


## AUDYT ENERGETYCZNY EX-POST BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.  
"Termomodernizacja budynku mieszkalnego wielorodzinnego  
w Gliwicach przy ul. Architektów 109"

<b>Adres budynku:</b>	<i>ulica:</i> Architektów 109 <i>kod:</i> 44-100 <i>mięscowość:</i> Gliwice <i>powiat:</i> gliwicki <i>województwo:</i> śląskie
<b>Wykonawca audytu:</b>	<i>imię i nazwisko :</i> <i>tytuł zawodowy:</i>  <i>nr opracowania</i>

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.	<b>Dane identyfikacyjne budynku</b> <b>Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Architektów 109 w Gliwicach</b>				
1.1	<b>Rodzaj budynku</b>	Budynek mieszkalny wielorodzinny	1.2.	<b>Rok budowy</b>	I poł.XX w
1.3.	<b>Investor:</b>	Zarząd Budynków Miejskich I Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Dolnych Wałów 11 44-100 Gliwice	1.4. Adres budynku		
	<b>Adres koresp.:</b>	Zarząd Budynków Miejskich I Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Dolnych Wałów 11 44-100 Gliwice	ul. Architektów 109 Kod 44-100 Gliwice powiat gliwicki woj. śląskie		
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:</b>					
<p style="text-align: center;">Ocena Energetyczna Budynków</p> 					
<b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>  mgr inż. Ukończone studia podyplomowe "Audyt energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków"  uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - „Weryfikator standardów energetycznych budynków programu NF certyfikowany audytor/ekspert ds.energetycznych programu NF      Autoryzowany certyfikator energetyczny SCiAE.					
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje</b>					
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1		Obliczenia ciepłe			
2					
3					
5. <b>Miejscowość</b> Tychy		<b>Data wykonania opracowania</b> 03.11.2022			
<b>6. Spis treści</b>					
1. Strona tytułowa.					
2. Karta audytu energetycznego.					
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku.					
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.					
5. Ocena stanu technicznego budynku.					
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.					
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.					
8. Opis wariantu optymalnego.					

## 2. Karta audytu energetycznego budynku \*)

Dla całego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2 + piwnice i poddasze użytkowe	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 009	
4.	Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]	336,39	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	138,20	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	198,19	
7.	Liczba mieszkań	2	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	7	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo, podgrzewacze elektryczne	mieszkaniowe kotły gazowe
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualne - węglowe i elektryczne	mieszkaniowe kotły gazowe
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,70	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m <sup>2</sup> K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Ściany zewnętrzne	1,43	0,18
2	Dach	0,68	0,15
3	Strop poddasza	0,47	0,15
3	Strop nad piwnicą	1,24	0,19
4a	Okna zewnętrzne stare	2,90	0,90
4b	Okna zewnętrzne nowe	0,90	0,90
5	Drzwi zewnętrzne	4,00	1,10
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	1,09
2.	Sprawność przesyłania	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji	0,70	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	1,09
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,85
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,65	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	547	547
4.	Liczba wymian [1/h]	0,54	0,54
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	39,24	12,88
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	20,50	20,50
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	330,03	98,49
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	533,53	96,45
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	66,78	35,98



6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	272,55	81,34
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m <sup>2</sup> rok]	440,60	79,65
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	32,0	45,0
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej **) [zł]	58,99	16,24
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	17,82	1,56
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
6.	Inne [zł]	0,0	0,0
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
Planowana suma kredytu [zł]		343 244,18	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 77,9%
Planowane koszty całkowite [zł]		343 244,18	Premia termomodernizacyjna [zł] 54 919,07
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		65 655,05	
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

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

Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja na cele audytu

Inne dokumenty:

-

Data wizji lokalnej:

- 16.03.2021
- 21.10.2022

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy):

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zabiegi termomodernizacji.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów bądź innych środków wsparcia

Wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji:

Kwota wkładu własnego wynosi	nie określono	zł
Maksymalna kwota kredytu	nie określono	zł



#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	komunalna	x
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk-usługowy x	inny	
<b>Adres</b>	44-100 Gliwice, ul. Architektów 109			
<b>Budynek</b>	wolnostojący x	segmetowy		
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	x	

