

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Rodzaj budynku	Budynek mieszkalno-usługowy	1.2 Rok budowy	1860
1.3. Właściciel lub zarządca budynku	Wspólnota	1.4 Adres budynku	
	Mieszkaniowa ul. 1 Maja 110 58-305 Wałbrzych	ul. 1 Maja 110 58-305 Wałbrzych Powiat Wałbrzyski Województwo Dolnośląskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Biuro projektów i usług inwestycyjnych INSTAL STD Sylwia Tchorowska, ul. Parkowa 23/1, 58-302 Wałbrzych, REGON: 020460068			
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: październik 2016	
6. Spis treści			
1. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA 7			
1.1 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE 7			
1.2 WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA 7			
1.3 USTAWY, ROZPORZĄDZENIA, NORMY 7			
2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA 8			
3. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU 8			
3.1 OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI 8			
3.2 ŚCIANY ZEWNĘTRZNE 9			
3.3 PRZEGRODY POZIOME 9			
3.4 ŚCIANY WEWNĘTRZNE 10			
3.5 STOLARKA OKIENNA I DRZWIOWA 11			
3.6 PODSUMOWANIE 12			
4. CHARAKTERYSTYKA 12			
4.1 KOMPONENTY ZARZĄDZANIA ENERGIA 12			
4.2 SYSTEM GRZEWczy 12			
4.3 SYSTEM PRZYGOTOWANIA CIEPLEJ WODY UŻYTKOWEJ 13			
4.4 OPŁATY JEDNOSTKOWE I TARYFY 14			
4.5 SYSTEM WENTYLACJI 15			
5. OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU 15			
5.1 PRZEGRODY BUDOWLANE 15			
5.2 SYSTEM GRZEWczy 18			
5.3 SYSTEM PRZYGOTOWANIA CIEPLEJ WODY UŻYTKOWEJ ORAZ WENTYLACJI 19			
6. WYKAZ PRZEDSIĘWZIĘĆ WYBRANYCH DO REALIZACJI 19			
7. OPTYMALIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH 19			
7.1 ZMNIEJSZENIE STRAT PRZENIKANIA PRZEGRODY 19			
7.2 PODSUMOWANIE 23			
8. WYBÓR OPTYMALNEGO WARIANTU TERMOMODERNIZACYJNEGO 24			
9. ZAŁĄCZNIKI 26			

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO – CZĘŚĆ MIESZKALNA

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2	Liczba kondygnacji	5	5
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2047,89	2047,89
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	843,61	843,61
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	731,39	731,39
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	112,22-klatka schodowa	112,22-klatka schodowa
7	Liczba lokali mieszkalnych	14	14
8	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny w każdym lokalu – gazowe podgrzewacze przepływowe, pojemnościowy podgrzewacz elektryczny	Indywidualny w każdym lokalu – gazowe podgrzewacze przepływowe, pojemnościowy podgrzewacz elektryczny
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Indywidualnie w każdym lokalu – kotły na opał stały, kotły gazowe, piece kaflowe	Indywidualnie w każdym lokalu – kotły na opał stały, kotły gazowe, piece kaflowe
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,44	0,44
12	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]			
1	Ściany zewnętrzne	1,223	0,219
2	Stropodach	1,162	0,192
3	Strop nad piwnicą	0,771	0,771
4	Okna w lokalach mieszkalnych	1,60/2,60	1,60/2,60
5	Okna na klatce schodowej	1,60	1,60
6	Drzwi na klatce schodowej	2,60/4,30	2,60/4,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	0,82
2	Sprawność przesyłania [-]	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,83	0,83
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 [-]	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji [-]	0,93	0,93
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]	1252,8	1252,8
4	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,61	0,61
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	78,1	50,35
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	1,60	1,60
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	515,34	257,92
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	757,85	379,29
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	45,48	45,48
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]	195,72	97,96
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnianiem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	287,82	144,05
9	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
7. Opłaty jednostkowe			
1	Cena za 1 GJ na ogrzewanie [zł]	33,60	33,60
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]	26,62	26,62
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)]	2,97	1,51
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]	301606,52	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	47,12
Planowane koszty całkowite [zł]	301606,52	Premia termomodernizacyjna [zł]	25438,72
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	12719,36		

