujące budynek		
<b>2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m<sup>2</sup>K]</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1	Ściany zewnętrzne	0,51/0,50	0,20/0,20
2	Stropodach	0,53	0,18
3	Strop piwnicy	1,60	1,60
4	Okna mieszkań	1,40/2,60	1,40/2,60
5	Okna klatek schodowych	1,40	1,40
6	Drzwi	2,60	2,60
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego</b>			
1	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,99	0,99
2	Sprawność przesyłania $\eta_d$	0,96	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	0,88	0,88
4	Sprawność akumulacji $\eta_s$	1,00	1,00
5	Przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	1,00	1,00
6	Przerwy na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	0,95	0,95
<b>4. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	nawietrzaki nieszczelności stolarki	nawietrzaki nieszczelności stolarki
3	Strumień powietrza wentylującego [m <sup>3</sup> /h]	2472	2472
4	Liczba wymian powietrza [1/h]	1,43	1,43
<b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	68,51	59,22
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	4,06	4,06
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	300,31	230,63
4	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	341,11	261,97
5	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u. [GJ/rok]	85,91	85,91
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 <sup>3</sup> rok]	383,82	—
7	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>3</sup> rok]	122,71	94,24

8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>3</sup> rok]	139,39	107,05
9	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	42,00	32,25
<b>6. Opłaty jednostkowe</b>			
1	Cena za 1 GJ na ogrzewanie [zł]	59,20	59,20
2	Oplata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie za miesiąc [zł]	5178,95	5178,95
3	Oplata za podgrzanie 1m <sup>3</sup> c.w.u. [zł]	9,81	9,81
4	Oplata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u. na miesiąc [zł]	1650	1650
5	Oplata za podgrzanie 1m <sup>2</sup> pow. użytkowej [zł]	2,48	1,90
6	Oplata abonamentowa [zł]	48,72	48,72
7	Inne [zł]	51,64	51,64
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana kwota kredytu [zł]	281 077,06	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	18,53
Planowane koszty całkowite [zł]	281 077,06	Premia termomodernizacyjna [zł]	10526,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	5230,00		

#### WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA:

1. Realizacja inwestycji w 100% z kredytu,
2. Uwzględnienie w pierwszej kolejności, jako możliwe do realizacji usprawnienia obejmujące docieplenie ścian zewnętrznych,

## **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 INSTAL STD,
- Informacje dotyczące powierzchni użytkowej, roku budowy oraz ilości zameldowanych osób,
- Informacje na dotyczące kosztów ogrzewania budynku,
- Dane dotyczące zapotrzebowania na moc cieplną na cele c.o.
- Wizja lokalna oraz wykonana dokumentacja fotograficzna.

### **1.2. Wytyczne i uwagi Inwestora**

Uwzględnienie w audycie następujących usprawnień:

- Realizacja inwestycji w 100% z kredytu,
- Docieplenie ścian zewnętrznych budynku.

### **1.3. Wkład własny Inwestora oraz kwota kredytu możliwa do zaciągnięcia**

Deklarowany wkład własny Inwestora:	0,00	zł
Kwota możliwa do zaciągnięcia:	400 000,00	zł

### **1.4. 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. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dale 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 „Ciepłota właściwości użytkowania budynków – Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania”.

## **2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek mieszkalny wielorodzinny zlokalizowany przy ul. Obrońców Westerplatte 41 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**

Opisywany budynek mieszkalny wielorodzinny jest zlokalizowany na osiedlu Piaskowa Góra przy ul. Obrońców Westerplatte 41 w Wałbrzychu. Budynek został oddany do użytkowania w 1964 roku. Wykonany został w technologii przemysłowej w systemie PBU-59. Budynek jest podpiwniczony, stropodach jednospadowy wentylowany kryty papą.

Budynek posiada 5 kondygnacji mieszkalnych i 20 lokali mieszkalnych. Budynek jest jednoklatkowy. Obiekt zamieszkiwany jest przez 26 osób.

Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku została sporządzona w oparciu o:

- Oględziny budynku,
- Pomiary z natury wykonane w miesiącu lipcu 2015 r.,
- Inwentaryzację uproszczoną kondygnacji mieszkalnych,
- Informacje przekazane przez właściciela budynku.