Rok budowy		I poł.XX w					
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska	RWB	BSK	RBM-73	RWP-75	
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	żelbetowa	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:					
1	Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	286,5	11	Liczba klatek schodowych	1		
2	Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m <sup>3</sup> ]	2 341	12	Liczba kondygnacji	2+1+1		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m <sup>3</sup> ]	1 009,2	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,00		
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań <sup>1)</sup> [m <sup>2</sup> ]	138,20	14	Liczba osób	7		
5	Pow. korytarzy i klatek [m <sup>2</sup> ]	-	15	Liczba mieszkań	2		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	-	16	Liczba pom. o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	-		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	-	17	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	2		
8	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	198,19	18	Liczba pom. o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m <sup>2</sup> ]	336,39	19	Liczba pom z WC w łazience	2		
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pom. z WC osobno	-		

<sup>1)</sup> wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

<sup>2)</sup> wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych

#### 4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynki zostały wzniesione w latach 20-tych XX wieku, jako budynek mieszkalny jednorodzinny i budynek szkolny ( pierwsze klasy szkoły podstawowej). Budynki zlokalizowane w zwartej zabudowie wzdłuż ulicy Architektów pomiędzy tą ulicą a ulicą Piekarską. Wykonane z cegły, w całości otynkowane. Bryły budynków założone na planach prostokątów. Budynek biurowy jest podpiwniczony w całości, natomiast mieszkalny częściowo, strop nad piwnicą – sklepienia ceramiczne, międzypiętrowe drewniane. Dach w obydwu budynkach dwuspadowe, kryte dachówką o konstrukcji drewnianej. Wszystkie okna i drzwi drewniane są w złym stanie technicznym

#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	$q_{moc}$ [kW]	39,24
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	$q$ [kW]	59,74
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ]	330,03
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m <sup>3</sup> a]	90,84
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_s$ [GJ]	533,5
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	32,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Ogrzewanie indywidualne - piece kaflowe, piece elektryczne

#### 4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych.
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /m-c określone wg. pomiaru	-

#### 4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	547



## **5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku**

### **5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu braku izolacji termicznej ścian zewnętrznych oraz stropu poddasza. Stolarka okienna i drzwiowa z PCW do wymiany na spełniającą aktualne wymagania warunków technicznych , stare.



## 5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne - piece kaflowe, piece elektryczne

## 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych.

## 5.4. Zbiorcze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła <math>U</math> [<math>W/m^2K</math>]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany zewnętrzne <math>U = 1,43</math></li> <li>- strop piwnic <math>U = 1,24</math></li> <li>- strop poddasza <math>U = 0,47</math></li> <li>- dach <math>U = 0,68</math></li> </ul>	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla ścian <math>U \leq 0,20</math></li> <li>- dla stropu poddasza i dachu <math>U \leq 0,15</math></li> <li>- dla stropu nad piwnicą <math>U \leq 0,25</math></li> </ul>
2	<p><b>Okna</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Okna zewnętrzne stare <math>U = 2,90</math></li> <li>Okna zewnętrzne nowe <math>U = 0,90</math></li> <li>Drzwi zewnętrzne <math>U = 4,00</math></li> </ul>	<p>Wymiana starych okien i drzwi na nowe, szczelne i o lepszych parametrach izolacyjnych.</p>
3	<p><b>Wentylacja grawitacyjna</b> - Wentylacja działa poprawnie, nie stwierdza się nadmiernego napływu zimnego powietrza w okresie zimowym.</p>	<p>Nie przewiduje się modernizacji.</p>
4	<p><b>Instalacja centralnego ogrzewania</b> - Ogrzewanie indywidualne - piece kaflowe, piece elektryczne</p>	<p>Budowa mieszkaniowych instalacji ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi, wymiana istniejących źródeł ciepła na kotły gazowe dwufunkcyjne (ogrzewanie etażowe).</p>
5	<p><b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> - C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych.</p>	<p>Podłączenie instalacji mieszkaniowej ciepłej wody użytkowej do nowych kotłów dwufunkcyjnych (mieszkaniowe węzły cieplne) wraz z koniecznymi przeróbkami instalacji.</p>

**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop poddasza	Ocieplenie stropu nad poddaszem
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie dachu
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą	Ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie i infiltrację przez okna i drzwi zewnętrzne	Wymiana okien i drzwi na nowe.
4.	Poprawa efektywności energetycznej instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	Budowa mieszkaniowych węzłów ciepłych w oparciu o kotły gazowe dwufunkcyjne wraz z budową/modernizacją instalacji mieszkaniowych.

