

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

PLACÓWKI OPIEKUŃCZO WYCHOWAWCZEJ



**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008**

Adres budynku	ulica: Wrocławska 42 kod: 55-300 powiat: województwo:	miejsowość: Środa Śląska średzki dolnośląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Dawid Zielonka mgr inż.



ŚLĄSKIE CENTRUM ENERGETYKI

KRS 0000545126, Sąd Rejonowy w Gliwicach, X Wydział Gospodarczy KRS
NIP 645-254-21-45 REGON 360847022, kapitał zakładowy: 15 000 zł
e-mail: piotr.leksy@ce.slask.pl tel. 693 399 332

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2. Rok budowy	I połowa XX w.
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Powiat Średzki ul. Wrocławska 2 kod 55-300 Środa Śląska	1.4. Adres budynku ul. Wrocławska 42 kod 55-300 powiat średzki woj. dolnośląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Śląskie Centrum Energetyki Sp. z o.o. REGON: 360847022 Tworóg, ul. Grunwaldzka 1A			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Dawid Zielonka, 84110214593, Zawadzkiego 4/4 Krupski Młyn Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych <p style="text-align: right;"><i>podpis</i></p>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	Katarzyna Goinda	inwentaryzacja	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Tworóg	Data wykonania opracowania	31.03.2016 r.
6. Spis treści			
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		6
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		7
5.	Ocena stanu technicznego budynku		11
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14
8.	Opis wariantu optymalnego		33

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	600	600
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	227	227
5.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	227	227
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	12	12
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	pojemnościowy podgrzewacz elektryczny	pojemnościowy podgrzewacz elektryczny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł węglowy	kocioł gazowy
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,00	0,00
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne 35 cm	1,607	0,216
	Ściany zewnętrzne 50 cm	1,224	0,208
	Ściany zewnętrzne 45 cm	1,330	0,210
2.	Strop nad nieogrzewaną powierzchnią	1,313	0,169
3.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,835	1,835
4.	Dach starej części	1,951	0,177
5.	Dach nowej części	2,012	0,167
6.	Okna	1,1/2,6	1,1/0,9
7.	Drzwi zewnętrzne / bramy	1,5/5,1	1,5/1,3
8.	Inne		
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,93
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,90
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	0,85
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,90	0,90
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	248	248
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	40,1	11,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	6,1	6,1
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	341	85
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	636	118

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	54	48
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	417,74	104,07
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	778,33	144,41
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	7,83%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	34,9	34,9
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	36,13	36,13
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0	0
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	8,14	1,92
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0	0
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	150 018	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	75,9
Planowane koszty całkowite	187 522	Premia termomodernizacyjna	30 004
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	20 400		

- 1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
- 2) U_{oze} [%] obliczamy zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody
- 3) Opłata zmienna związana jest z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Projekt budowlano-architektoniczny
Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji budynku

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

* Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.

* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.

* Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”

* Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”

* Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.

* Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

° Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

3.3. Data wizji lokalnej

04.03.2016 r.

3.4. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizację instalacji centralnego ogrzewania
 - Docieplenie dachu starej części
 - Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią
 - Docieplenie dachu nowej części
 - Montaż kolektorów słonecznych
 - Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm
 - Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm
 - Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm
 - Wymiana drzwi
 - Wymiana okien w piwnicy

3.5. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	37 504,4	zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	150 017,6	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny	X
Adres	Wrocławska 42, 55-300 Środa Śląska			
Budynek	wolnostojący	X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak		blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		I połowa XX w.		Rok zasiedlenia		I połowa 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"	monolit	tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	187	6	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura budynku	[m ³]	1278	7	Liczba klatek schodowych	0	
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, loggii i galerii	[m ³]	600	8	Liczba kondygnacji	2	
4	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	227	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,8	
5	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m ²]	227	10	Liczba użytkowników	12	

- 1) wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru
- 2) wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o 2 kondygnacjach nadziemnych, podpiwniczony, zbudowany w technologii tradycyjnej, ze ścianami murowanymi z cegły pełnej o grubości 50 i 35 cm (w starej części) i 45 cm (w dobudowanej części) obustronnie tynkowanej, stropy drewniane, dach kryty papą asfaltową.