### **3.1. Opis techniczny konstrukcji**

Przedmiotowy budynek jest podpiwniczony, stropodach jednospadowy wentylowany pokryty papą. Podstawowe parametry techniczne analizowanego budynku mieszkalnego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji (w świetle)	m	2,54
2	Powierzchnia użytkowa budynku	m <sup>2</sup>	588,64
3	Kubatura ogrzewana	m <sup>3</sup>	1495,15
4	Współczynnik A/V	—	0,32

### **3.2. Ściany zewnętrzne**

Ściany zewnętrzne wykonane są jako prefabrykowane w systemie PBU-59. W 2005 roku ocieplono ściany zewnętrzne 3cm styropianu. Układ warstw ściany licząc od strony wewnętrznej przedstawiono w tabeli 2 i 3.

Tabela 2 Układ warstw ściany zewnętrznej - ściana szczytowa

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	$\lambda$ [W/mK]
1	Żelbet	0,14	1,70
2	Styropian	0,05	0,040
3	Żelbet	0,05	1,70
4	Styropian (ocieplenie z 2005 r.)	0,03	0,040
5	Tynk zewnętrzny	0,02	1,00

Tabela 3 Układ warstw ściany zewnętrznej - ściana osłonowa

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	$\lambda$ [W/mK]
1	Żelbet	0,06	1,70
2	Styropian	0,05	0,040
3	Żelbet	0,05	1,70
4	Styropian (ocieplenie z 2005 r.)	0,03	0,040
5	Tynk zewnętrzny	0,02	1,00

Obliczeniową wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych przedstawiono na końcu rozdziału. Uwzględniono w obliczeniach stan izolacji.

### 3.3. Ściany zewnętrzne piwnic

Ściany zewnętrzne piwnicy są wykonane jako monolityczne żelbetowe o grubości 34 cm. Układ warstw ścian piwnicy, licząc od strony wewnętrznej.

Tabela 4 Układ warstw ściany zewnętrznej piwnic

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	$\lambda$ [W/mK]
1	Żelbet	0,34	1,70
2	Tynk	0,02	0,82

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

### 3.4. 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 [m]	$\lambda$ [W/mK]
1	Płyta żelbetowa	0,14	1,70
2	Płyta pilśniowa porowata	0,0125	0,18
3	Papa smołowa na lepiku	0,0025	0,18
4	Jastrych cementowy	0,04	1,05
5	Wykładzina PVC	0,005	0,20

Układ warstw stropu nad piwnicą zgodnie z tabelą 6.

Tabela 6 Układ warstw stropu piwnicy

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	$\lambda$ [W/mK]
1	Płyta żelbetowa	0,14	1,70
2	Płyta pilśniowa porowata	0,025	0,18
3	Papa smołowa na lepiku	0,0025	0,18
4	Jastrych cementowy	0,04	1,05
5	Wykładzina PVC	0,005	0,20

Strop nad ostatnią kondygnacją został ocieplony w 2005 roku i składa się z warstw zgodnie z tabelą 7.

Tabela 7 Układ warstw stropu nad ostatnią kondygnacją mieszkalną

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	$\lambda$ [W/mK]
1	Płyta żelbetowa	0,14	1,70
2	Żużel granulowany	0,10	0,26
3	Granulat z wełny mineralnej	0,05	0,050
4	Beton zwykły z kruszywa kamiennego	0,05	1,00
5	Papa asfaltowa	0,001	0,18

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

### 3.5. Ściany wewnętrzne

W audycie remontowym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej – ściany rozdzielające klatkę schodową od lokali mieszkalnych. Układ warstw według tabeli 8.

Tabela 8 Układ warstw lokale mieszkalne - klatka schodowa

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	$\lambda$ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,02	0,82
2	Beton z żużla paleniskowego	0,20	0,720
3	Tynk cem.-wap.	0,02	0,82

### 3.6. Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku zamontowane są okna drewniane zespolone oraz nowe okna z PVC (wymienione przez mieszkańców). Okna na klatce schodowej z PVC – wymienione przez Inwestora w 2006 roku. Okna w piwnicach wymienione przez Inwestora w 2010 roku. Zestawienie wszystkich rozmiarów stolarki okiennej wraz z ilością oraz wartościami współczynnika przenikania ciepła według tabeli 9.