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO – CZĘŚĆ USŁUGOWA

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2	Liczba kondygnacji	1	1
3	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	504,50	504,50
4	Powierzchnia netto budynku [m ²]	180,18	180,18
5	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
6	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	180,18	180,18
7	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8	Liczba osób użytkujących budynek	3	3
9	Sposób przygotowania ciepłej wody	Indywidualny w każdym lokalu – pojemnościowy podgrzewacz elektryczny	Indywidualny w każdym lokalu – pojemnościowy podgrzewacz elektryczny
10	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Indywidualnie w każdym lokalu – kotły gazowe.	Indywidualnie w każdym lokalu – kotły gazowe.
11	Współczynnik kształtu [1/m]	0,44	0,44
12	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/m²K]			
1	Ściany zewnętrzne	1,223	0,219
2	Strop nad piwnicą	0,771	0,771
3	Okna w lokalach usługowych	2,60	2,60
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2	Sprawność przesyłania [-]	1,00	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,82	0,82
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 [-]	0,96	0,96
2	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
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]	313,2	313,2
4	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,62	0,62
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	19,53	17,55
2	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej [kW]	0,36	0,36

	wody użytkowej		
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	128,84	110,72
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	189,47	162,82
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	0,36	0,36
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]	198,63	170,69
9	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnianiem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	292,10	251,01
9	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00

7. Opłaty jednostkowe

1	Cena za 1 GJ na ogrzewanie [zł]	54,35	54,35
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]	44,30	44,30
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)]	5,02	4,36
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]	8937,18	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	13,43
Planowane koszty całkowite [zł]	8937,18	Premia termomodernizacyjna [zł]	0,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	1448,23		

9. Informacje dodatkowe – dla budynku		Stan przed termomod.	Stan po termomod.	Efekt termom.	
Zapotrzebowanie na energię pierwotną budynku [kWh/rok]		355931,7	236982,6	118949,10	33,42%
Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem obiektu – emisja CO ₂ [MgCO ₂ /rok]		107,57	72,93	34,64	32,20%
Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej [GJ/rok]		1001,69	596,49	405,21	40,45%
Całkowita roczna ilość zaoszczędzonej energii cieplnej na cele ogrzewania [GJ/rok]		947,32	542,12	405,21	42,77%

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,
- Wizja lokalna oraz wykonana dokumentacja fotograficzna.

1.2 Wytyczne i uwagi Inwestora

Uwzględnienie w audycie następujących usprawnień:

- Docieplenie ścian zewnętrznych,
- Docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną,
- Docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym w dobudówce,
- Docieplenie ściany wewnętrznej pomiędzy budynkiem głównym, a dobudówką (na poziomie strychu dobudówki).

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. 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 „Cieplne właściwości użytkowania budynków – Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania”.

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego audytu energetycznego jest budynek mieszkalno-usługowy zlokalizowany przy ul 1 Maja 110 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 mieszkalno-usługowy wybudowany w technologii tradycyjnej murowanej z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, w zwartej zabudowie miejskiej. Budynek jest obiektem częściowo podpiwniczonym z użytkowym poddaszem. W budynku znajduje się 14 lokali mieszkalnych i 2 usługowe. W części mieszkalnej mieszka łącznie 30 osób. Lokale użytkują 3 osoby.

Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku została sporządzona w oparciu o:

- Oględziny budynku,
- Pomiary z natury wykonane w miesiącu wrześniu 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. Stropy między kondygnacyjne drewniane. Przedmiotowy budynek jest częściowo podpiwniczony, dach płaski jednospadowy, o konstrukcji drewnianej, kryty papą.

Podstawowe parametry budynku w tabeli 1.

Tabela 1

L.p.	Parametr	Jednostka	Obmiar
1	Wysokość kondygnacji (w świetle)	m	2,80

2	Powierzchnia użytkowa budynku	m ²	911,57
---	-------------------------------	----------------	--------

3.2 Ściany zewnętrzne

Ściany zewnętrzne wykonane są jako murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej o grubości 50 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	0,48	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. 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 powietrzna	0,08	-
4	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,02	0,30
5	Żużel paleniskowy	0,10	0,22
6	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,03	0,30

Strop pod poddaszem nieużytkowym. Układ warstw według tabeli 3.3.

Tabela 3.3 Układ warstw stropu pod poddaszem nieużytkowym

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	0,03	0,30
3	Niewentylowana warstwa powietrzna	0,04	-
4	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,03	0,30
5	Żużel paleniskowy	0,03	0,22
6	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,03	0,30

Stropodach nad częścią mieszkalną. Układ warstw według tabeli 3.4.