## 7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
$t_{wo}$		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d$	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
	dla ścian piwnic ***	1 796,9	1 796,9	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
dla ogrzewania węglowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$		32,00	32,00	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$
dla ogrzewania gazowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$		45,00	45,00	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$
dla ogrzewania elektrycznego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$		150,00	150,00	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$

\* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic.

\*\* Przyjęto ceny na podstawie średnich cen rynkowych

\*\*\* Liczbę stopniodni dla stropu poddasza przyjęto jak dla przegrody zewnętrznej z uwagi na nieocieplony dach. Dla piwnic przyjęto temperaturę 8,1 stopni na podstawie bilansu cieplnego.



7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:      powierzchnia przegrody do obliczania strat				A      =    387,66    m <sup>2</sup>		
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A <sub>kosz</sub> =    456,58    m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych w systemie ETICS na bazie styropianu o współczynniku przewodności λ =            0,031    W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2021						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej;      g=	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		4,84	5,48	6,13
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	0,70	5,54	6,18	6,83
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-6</sup> ·S <sub>d</sub> ·A/R	GJ/a	181,7	23,0	20,6	18,6
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,022	0,003	0,003	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0U</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1U</sub> ·O <sub>1z</sub> )+12*(y <sub>0</sub> ·q <sub>0U</sub> ·O <sub>m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1U</sub> ·O <sub>m</sub> )+12*(Ab <sub>0</sub> -Ab <sub>1</sub> )	zł/a		19 501	19 796	20 035
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		225,00	247,50	272,25
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		102 731	113 004	124 304
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		5,3	5,7	6,2
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	1,43	0,18	0,16	0,15
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Cenę jednostkową 1m <sup>2</sup> docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych						
Wybrany wariant : 1		Koszt :    102 731 zł		SPBT=		5,3 lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad piwnicą		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 76,07 \text{ m}^2</math></p> <p>          powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <math>A_{\text{kosz}} = 76,07 \text{ m}^2</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą natryskowo pianką poliuretanową o współczynniku przewodzenia ciepła <math>0,022 \text{ W/mK}</math></p> <p>Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021</p> <p>wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \text{K/W}$		4,55	5,45	6,36
3	Opór cieplny $R$	$\text{m}^2 \text{K/W}$	0,80	5,35	6,26	7,17
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-6} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	14,7	4,7	4,0	3,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,004	0,001	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		1 231	1 314	1 376
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		175,00	210,00	252,00
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		13 312	15 975	19 170
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		10,8	12,2	13,9
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \text{K}$	1,24	0,19	0,16	0,14
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia <math>1 \text{ m}^2</math> wg średnich cen rynkowych</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 13 312 zł		SPBT= 10,8 lat		



7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane:      powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A      =    175,58 m <sup>2</sup> A <sub>kosz</sub> =    175,58 m <sup>2</sup>		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną						
o współczynnika przewodzenia ciepła                      0,033    W/mK						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1:   o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021						
wariant 2:   o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3:   o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W		4,55	5,15	5,76
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> ·K/W	2,11	6,65	7,26	7,86
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-6</sup> ·S <sub>d</sub> ·A/R	GJ/a	27,4	8,7	7,9	7,3
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	MW	0,003	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0U</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1U</sub> ·O <sub>1z</sub> )+12*(y <sub>0</sub> ·q <sub>0U</sub> ·O <sub>m</sub> -y <sub>1</sub> ·q <sub>1U</sub> ·O <sub>m</sub> )+12*(Ab <sub>0</sub> -Ab <sub>1</sub> )	zł/a		2 298	2 387	2 462
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		175,00	185,00	195,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		30 727	32 482	34 238
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		13,4	13,6	13,9
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,47	0,15	0,14	0,13
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m <sup>2</sup> wg średnich cen rynkowych						
Wybrany wariant : 1		Koszt :    30 727 zł		SPBT=            13,4 lat		