Tabela 9 Stolarka okienna i drzwiowa

L.p.	Wymiar stolarki [cm]	Rodzaj stolarki	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	Ilość [szt.]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	a** [m <sup>3</sup> /mhdaPa <sup>2/3</sup> ]
Elewacja frontowa - 1 - północna						
1	206x140	Okno	2,88	5	1,40	0,5
2	252x150	Okno	3,78	4	1,40	0,5
3	100x204	Drzwi	2,04	1	2,60	0,5
Elewacja boczna - 2 - zachodnia						
4	166x140	Okno	2,32	5	1,40	0,5
5	206x140	Okno	3,78	9	1,40	0,5
6	252x140	Okno	3,53	1	1,40	0,5
7	80x200	Drzwi	1,60	4	1,40	0,5
Elewacja tylna - 3 - południowa						
8	206x140	Okno	3,78	9	1,40	0,5
9	252x140	Okno	3,53	1	1,40	0,5
10	80x200	Drzwi	1,60	4	1,40	0,5
Elewacja boczna - 4 - wschodnia						
11	206x140	Okno	3,78	12	1,40	0,5
12	206x140	Okno	3,78	2	1,40	1,5
13	252x140	Okno	3,53	1	1,40	0,5
14	80x200	Drzwi	1,60	4	1,40	0,5
* Współczynnik przenikania ciepła						
** Współczynnik przepływu						

### 3.7. Podsumowanie

W załączniki I do niniejszego opracowania zamieszczono uproszczone rzuty poszczególnych kondygnacji oraz elewacje analizowanego budynku pochodzące z uproszczonej inwentaryzacji budowlanej opracowanej przez Biuro projektów i usług inwestycyjnych INSTAL STD. W tabeli 10 zestawiono powierzchnie całkowite ścian i stropów (odliczono powierzchnię okien i drzwi) oraz współczynniki przenikania przegród budowlanych, opisanych powyżej.

Tabela 10 Powierzchnie i współczynniki przenikania przegród budowlanych (odliczono otwory okienne i drzwiowe).

L.p.	Materiał	Powierzchnia d [m]	Współczynnik przenikania ciepła U [W/m <sup>2</sup> K]
1	Ściany zewnętrzne	689,565	0,51/0,50
2	Strop nad piwnicą	124,680	1,25
3	Stropodach	149,890	0,53

## 4. Charakterystyka

### 4.1. System grzewczy

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla potrzeb centralnego ogrzewania z miejskiej sieci ciepłowniczej administrowanej przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Wałbrzychu S.A. poprzez węzeł ciepły.

W analizowanym budynku zainstalowany jest wymiennikowy węzeł ciepły. Parametr pracy węzłów ciepłych wynoszą  $T_z/T_p=130^{\circ}\text{C}/80^{\circ}\text{C}$ . Węzeł wyposażony jest w licznik ciepła oraz automatykę pogodową.

Budynek wyposażony jest w tradycyjny typ instalacji centralnego ogrzewania, tzn. dwururową z rozdziałem dolnym. Parametr pracy instalacji wynosi  $T_z/T_p=90^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ . Na grzejnikach w 2007 roku zamontowano zawory termostatyczne oraz podzielniki kosztów.

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 11.

Tabela 11 Składowe sprawności systemu grzewczego

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{Hg}$	0,99
2	Sprawność przesyłania	$\eta_{Hd}$	0,96
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{He}$	0,88
4	Sprawność akumulacji	$\eta_{Hs}$	1,00
5	Wprowadzenie przerw w okresie tygodnia	$w_t$	1,00
6	Wprowadzenie przerw w okresie doby	$w_d$	0,95
5	Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło	84%	

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

#### 4.2. System przygotowania ciepłej wody użytkowej

Analizowany budynek posiada indywidualny system zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową z tym, że do mieszkań jest dostarczana zimna woda wodociągowa, gdzie przy użyciu przepływowych gazowych podgrzewaczy woda jest podgrzewana w zależności od potrzeb mieszkańców.

Ze względu na lokalny charakter instalacji nie rozważa się wprowadzania ulepszeń do tych systemów przygotowania ciepłej wody użytkowej.

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

- Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody: 1,60 [dm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>dzień),
- Liczba jednostek odniesienia (osób): 26 [os]
- Czas użytkowania: 329 [doby/rok]
- Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.: 85,91 [GJ/rok]

Tabela 12 Składowe sprawności systemu c.w.u.