Tabela 3.4 Układ warstw stropodachu nad częścią mieszkalną

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	0,03	0,30
3	Żużel paleniskowy	0,03	0,22
4	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,01	0,30
5	Niewentylowana warstwa powietrzna	0,30	-
6	Sosna i świerk – wzdłuż włókien	0,03	0,30
7	Papa	0,03	0,30

3.4 Ściany wewnętrzne

W audycie energetycznym rozpatrywano jedynie ściany wewnętrzne oddzielające strefy o różnej temperaturze obliczeniowej. Układ warstw według tabeli 4.

Tabela 4.1 Układ warstw ściany wewnętrznej o grubości 25cm

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82
2	Cegła ceramiczna pełna	0,23	0,77
3	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82

Tabela 4.2 Układ warstw ściany wewnętrznej o grubości 50cm

L.p.	Materiał	Grubość	Współczynnik przewodzenia ciepła
		d [m]	λ [W/mK]
1	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82

2	Cegła ceramiczna pełna	0,48	0,77
3	Tynk cem.-wap.	0,01	0,82

3.5 Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku zamontowane są okna drewniane oraz z PCV (wymienione przez mieszkańców). Okna na klatce schodowej z PVC – wymienione przez Inwestora. Okna na strychu częściowo wymienione na nowe z PVC. Drzwi wejściowe od strony ulicy metalowe, nowe – wymienione przez Inwestora. Drzwi wejściowe od strony podwórza drewniane, w złym stanie technicznym. 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 /mhdPa ^{2/3}]
Elewacja frontowa – południowa - wschodnia						
1	135x215	Drzwi	2,90	1	2,6	1,0
2	170x170	Okno	2,89	1	2,6	1,0
3	115x170	Okno	1,96	1	2,6	1,0
4	120x210	Drzwi	2,52	1	2,6	1,0
5	155x250	Drzwi	3,88	1	2,6	1,0
6	105x260	Drzwi	2,73	1	2,6	1,0
7	125x260	Drzwi	3,25	1	2,6	1,0
8	190x190	Okno	3,61	1	2,6	1,0
9	150x170	Okno	2,55	1	2,6	1,0
10	100x150	Okno	1,50	30	1,6	0,5
Ściana boczna – północno – wschodnia						
11	85x180	Drzwi	1,11	1	4,3	3,5
12	205x180	Drzwi	3,69	1	4,3	3,5
13	95x165	Okno	1,57	2	2,6	1,0
14	60x50	Okno	0,30	1	1,6	0,5
15	40x80	Okno	0,32	4	1,6	0,5
Ściana tylna – północna – zachodnia						
16	105x125	Okno	1,31	1	1,6	0,5
17	95x180	Drzwi	1,71	1	4,3	3,5
18	100x170	Okno	1,70	2	2,6	1,0
19	100x160	Okno	1,60	6	1,6	0,5
20	100x150	Okno	1,50	6	2,6	1,0
21	40x100	Okno	0,40	4	1,6	0,5
22	40x100	Okno	0,40	2	4,3	3,5
23	80x70	Okno	0,56	1	1,6	0,5
24	150x120	Okno	1,80	1	1,6	0,5
Ściana boczna – południowo – zachodnia						
25	115x240	Drzwi	2,76	1	1,8	0,5
26	100x150	Okno	1,50	5	1,6	0,5
27	40x80	Okno	0,32	8	1,6	0,5
Ściana boczna – zachodnia						
28	100x170	Okno	1,70	3	1,6	0,5
* 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	791,22	1,223
2	Stropodach nad lokalami mieszkalnymi	337,59	1,162
3	Strop pod poddaszem nieużytkowym	85,23	1,218
4	Strop nad piwnicą	319,29	0,771
5	Ściany wewnętrzne o grubości 50cm	73,26	1,102
6	Ściany wewnętrzne o grubości 25cm	448,05	1,715

4. Charakterystyka

4.1 Komponenty zarządzania energią

Na istniejącej instalacji centralnego ogrzewania zamontowane są zawory termostaticzne.

4.2 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 piece kaflowe. 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		25%

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		12%

Tabela 9 Składowe sprawności systemu grzewczego – piec kaflowy

L.p.	Sprawność składowa	Oznaczenie	Wartość
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_{Hg}	0,80
2	Sprawność przesyłania	η_{Hd}	1,00
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_{He}	0,83
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		63%

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

4.3 System przygotowania ciepłej wody użytkowej

W analizowanym budynku do mieszkań dostarczana jest jedynie zimna woda, gdzie przy użyciu gazowych podgrzewaczy przepływowych oraz pojemnościowych podgrzewaczy elektrycznych woda podgrzewana jest do wymaganej temperatury. W części lokali nie ma systemów przygotowania ciepłej wody użytkowej.