7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat <math>A = 104,28 \text{ m}^2</math>  powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia <math>A_{\text{kosz}} = 104,28 \text{ m}^2</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia  Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną  o współczynnika przewodzenia ciepła <math>0,030 \text{ W/mK}</math>  Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:  wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2021  wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1  wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		5,00	5,67	6,33
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,48	6,48	7,14	7,81
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	23,2	5,3	4,8	4,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,003	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		2 197	2 258	2 308
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		190,00	200,00	210,00
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		19 813	20 856	21 899
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,0	9,2	9,5
10	$U_0, U_1$	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,68	0,15	0,14	0,13
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia <math>1\text{m}^2</math> wg średnich cen rynkowych</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 19 813 zł		SPBT= 9,0 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie		
				wymiana drzwi zewnętrznych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 6,56 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 106 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych						
wariant 1: wymiana drzwi na nowe				U= 1,1	a= 0,2	
wariant 2: wymiana drzwi na nowe				U= 1,0	a= 0,2	
wariant 3: wymiana drzwi na nowe				U= 0,9	a= 0,2	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m²K	4,00	1,10	1,00	0,90
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,30	1,00	1,00
		Cm	-	1,50	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_d * U$ , $Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A/R$	GJ/a	8,6	2,4	2,2	1,9
5	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	15,4	11,9	11,9	11,9
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$ ,	GJ/a	24,0	14,2	14,0	13,8
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_d * (t_{w0} - t_{z0}) * U$ , $q_1 = 10^{-6} * A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0010	0,0275	0,0003	0,0002
8	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0022	0,0014	0,0014	0,0014
9	$q_0, q_1 = (6) + (7)$ ,	MW	0,0032	0,0290	0,0017	0,0017
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		1 204	1 231	1 232
11	Koszt wymiany lub zamurowania drzwi Nd	zł		11 152	12 464	15 088
12	Koszt modernizacji wentylacji Nw	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_d + N_w)/\Delta O_{ru}$	lata		9,30	10,10	12,20
Podstawa przyjętych wartości Nu						
Ceny jednostkowe wymiany 1m² drzwi przyjęto wg średnich cen rynkowych. Drzwi zostały wymienione na drzwi drewniane o nieco lepszych parametrach niż przyjęto w audycie ex-ante.						
wariant 1: wymiana drzwi (U=1,1)		6,56 m² drzwi*	1700 zł/m² =	11 152 zł		
wariant 2 : wymiana drzwi (U=1,0)		6,56 m² drzwi*	1900 zł/m² =	12 464 zł		
wariant 3 : wymiana drzwi (U=0,9)		6,56 m² drzwi*	2300 zł/m² =	15 088 zł		
Wybrany wariant : 1		Koszt :	11 152 zł	SPBT=	9,3	lat



7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie		
				wymiana okien zewnętrznych		
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 24,60 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 398 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien zewnętrznych						
wariant 1: wymiana okien na nowe z PCW				U= 0,9	a= 0,8	
wariant 2: wymiana okien na nowe z PCW				U= 0,8	a= 0,8	
wariant 3: wymiana okien na nowe z PCW				U= 0,7	a= 0,8	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m²K	2,90	0,90	0,80	0,70
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,30	1,00	1,00	1,00
		Cm	1,50	1,00	1,00	1,0
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	23,4	7,3	6,5	5,7
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	57,8	44,5	44,5	44,5
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	81,2	51,7	50,9	50,1
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U, q_1 = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0029	0,0845	0,0008	0,0007
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0081	0,0054	0,0054	0,0054
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0110	0,0899	0,0062	0,0061
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		3 623	3 722	3 728
11	Koszt wymiany lub zamurowania okien $N_{ok}$	zł		39 360	49 200	61 500
12	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		10,90	13,20	16,50
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Ceny jednostkowe wymiany 1m² okien przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
wariant 1: wymiana okien (U=0,9)		24,6 m² okien*	1600 zł/m² =	39 360 zł		
wariant 2 : wymiana okien (U=0,8)		24,6 m² okien*	2000 zł/m² =	49 200 zł		
wariant 3 : wymiana okien (U=0,7)		24,6 m² okien*	2500 zł/m² =	61 500 zł		
Wybrany wariant : 1		Koszt :	39 360 zł	SPBT=	10,9	lat