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Średnia roczna sprawność wytwarzania	$\eta_{Wg}$	0,85
2	Średnia roczna sprawność przesyłu	$\eta_{Wd}$	0,80
3	Średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła	$\eta_{We}$	1,00
4	Średnia roczna sprawność akumulacji	$\eta_{Ws}$	1,00
5	Udział systemu w zapotrzebowaniu na ciepło	68%	

#### 4.3. Opłaty jednostkowe i taryfy

Taryfy opłat za energię kupowaną w PEC Wałbrzych S.A. pokazuje tabela 13.1 i 13.2

Tabela 13.1 Taryfy opłat za energię

Składnik taryfy	Jednostka	Cena z VAT
Moc zamówiona	[zł/m-c]	5178,95
Cena ciepła	[zł/GJ]	59,20

W tabeli 13.2 i 13.2 zamieszczono wielkość aktualnej mocy zamówionej oraz zużycie energii cieplnej z sezonów grzewczych 2013/2014 oraz 2014/2015.

Tabela 13.2 Zużycie energii analizowanego budynku w sezonie 2013/2014

Składnik taryfy	Jednostka	Suma
Energia pobrana	[GJ]	299,9

Tabela 13.3 Zużycie energii analizowanego budynku w sezonie 2014/2015

Składnik taryfy	Jednostka	Suma
Energia pobrana	[GJ]	288,50

Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła analizowanego budynku wyznaczone dla standardowego sezonu grzewczego wyznaczono przy pomocy programu Builddesk.

Tabela 14 Obliczeniowe zużycie energii analizowanego budynku w sezonie standardowym

Składnik taryfy	Jednostka	Suma
Energia pobrana	[GJ]	302,80

Zużycie energii cieplnej dla sezonu standardowego z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego (341,11 GJ) oraz zmierzone zużycie ciepła dla rzeczywistego sezonu grzewczego po przeliczeniu na warunki sezonu standardowego (302,80GJ) odbiegają od siebie nieznacznie, biorąc pod uwagę to, że dwa lokale są obecnie nie zamieszkałe.

Należy, zatem uznać, że różnica zużycia energii dla sezonu standardowego z uwzględnieniem sprawności a zmierzonym zużyciem przeliczonym na warunki sezonu standardowego wynosząca ok.11% mieści się w granicach dopuszczalnych.

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

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

Cena za paliwo gazowe:	14,288 gr/kWh
Opłata dystrybucyjna zmienna:	4,305 gr/kWh
Opłata dystrybucyjna stała:	40,147 zł/m-c
Abonament:	8,57 zł/m-c

Na podstawie powyższych opłat obliczono:

Cena 1 GJ:	51,64 zł/GJ
------------	-------------

Suma opłat zmiennych:  $Oz=18,593 \text{ gr/kWh}=18,593 \cdot (0,01\text{zł}/0,0036\text{GJ})=51,64 \text{ zł/GJ}$

#### Obliczenia ceny jednostkowej 1GJ energii – taryfa G11

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

Opłata za energię elektryczną:	0,3159 zł/kWh
Opłaty zmienne:	0,2352 zł/kWh
Opłata stała Os:	2,214 zł/m-c
Abonament:	2,942 zł/m-c

Suma opłat zmiennych:  $Oz=0,5511 \text{ zł/kWh}$

Cena 1GJ:  $Oz/0,0036=0,5511/0,0036=153,08 \text{ zł/kWh}$

#### 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 określone w PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania”.

Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego wykonano przy następujących założeniach:

- dla kuchni z oknem zewnętrznym wyposażoną w kuchenkę gazową - 70m<sup>3</sup>/h - 20szt.
- dla łazienki z ustępem lub bez - 50m<sup>3</sup>/h - 20szt.
- dla klatki schodowej - 75m<sup>3</sup>/h - 1 szt.

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego wynosi 2475 m<sup>3</sup>/h.

#### 5. Ocena stanu technicznego budynku

##### 5.1. Przegrody budowlane

Budynek przy ul. Obrońców Westerplatte 41 w Wałbrzychu jest eksploatowany od ponad 50 lat. 10 lat temu ocieplono ściany zewnętrzne niewielką grubością styropianu. Obecnie stan techniczny izolacji jest zły, występują nieszczelności w izolacji.