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): 30 [os]
- Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych: 731,39 [m²]
- Czas użytkowania: 329 [doby/rok]
- Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u.: 1,60 [kW]
- Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.: 45,48 [GJ/rok]

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

- Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody: 0,60 [dm³/(m²dzień)]
- Liczba jednostek odniesienia (osób): 3 [os]
- Powierzchnia użytkowa lokali usługowych: 180,18 [m²]
- Czas użytkowania: 285 [doby/rok]

- Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u.: 0,36 [kW]
- Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło dla c.w.u.: 8,89 [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	69%*	

Tabela 11 Składowe sprawności systemu c.w.u. – elektryczny podgrzewacz pojemnościowy

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	31%*	

*dotyczy lokali wyposażonych w układ przygotowania c.w.u.

4.4 Oplaty jednostkowe i taryfy

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

Założenia do obliczeń:

- Cena węgla kamiennego: $C_w = 800$ zł/tona
- Wartość opałowa węgla kamiennego: $W_o = 26$ 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 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:	0,467zł/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: $Oz=0,67 \text{ zł/kWh}=0,67/0,0036\text{GJ})=186,14 \text{ zł/GJ}$	

4.5 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 – $V_{ve,1,s} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

- dla lokalu usługowego – $V_{ve,1,s} = 0,00033 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego w strefie ogrzewanej

- dla mieszkań – $V_{ve,1,n} = 0,234 \text{ m}^3/\text{s}$

- dla lokalu usługowego – $V_{ve,1,n} = 0,059 \text{ m}^3/\text{s}$

Dodatkowy strumień powietrza infiltrującego

- dla mieszkań – $V_{inf} = n \cdot V / 3600 = 0,114 \text{ m}^3/\text{s}$

- dla lokalu usługowego – $V_{inf} = n \cdot V / 3600 = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$

Przyjęty strumień powietrza wentylacyjnego mieszkań wynosi 1252,8 m³/h, a lokalu usługowego 313,2 m³/h.

5. Ocena stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody budowlane

Budynek przy ul. 1 Maja 110 w Wałbrzychu jest eksploatowany od 156 lat. W wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono niską izolacyjność cieplną ścian, stropodachu oraz stropu pod poddaszem nieużytkowym w dobudówce. W wielu miejscach stwierdzono ubytki tynków. Stan techniczny pod względem konstrukcyjnym jest zadowalający.

Fotografia 1. Elewacja frontowa



Fotografia 2. Elewacja boczna (SW)



Fotografia 3. Elewacja tylna



Biuro projektów i usług inwestycyjnych INSTAL STD
58-302 Wałbrzych ul. Parkowa 23/1, tel. 501 292 469
Biuro: ul. Wysockiego 28 p.23, 58-304 Wałbrzych

Fotografia 4. Elewacja boczna (NE)



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.

W budynku zamontowane są okna drewniane oraz z PCV (wymienione przez mieszkańców). Okna na klatce schodowej z PVC – wymienione przez Inwestora. Okna na strychu częściowo wymienione na nowe z PVC. Drzwi wejściowe od strony ulicy metalowe, nowe – wymienione przez Inwestora. Drzwi wejściowe od strony podwórza drewniane, w złym stanie technicznym.

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

- Docieplenie ścian zewnętrznych,
- Docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną,
- Docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym w dobudówce,
- Docieplenie ściany wewnętrznej pomiędzy budynkiem głównym, a dobudówką (na poziomie strychu dobudówki).

5.2 System grzewczy

Analizowany budynek zasilany jest w ciepło dla potrzeb centralnego ogrzewania z indywidualnych instalacji grzewczych w lokalach mieszkalnych poprzez piece kaflowe, kotły na opał stały oraz kotły gazowe. 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 (dotyczy tylko lokali z układem przygotowania ciepłej wody). 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 12 Wykaz proponowanych ulepszeń termomodernizacyjnych

L.p.	Opis
1	Docieplenie ścian zewnętrznych
2	Docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną
3	Docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym w dobudówce
4	Docieplenie ściany wewnętrznej pomiędzy budynkiem głównym, a dobudówką (na poziomie strychu dobudówki).