### 7.2.7 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane:  $Q_{oco} = 330,03$  GJ/a

$w_{t0} = 1,00$

$w_{d0} = 1,00$

$\eta_0 = 0,46$

Przewiduje się budowę indywidualnych mieszkaniowych węzłów cieplnych w oparciu o dwufunkcyjne kotły gazowe wraz z budową (lub niezbędną modernizacją) mieszkaniowych instalacji wewnętrznych ogrzewania (ogrzewanie etażowe).

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,91$	$\eta_w = 1,09$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 1,00$	$\eta_p = 1,00$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,70$	$\eta_r = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,64$	$\eta = 0,97$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_d = 1,00$	$w_d = 0,95$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu grzewczego $\eta$	-	0,638	0,970
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów $w_d$	-	1,00	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		48 984,53
5	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		119 758
6	SPBT	lata		2,4

	ilość	koszt	cena
1. Przyjęto średnie ceny rynkowe wykonania instalacji wewnętrznej co względem 1 m2 powierzchni użytkowej	336,39	288 zł	<b>96 880,32 zł</b>
2. Regulacja hydrauliczna instalacji i regulacja źródeł ciepła	1,00	10 000 zł	<b>10 000,00 zł</b>
3. Przyjęto koszt kotłów w odniesieniu do zapotrzebowania mocy budynku po termomodernizacji	12,88	1 000 zł	<b>12 878,00 zł</b>
<b>ŁĄCZNIE:</b>			<b>119 758,32 zł</b>

### 7.2.8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody

Dane:  $Q_{oc} = 33,34$  GJ/a

$\eta_o = 0,50$

Przewiduje się budowę mieszkaniowych węzłów cieplnych do zasilania instalacji ciepłej wody użytkowej w oparciu o kotły gazowe zgodnie z punktem poprzednim wraz z niezbędnymi modernizacjami istniejących bądź budową nowych instalacji wewnętrznych mieszkaniowych cwu.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,96$	$\eta_w = 1,09$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,80$	$\eta_p = 0,85$
3	akumulacja ciepła	$\eta_r = 0,65$	$\eta_r = 1,00$
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,50$	$\eta = 0,93$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu cwu $\eta$	-	0,499	0,927
2	Koszt przygotowania cwu	zł/rok	10 017,09	1 619,17
3	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		8 397,92
4	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		6 391
5	SPBT	lata		0,8

		ilość	koszt	cena
1.	Budowa instalacji wewnętrznej cwu (w przeliczeniu na 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej)	336	19 zł	6 391,41 zł



<b>7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót, zł</b>	<b>SPBT lata</b>
1	2	3	4
0	Budowa mieszkaniowych instalacji ogrzewania wraz z montażem indywidualnych kotłów gazowych (ogrzewanie etażowe)	119 758	2,4
1	Budowa/modernizacja instalacji wewnętrznych cwu wraz z przełączeniem ich do nowych kotłów	6 391	0,8
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	102 731	5,3
3	Ocieplenie dachu	19 813	9,0
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	11 152	9,3
5	Ocieplenie stropu nad piwnicą	13 312	10,8
6	Wymiana okien zewnętrznych	39 360	10,9
7	Ocieplenie stropu poddasza	30 727	13,4
<b>Uwagi:</b>  Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się niezależnie od czasu zwrotu jako konieczną, gdyż tylko dzięki tej modernizacji jest możliwe osiągnięcie pełnego efektu z pozostałych usprawnień.			