Pomimo wykonania docieplenia ścian zewnętrznych, ich izolacyjność cieplna nie spełnia obecnych wymagań.

Fotografia 1. Elewacja frontowa



Fotografia 2. Elewacja boczna wschodnia



Fotografia 3. Elewacja tylna



Fotografia 4. Elewacja boczna zachodnia



Podsumowując, budynek 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 lokali mieszkalnych (z wyjątkiem wymienionej przez lokatorów – ok. 90% okien zostało wymienionych) znajduje się w dostatecznym stanie technicznym i uzasadniona byłaby jej wymiana (przez właściciela lokalu).

Stolarka okienna klatki schodowej nowa PVC w dobrym stanie technicznym.

Drzwi elewacji frontowej nowe PVC w dobrym stanie technicznym.

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

- Docieplenie wszystkich elewacji budynku,
- Docieplenie stropodachu.

#### 5.2. System grzewczy

Stan techniczny instalacji c.o. jest zadowalający. W 2007 roku zamontowano zawory termostatyczne przy grzejnikach.

Węzeł cieplny nie jest własnością Inwestora a przedsiębiorstwa zajmującego się dystrybucją ciepła (PEC Wałbrzych), w związku z tym nie rozważa się żadnych związanych z nim przedsięwzięć.

Modernizacje węzłów prowadzone są przez ich właściciela wg przyjętego przez siebie harmonogramu robót.

### 5.1. System ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji

Zaopatrzenie mieszkańców w ciepłą wodę zachodzi poprawnie. Podobnie jest z systemem wentylacji grawitacyjnej.

Do przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które mogą zostać podjęte w systemie c.w.u. i wentylacji należy zaliczyć przede wszystkim:

- Przebudowę systemu c.w.u. z zasilania indywidualnego na zasilanie centralne,
- Przebudowę systemu wentylacji grawitacyjnej na system mechaniczny.

Wydaje się jednak, że koszt przeprowadzenia w/w przedsięwzięć byłby niewspółmiernie duży do uzyskanych dzięki nim oszczędności energii. Postanowiono, więc już na tym etapie pracy odrzucić obydwa przedsięwzięcia.

### 6. 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 systemów c.w.u. i wentylacyjnego.

Tabela 15 Wykaz proponowanych ulepszeń termomodernizacyjnych

L.p.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych
3	Docieplenie stropodachu

### 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],

$\Delta O_{rU}$  - 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 16 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 demontaż istniejącej izolacji, docieplenie ścian, docieplenie ościeży i balkonów, montaż kotew oraz wykonanie nowych obróbek

blacharskich. Istniejąca izolacja termiczna zostanie zdemontowana. Przyjęty współczynnik przewodności cieplnej styropianu  $\lambda=0,040$  W/mK.

Tabela 16 Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4
A	[m <sup>2</sup> ]	689,565				
d	[m]	-	0,130	0,140	<b>0,150</b>	0,160
$\Delta R$	[m <sup>2</sup> K/W]	-	3,250	3,500	<b>3,750</b>	4,000
R	[m <sup>2</sup> K/W]	1,35	4,601	4,851	<b>5,101</b>	5,351
U	[W/m <sup>2</sup> K]	0,74	0,22	0,21	<b>0,20</b>	0,19
Q	[GJ]	147,76	48,10	45,62	<b>43,39</b>	41,36
q	[MW]	0,0184	0,0060	0,0057	<b>0,0054</b>	0,0052
N	zł	-	264860,00	267542,38	<b>271405,10</b>	277079,00
SPBT	[lata]	-	39,70	39,13	<b>38,64</b>	38,90

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych – 4,0m<sup>2</sup>K/W, będzie warstwa styropianu o grubości 15 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

#### 7.1.2. Docieplenie stropu nad piwnicami

W porozumieniu z Właścicielami budynku ze względu na problemy z wykonaniem docieplenia stropu piwnic - znaczne obniżenie wysokości ciągów komunikacyjnych piwnic oraz dużą ilość prowadzonych przewodów instalacji centralnego ogrzewania, wodno-kanalizacyjnej oraz gazowych kolidujących z ewentualnym dociepleniem zrezygnowano z powyższego przedsięwzięcia.