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 ścian zewnętrznych tylnych i bocznych (gładkiej od strony podwórka) budynku styropianem w systemie BSO. W tabeli 13 i 14 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 13 Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych – lokale mieszkalne

Powierzchnia przegród do strat ciepła				401,46			
Powierzchnia przegród do kosztów ocieplenia				401,46			
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	-	13	14	15	16
2	ΔR	m ² K/W	-	3,25	3,5	3,75	4
3	R	m ² K/W	-	4,068	4,318	4,568	4,818
4	U	W/m ² K	1,223	0,246	0,232	0,219	0,208
5	Q _{0u} , Q _{1u}	GJ/rok	157,59	31,68	29,84	28,21	26,75
6	q _{0u} , q _{1u}	MW	0,0196	0,0039	0,0037	0,0035	0,0033
7	ΔQ_{ru}	zł/rok	-	4299,52	4361,14	4416,03	4465,21
8	N _u	zł	-	93270,615	94212,742	95164,386	98019,318
9	SPBT	lata	-	21,69	21,60	21,55	21,95

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.

Tabela 14 Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian zewnętrznych – lokale usługowe

Powierzchnia przegród do strat ciepła				36,97			
Powierzchnia przegród do kosztów ocieplenia				36,97			
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	-	13	14	15	16
2	ΔR	m ² K/W	-	3,25	3,5	3,75	4
3	R	m ² K/W	-	4,068	4,318	4,568	4,818
4	U	W/m ² K	1,223	0,246	0,232	0,219	0,208
5	Q _{0u} , Q _{1u}	GJ/rok	14,51	2,92	2,75	2,60	2,46
6	q _{0u} , q _{1u}	MW	0,0018	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003
7	ΔQ_{ru}	zł/rok	-	458,52	464,20	469,25	473,78
8	N _u	zł	-	8110,4882	8192,4124	8275,164	8523,4189
9	SPBT	lata	-	17,69	17,65	17,63	17,99

Optymalną warstwą docieplenia ścian zewnętrznych spełniającą wymagania minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych – $4,0\text{m}^2\text{K/W}$, będzie warstwa styropianu o grubości 15 cm i taką przyjęto do dalszych obliczeń.

7.1.2. Docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropodachu nad częścią mieszkalną pianką poliuretanową metodą natrysku. W tabeli 15 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 pianki poliuretanowej $\lambda=0,023\text{ W/mK}$.

Tabela 15 Wybór optymalnej grubości docieplenia stropodachu

Powierzchnia przegród do strat ciepła				337,58		
Powierzchnia przegród do kosztów ocieplenia				337,58		
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	-	10	11	12
2	ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	4,35	4,7826087	5,22
3	R	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	5,210	5,645	6,079
4	U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,160	0,192	0,177	0,164
5	Q_{0u}, Q_{1u}	GJ/rok	125,69	20,80	19,20	17,82
6	q_{0u}, q_{1u}	MW	0,0157	0,0026	0,0024	0,0022
7	ΔQ_{ru}	zł/rok	-	3593,22	3647,04	3693,17
8	N_u	zł	-	22851,46	23994,033	25193,735
9	SPBT	lata	-	6,36	6,58	6,82

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu, spełniając wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej, będzie miała warstwa pianki poliuretanowej o grubości 10cm (wartość optymalnego oporu cieplnego stropodachów nie może być mniejsza niż $5,00\text{ m}^2\text{K/W}$ – wg WT 2014).

7.1.3. Docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym w dobudówce

Proponuje się wykonanie ocieplenia stropu pod poddaszem wełną mineralną z wykonaniem nowej podłogi. 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 stropu mieszkań

Powierzchnia przegród do strat ciepła				85,23		
Powierzchnia przegród do kosztów ocieplenia				85,23		
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				20		
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				-20		
Liczba stopniocdni				3714,9		
L.p.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	warianty		
				1	2	3
1	2	3	4	5	6	7
1	d	cm	-	14	15	16
2	ΔR	m ² K/W	-	4,00	4,2857143	4,57
3	R	m ² K/W	-	4,821	5,107	5,392
4	U	W/m ² K	1,218	0,207	0,196	0,185
5	Q _{0u} , Q _{1u}	GJ/rok	33,32	5,67	5,36	5,07
6	q _{0u} , q _{1u}	MW	0,0042	0,0007	0,0007	0,0006
7	ΔQ_{ru}	zł/rok	-	997,80	1008,47	1018,01
8	N _u	zł	-	15591,164	15748,65	16536,083
9	SPBT	lata	-	15,63	15,62	16,24