### 7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

#### 7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie 7.3.3.

- instalacja co - budowa instalacji mieszkaniowych c.o. i montaż kotłów gazowych
- instalacja cwu - budowa/modernizacja instalacji mieszkaniowych cwu i przyłączenie do kotłów
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- dach - ocieplenie dachu
- drzwi zewnętrzne - wymiana drzwi zewnętrznych
- strop nad piwnicą - ocieplenie stropu nad piwnicą
- okna zewnętrzne - wymiana starych okien zewnętrznych
- strop poddasza - ocieplenie stropu nad ostatnią kondygnacją mieszkalną

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
0	instalacja co	X	X	X	X	X	X
1	instalacja cwu	X	X	X	X	X	X
3	ściany zewnętrzne	X	X	X	X	X	X
2	dach	X	X	X	X	X	
3	drzwi zewnętrzne	X	X	X	X		
4	strop nad piwnicą	X	X	X			
5	okna zewnętrzne	X	X				
6	strop poddasza	X					

7.3.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość									
Lp		Jedn.	stan istn.	wariant					
				1	2	3	4	5	6
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	$Q_{co}$	GJ	330,03	98,49	112,44	127,62	134,81	138,83
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	$q_{co}$	kW	39,24	12,88	14,61	16,58	17,23	17,75
3	Udział źródeł ciepła	%	-	23,0%					
				0,0%					
				77,0%					
4	Sprawność systemu ogrzewania $\eta = \eta_o \cdot \eta_a \cdot \eta_s \cdot \eta_b$	$\eta$	-	0,46	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
				0,65					
				0,69					
5	Współczynnik przew. dobowych	$w_d$	-	1,00	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
				1,00					
				1,00					
6	Współczynnik przew. tygodniowych	$w_t$	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	Sezonowe zapotrzeb. ciepła na ogrzewanie z uwzgl. spraw. systemu	$Q_{co}$	GJ	166,83	96,45	110,11	124,98	132,02	135,95
				0,00					
				366,70					
				<b>533,53</b>					
8	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	$O_{co}$	zł	71 932,60	6 277,55	5 095,53	5 571,22	5 796,54	5 922,51
9	Zapotrzebowanie ciepła dla cwu z uwzgl. sprawności	$Q_{cw}$	GJ	66,78	35,98	35,98	35,98	35,98	35,98
10	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u	$q_{cw}$	kW	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50
11	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	$Q$	GJ	600,31	132,43	146,09	160,96	168,00	171,94
12	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q/Q$	%	-	77,9%	75,7%	73,2%	72,0%	71,4%
13	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	$q$	kW	59,74	33,38	35,11	37,08	37,73	38,25
14	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	$\Delta Q_c$	zł	-	65 655,05	66 837,07	66 361,37	66 136,06	66 010,09
15	Koszt wykonania modernizacji	$N_w$	zł	-	343 244,18 zł	312 517,68 zł	273 157,68 zł	259 845,43 zł	248 693,43 zł
16	Koszt audytu i inne koszty	$N_a$	zł	-	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
17	Koszt całkowity	$N$	zł	-	343 244,18 zł	312 517,68 zł	273 157,68 zł	259 845,43 zł	248 693,43 zł

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
		[zł]	[zł]	[%]	[zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> <li>• dach</li> <li>• drzwi zewnętrzne</li> <li>• strop nad piwnicą</li> <li>• okna zewnętrzne</li> <li>• strop poddasza</li> </ul>	343 244,18	65 655,05	77,9%	<div>0,00 0%</div> <div>343 244,18 100%</div>	68 648,84	54 919,07	131 310,10
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> <li>• dach</li> <li>• drzwi zewnętrzne</li> <li>• strop nad piwnicą</li> <li>• okna zewnętrzne</li> </ul>	312 517,68	66 837,07	75,7%	<div>0,00 0%</div> <div>312 517,68 100%</div>	62 503,54	50 002,83	133 674,14
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> <li>• dach</li> <li>• drzwi zewnętrzne</li> <li>• strop nad piwnicą</li> </ul>	273 157,68	66 361,37	73,2%	<div>0,00 0%</div> <div>273 157,68 100%</div>	54 631,54	43 705,23	132 722,75
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> <li>• dach</li> <li>• drzwi zewnętrzne</li> </ul>	259 845,43	66 136,06	72,0%	<div>0,00 0%</div> <div>259 845,43 100%</div>	51 969,09	41 575,27	132 272,12
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• instalacja co</li> <li>• instalacja cwu</li> <li>• ściany zewnętrzne</li> <li>• dach</li> </ul>	248 693,43	66 010,09	68,5%	<div>0,00 0%</div> <div>248 693,43 100%</div>	49 738,69	39 790,95	132 020,17



## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Budowa mieszkaniowych instalacji ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, montaż grzejników wraz z zaworami termostatycznymi, wymiana istniejących źródeł ciepła na kotły gazowe dwufunkcyjne (ogrzewanie etażowe). Zamontowano kotły o lepszej sprawności niż wskazano w audycie ex-ante. Przyjęto sprawność kotła dla 30% wydajności, ponieważ zamontowane kotły są przewymiarowane w stosunku do zapotrzebowania mocy po termomodernizacji, więc realnie będą pracowały przez zdecydowaną większość czasu pod niewielkim obciążeniem.
- 2 Podłączenie instalacji mieszkaniowej ciepłej wody użytkowej do nowych kotłów dwufunkcyjnych (mieszkaniowe węzły cieplne) wraz z koniecznymi przeróbkami instalacji wodnej.
- 3 Ocieplenie ścian ścian zewnętrznych w systemie ETICS na bazie styropianu o grubości 15 cm ( $\lambda \leq 0,031$ ).
- 4 Ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o grubości 15 cm ( $\lambda \leq 0,033$ ) i dachu wełną mineralną o grubości 15 cm ( $\lambda \leq 0,030$ ).
- 5 Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o  $U=1,10$ . Zamontowano drzwi o lepszych parametrach niż przewidywano w audycie ex-ante.
- 6 Wymiana okien zewnętrznych na nowe o  $U=0,90$ .
- 7 Ocieplenie stropu nad piwnicą pianą poliuretanową o grubości 10 cm ( $\lambda \leq 0,022$ ).

### 8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	343 244,18 zł
Kredyt bankowy:	343 244,18 zł
premia termomodernizacyjna wyniesie:	54 919,07 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	5,2 lat

### 8.3. Koszt ogrzewania 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej

a) dla stanu istniejącego

$$O_{0co} = 71\,932,60 \text{ zł}$$

$$K_{0co} = O_{0co} / (P \cdot 12) = 17,82 \text{ zł}$$

b) dla stanu po modernizacji

$$O_{1co} = 6\,277,55 \text{ zł}$$

$$K_{1co} = O_{1co} / (P \cdot 12) = 1,56 \text{ zł}$$

### 8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1    Obliczenie współczynników przenikania przegród.
- Załącznik 2    Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
- Załącznik 3    Określenie sprawności poszczególnych systemów grzewczych oraz procentowy udział źródeł ciepła.
- Załącznik 4    Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- Załącznik 5    Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.



**Załącznik 1**

**Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)**

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> *K	R m <sup>2</sup> *k/W	U, ΔU, U <sub>K</sub> W/m <sup>2</sup> *K
1	ściany zewewnętrzne	tynk cem-wap	0,015	0,820	0,02	<b>U = 1,43</b>
		cegła pełna	0,380	0,770	0,49	
		tynk cem-wap	0,015	0,820	0,02	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					<b>0,70</b>	
2	strop nad piwnicą	wylewka	0,050	1,400	0,04	<b>U = 1,24</b>
		strop ceramiczny	0,330	0,770	0,43	
					0,34	
		$R_{si}+R_{se}$				
					<b>0,80</b>	
3	strop poddasza	wykończenie	0,024	0,070	0,34	<b>U = 0,47</b>
		strop drewniany	0,250	0,160	1,56	
					0,20	
		$R_{si}+R_{se}$				
					<b>2,11</b>	
4	dach	dachówka ceramiczna	0,020	0,820	0,02	<b>U = 0,68</b>
		plyta pilśniowa	0,050	0,050	1,00	
		deskowanie	0,050	0,160	0,31	
		$R_{si}+R_{se}$			0,14	
					<b>1,48</b>	