#### 7.1.3. Docieplenie stropodachu

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu poprzez dosypanie dodatkowej warstwy granulatu z wełny mineralnej na istniejącą izolację termiczną. W tabeli 17 zestawiono dane i wyniki obliczeń pozwalające na wyznaczenie optymalnej grubości docieplenia stropodachu. 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  $\lambda=0,042$  W/mK.

Tabela 17 Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu

Wielkość	Jednostka	Stan aktualny	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
A	[m <sup>2</sup> ]	149,89			
d	[m]	-	0,140	<b>0,150</b>	0,160
$\Delta R$	[m <sup>2</sup> K/W]	-	3,333	<b>3,571</b>	3,810
R	[m <sup>2</sup> K/W]	1,88	5,213	<b>5,451</b>	5,689
U	[W/m <sup>2</sup> K]	0,53	0,19	<b>0,18</b>	0,18
Q	[GJ]	27,76	9,23	<b>8,83</b>	8,46
q	[MW]	0,0035	0,0012	<b>0,0011</b>	0,0011

N	zł	-	8833,66	<b>8955,52</b>	9139,13
SPBT	[lata]	-	7,69	<b>7,63</b>	7,64

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu, spełniając wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej, będzie miała warstwa wełny mineralnej grubości 15cm (wartość optymalnego oporu cieplnego stropodachów nie może być mniejsza niż 5,00 m<sup>2</sup>K/W – wg WT 2014).

## 7.2. Podsumowanie

W tabelach 18 zestawiono wyłonione powyżej zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania analizowanego budynku na ciepło w wyniki zmniejszenia strat przez przegrody zewnętrzne.

Tabela 18 Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty przez przegrody

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty - brutto [zł]	SPBT [lata]
1	Docieplenie ścian zewnętrznych 15 cm warstwą styropianu w systemie BSO	271405,10	38,84
2	Docieplenie stropodachu 15 cm warstwą granulatu z wełny mineralnej	9671,96	7,63

## 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.

$$\Delta Or_{co} = \left( w_{to} \cdot w_{do} \cdot \frac{Q_{0co}}{\eta_o} + Q_{0cw} \right) \cdot O_{0z} - \left( w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot \frac{Q_{1co}}{\eta_1} + Q_{01w} \right) \cdot O_{0z} + 12 \cdot [(q_{0m} + q_{ocw}) \cdot Q_{om} - (q_{1m} + q_{1cw}) \cdot Q_{1m}] + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1); [\text{zł/rok}]$$

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

$$\Delta Q = \frac{\left( w_{to} \cdot w_{do} \cdot \frac{Q_{0co}}{\eta_o} + Q_{0cw} \right) - \left( w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot \frac{Q_{1co}}{\eta_1} + Q_{01w} \right)}{\left( w_{to} \cdot w_{do} \cdot \frac{Q_{0co}}{\eta_o} + Q_{0cw} \right)} \cdot 100 [\%]$$

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 postawie audytu energetycznego.

Wykaz kombinacji zoptymalizowanych przedsięwzięć termomodernizacyjnych z wartościami obliczonymi dla nich parametrów opisanych powyższymi formułami w tabeli 19.

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 Buildesk.

Tabela 19 Kombinacje przedsięwzięć termomodernizacyjnych

L. p.	Kombinacja przedsięwzięć	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność energii	Procentowa oszczędność zapotrzeb. na ciepło z uwzględnieniem $\Delta Q$	Optymalna kwota kredytu i udziału własnego	Premia termomodernizacyjna		
						20%	16%	2 x roczna oszczędność
		[zł]	[zł]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
A	1+2	281 077,06	5263,00	18,53	281 077,06 zł (100%) 0,0 zł (0,00%)	56 215,412	44 972,33	10 526,00
B	2	9 671,96	1 204,75	4,23	9 671,96 zł (100%) 0,0 zł (0,00%)	1 934,39	1 547,51	2 409,50

**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 15%. W przedmiotowym opracowaniu wyliczone oszczędności stanowią 18,53.% - 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 stropodachu 15 cm warstwą granulatu z wełny mineralnej.

## 9. Załączniki

Załącznik I – Uproszczone rzuty kondygnacji mieszkalnych, elewacje oraz usytuowanie budynku względem stron świata.

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