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

7.1.4. Docieplenie ściany wewnętrznej pomiędzy budynkiem głównym, a dobudówką (na poziomie strychu dobudówki)

Proponuje się wykonanie ocieplenia ścian wewnętrznych pomiędzy pomieszczeniami nieogrzewanymi (strychem) w dobudówce, a pomieszczeniami ogrzewanymi (lokal mieszkalny w budynku głównym). W tabeli 17 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 styropianu $\lambda=0,040$ W/mK.

Tabela 17 Wybór optymalnej grubości docieplenia ścian wewnętrznych pomiędzy pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi

Powierzchnia przegród do strat ciepła				26,04		
Powierzchnia przegród do kosztów ocieplenia				26,04		
Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego				20		
Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego				-7		
Liczba stopniodni				3714,9		
L.p.	Opis	Jednostka	Stan istniejący	warianty		
				1	2	3
1	2	3	4	5	6	7
1	d	cm	-	10	12	14
2	ΔR	m ² K/W	-	2,50	3	3,50
3	R	m ² K/W	-	3,409	3,909	4,409
4	U	W/m ² K	1,100	0,293	0,256	0,227
5	Q _{0u} , Q _{1u}	GJ/rok	9,19	2,45	2,14	1,90
6	q _{0u} , q _{1u}	MW	0,0008	0,0002	0,0002	0,0002
7	ΔQ_{ru}	zł/rok	-	295,47	306,00	314,15
8	N _u	zł	-	3909,1041	3948,59	4146,0195
9	SPBT	lata	-	13,23	12,90	13,20

Zgodnie z obliczeniami najkrótszy okres zwrotu, spełniając wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej, będzie miała warstwa styropianu o grubości 12cm (maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła dla ścian wewnętrznych oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych wynosi 0,30W/m²K – wg WT 2014).

7.2 Podsumowanie

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

Tabela 18 Zoptymalizowane usprawnienia zmniejszające straty przez przegrody

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Planowane koszty - netto [zł]	SPBT [lata]
1	Docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną pianką poliuretanową o grubości 10 cm	22851,46	6,36

2	Docieplenie ściany wewnętrznej pomiędzy budynkiem głównym, a dobudówką (na poziomie strychu dobudówki) styropianem o grubości 12cm	3948,59	12,90
3	Docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym w dobudówce wełną mineralną o grubości 15cm	15748,65	15,62
4*	Docieplenie ścian zewnętrznych lokalu usługowego styropianem o grubości 15cm w systemie BSO*	8275,164	17,63
5	Docieplenie ścian zewnętrznych tylnych oraz bocznych	95164,39	21,55

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 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 Sankom.

Tabela 19 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+3+4*+5	301606,52	12719,36	47,12	301606,52zł (100%)	60321,31	48257,05	25438,72
		8937,18	1448,23	13,43	0,00 zł (0%)			
B	1+2+3+4*	198829,01	6806,35	25,22	198829,01zł (100%)	39765,80	31812,64	13612,71
		8937,18	1448,23	13,43	0,00 zł (0%)			
C	1+2+4*	181820,47	5840,37	21,64	181820,47zł (100%)	36364,09	29091,28	11680,74
		8937,18	1448,23	13,43	0,00 zł (0%)			
D	1+4*	177555,99	5706,96	21,14	177555,99 (100%)	35511,20	28408,96	11413,92
		8937,18	1448,23	13,43	0,00 zł (0%)			

W nakładach uwzględniono również koszty opracowania audytu energetycznego, projektu oraz prac towarzyszących (łącznie koszt: 152876,4zł).

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 47,12% - Wymagania ustawy są spełnione.

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

- Docieplenie stropodachu nad częścią mieszkalną pianką poliuretanową o grubości 10 cm
- Docieplenie ściany wewnętrznej pomiędzy budynkiem głównym, a dobudówką (na poziomie strychu dobudówki) styropianem o grubości 12cm

- Docieplenie stropu pod poddaszem nieużytkowym w dobudówce wełną mineralną o grubości 15cm
- Docieplenie ścian zewnętrznych tylnych oraz bocznych styropianem o grubości 15 cm w systemie BSO

9. Załączniki

Załącznik I – Uproszczone elewacje budynku.

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