**Załącznik nr 2**

**Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego**

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń, lub kubatura m <sup>3</sup>	Norma, m <sup>3</sup> /h lub krotność wymian h <sup>-1</sup>	Stumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5
1	Część mieszkalna	1 009,17	0,50	504,59
Razem budynek				504,59
3	Piwnice	140,00	0,30	42,00
Ogółem			$\Psi =$	546,59



**Załącznik 3**

**Określenie poszczególnych sprawności systemów grzewczych i procentowego udziału źródeł ciepła w stanie istniejącym**

		ogrzewanie węglowe	ogrzewanie gazowe	ogrzewanie elektryczne
1.	Sprawność wytwarzania $\eta_g$	0,65	0,86	0,99
2.	Sprawność przesyłania $\eta_d$	1,00	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji $\eta_e$	0,70	0,76	0,70
4.	Sprawność akumulacji $\eta_s$	1,00	1,00	1,00
	Sprawność instalacji $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$	<b>0,46</b>	<b>0,65</b>	<b>0,69</b>
5.	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	1,00	1,00	1,00
6.	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	1,00	1,00	1,00
7.	procentowy udział źródeł ciepła	23%	0%	77%
8.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H$ GJ/a	75,91	0,00	254,12
9.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H \cdot w_d \cdot w_t / \eta$ GJ/a	166,83	0,00	366,70
	<b>SUMA =</b>	<b>533,53</b>		

**Załącznik nr 4**

$$Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_{UZ} / (1000 * 3600)$$

**Kwh/rok**

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę na jednostkę powierzchni	$V_{wi} = 1,6$	$\text{dm}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{doba}$
2	Powierzchnia użytkowa	$A_f = 336$	$\text{m}^2$
3	czas użytkowania	$t_{UZ} = 365,00$	doby
4	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C	$k_R = 0,90$	-
5	ciepło właściwe wody	$c_w = 4,19$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
6	gęstość wody	$\rho_w = 1\,000,00$	$\text{kg}/\text{m}^3$
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{cw} = 55$	°C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o = 10,00$	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} = 9\,260,24$ $Q_{w,nd} = 33,34$	$\text{kWh/rok}$ $\text{GJ}$
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w, \text{tot}} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e = 0,50$	-
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w, \text{tot}} = 18\,550,17$ $66,78$	$\text{kWh/rok}$ $\text{GJ}$
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = L_i * V_{cw} = 0,538224$	$\text{m}^3/\text{d}$
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 = 0,03$	$\text{m}^3/\text{h}$
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) = 0,47$	$\text{GJ}/\text{m}^3$
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 = 20,50$	$\text{kW}$
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 328,5 = 196,5$	$\text{m}^3$
17	Koszt przygotowanie cwu	$10\,017,09$	zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 8,0 zł	$V_{cw} * 8,0 = 1\,572,00$	zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu	$11\,589,09$	zł
20	Średni koszt 1 m <sup>3</sup> cwu	$58,99$	$\text{zł}/\text{m}^3$

**Sprawność wytwarzania**  
**Sprawność przesyłu (dystrybucji)**  
**Sprawność akumulacji**  
**Sprawność wykorzystania**  
**Udział źródła**  
**współczynnik nierównomierności**

	podgrzewacze gazowe	podgrzewacze elektryczne	średnia
$\eta_g =$	0,50	0,96	0,96
$\eta_d =$	0,80	0,80	0,80
$\eta_s =$	1,00	0,65	0,65
$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
	0,00	1,00	1,00
$N_h =$	5,80		



**Załącznik nr 5**

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu  
Aquatherm - Polska OZC - cały budynek**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	12,88	98,49
2	14,61	112,44
3	16,58	127,62
4	17,23	134,81
5	17,75	138,83
6	19,93	156,21
<b>stan istniejący</b>	<b>39,24</b>	<b>330,03</b>

Moc cieplna obliczona wg. Normy PN - EN 12831:2006

Zapotrzebowanie na ciepło obliczona wg. Normy PN-EN ISO 13790:2009