Dach nad starą częścią jednospadowy drewniany płaski kryty papą asfaltową, nad nową częścią drewniany kryty papą asfaltową.

Stropy drewniane ze ślepym pułapem, nad piwnicą i garażami masywne i sklepioine.

Okna PCV o wartość współczynnika przenikania $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$. Jedynie okna w piwnicy stare drewniane o wartość współczynnika przenikania $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$

Drzwi frontowe w dobrym stanie o wartości współczynnika przenikania ciepła $U=1,5 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$. Drzwi garażowe i do pomieszczenia gospodarczego stare o wartości współczynnika przenikania ciepła $U=5,1 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Pow. netto m ²	U W/(m ² *K)	Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściany zewnętrzne 35 cm	96,3	1,607	24,4	1,1	2,5	2,6	1,9	1,5	13,0	5,1
2	Ściany zewnętrzne 50 cm	107,6	1,224								
3	Ściany zewnętrzne 45 cm	191,5	1,330								
4	Ściany przy gruncie	58,3	0,722								
5	Strop nad nieogrzewaną powierzchnią	85,0	1,313								
6	Strop nad piwnicą	50,0	1,313								
7	Podłoga na gruncie	119,0	1,835								
8	Dach starej części	86,9	1,951								
9	Dach nowej części	96,9	2,012								

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	40,1
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	6,1
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	341
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	636
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	34,9
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło wytwarzane w kotle węglowym o mocy 36 kW
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, spawane, prowadzone po wierzchu. Przewody poziome nieizolowane, pionowe nieizolowane. Ogólnie dostateczny stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Stalowe.
5.	Ostonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Brak
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze otwarte
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Montaż kotła 2005

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,51
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	1,00

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana w pojemnościowym podgrzewaczu elektrycznym.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, prowadzone w szachtach instalacyjnych. Przewody poziome izolowane, pionowe nieizolowane. Dobry stan techniczny
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Dwa pojemnościowe podgrzewacze o łącznej pojemności 140 l

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Kocioł w pomieszczeniu nieogrzewanym.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	248

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne 35 cm	1,607	0,23
Ściany zewnętrzne 50 cm	1,224	0,23
Ściany zewnętrzne 45 cm	1,330	0,23
Strop nad nieogrzewaną powierzchnią	1,313	0,18
Dach starej części	1,951	0,18
Dach nowej części	2,012	0,18
Podłoga na gruncie	1,835	0,30

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest niezadawalający. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych nie spełniają obecnie obowiązujących WT.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	1,5/5,1	1,5
okno	1,1/2,6	1,1

5.3 System grzewczy

Ciepło wytwarzane w kotle węglowym o mocy 36 kW usytuowanym w nieogrzewanej kotłowni. Instalacja wewnętrzna w dostatecznym stanie technicznym. Grzejniki stalowe, bez zaworów termostatycznych.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja jest zasilana z pojemnościowych elektrycznych podgrzewaczy.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne.

**Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy
zawiera poniższa tabela**

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.
2	<u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 1,1 i 2,6 [W/m ² K], drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,5 [W/m ² K], część drzwi nieszczelne w złym stanie technicznym o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m ² K]	Drzwi o niezadowalającym współczynniku przenikania ciepła wymienić na nowe. Okna o współczynniku 1,1 pozostawiamy bez zmian. Pozostałe okna wymieniamy na nowe
3	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> c.w.u. przygotowywane za pomocą elektrycznych podgrzewaczy pojemnościowych	Ciepła woda przygotowywana za pomocą nowego kotła gazowego w wymienniku ciepła. Jako wsparcie proponuję się montaż kolektorów słonecznych.
4	<u>System grzewczy</u> Kocioł węglowy w złym stanie technicznym, instalacja typu tradycyjnego. Grzejniki stalowe brak zaworów termostatycznych.	Wymiana starego źródła ciepła na nowy kocioł gazowy. montaż zaworów termostatycznych, montaż nowych przewodów, izolacja przewodów w piwnicy.

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 przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad nieogrzewanymi pomieszczeniami	Docieplenie stropu przez - położenie na istniejącej konstrukcji izolacji termicznej (wełny mineralnej)
3	jw. przez dach	Ocieplenie dachu starej części wełną mineralną ułożoną w przestrzeni wentylowanej. Dach w nowej części docieplić poprzez ułożenie styropapy na istniejącej konstrukcji
4	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi i okna	Wymiana drzwi i okien
5	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Ciepła woda przygotowywana za pomocą nowego kotła gazowego w wymienniku ciepła. Jako wsparcie proponuję się montaż kolektorów słonecznych.
6	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Wymiana starego źródła ciepła na nowy kocioł gazowy. montaż zaworów termostatycznych, montaż nowych przewodów, izolacja przewodów w piwnicy.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Docieplenie ścian zewnętrznych
		Docieplenie stropu nad powierzchnią nieogrzewaną
		Docieplenie dachu
		Wymiana stolarki drzwiowej i okiennej
II	Usprawnienie dotyczące instalac c.o.	Wymiana starego źródła ciepła na nowy kocioł gazowy. montaż zaworów termostatycznych, montaż nowych przewodów, izolacja przewodów w piwnicy.

**) może być rozpatrywane jako jedno przedsięwzięcie*

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
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- 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} , lokale mieszkalne	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{wo} , klatka schodowa	8,0	8,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	0,0	0,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 716	3 716	dzień·K·a
Sd dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą	1 427	1 412	
O_{0m} , O_{1m} ,	0	0	zł/(MW·mc)
O_{0z} , O_{1z} ,	34,9	44,4	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1} ,	0,00	136,4	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ściany zewnętrzne 35 cm

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 96,3$
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{kosz} = 96,3$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,16	0,18
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{m}^2\text{K/W}$	1,607	0,243	0,216	0,195
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	49,7	7,5	6,7	6,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0062	0,0009	0,0008	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 472	1 500	1 524
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		170	180	190
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		16 366	17 329	18 291
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		11,1	11,6	12,0

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu

Wybrany wariant :	Koszt :	17 329 zł	SPBT=	11,6 lat
--------------------------	----------------	------------------	--------------	-----------------

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad nieogrzewaną powierzchnią		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 85,0 m ² A_{kosz} = 85,0 m ²		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się docieplenie stropu płytami z wełny mineralnej o współczynniku przewodności 0,035 W/m ² K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U ≤ 0,18 W/m ² K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,16	0,18	0,20
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	1,313	0,188	0,169	0,154
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	35,8	5,1	4,6	4,2
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0045	0,0006	0,0006	0,0005
5	Roczna oszczędność kosztów = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	ΔO _{ru} zł/a		1 071	1 088	1 102
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		85,0	95,0	105,0
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		7 225	8 075	8 925
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		6,7	7,4	8,1
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	8 075 zł	SPBT=	7,4 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach starej części		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A = 86,9 m ²			
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} = 86,9 m ²			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się docieplenie metodą wdmuchiwania granulatu wełny mineralnej o współczynniku przewodności 0,035 W/m*K .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,16	0,18	0,20
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	1,951	0,197	0,177	0,161
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	54,4	5,5	4,9	4,5
4	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0068	0,0007	0,0006	0,0006
5	Roczna oszczędność kosztów $= (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	ΔO_{ru} zł/a		1 706	1 727	1 741
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		115,0	125,0	135,0
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		9 994	10 863	11 732
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		5,9	6,3	6,7
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	10 863 zł	SPBT=	6,3 lat	

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach nowej części		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A = 96,9 m ²			
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} = 96,9 m ²			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się docieplenie dachu poprzez ułożenie styropapy na istniejącej konstrukcji o współczynniku przewodności 0,040 W/m ² K .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,20	0,22	0,24
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	2,012	0,182	0,167	0,154
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	62,6	5,7	5,2	4,8
4	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0078	0,0007	0,0006	0,0006
5	Roczna oszczędność kosztów $= (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	ΔO_{ru} zł/a		1 985	2 002	2 016
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		145,0	155,0	165,0
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		14 051	15 020	15 989
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		7,1	7,5	7,9
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	15 020 zł	SPBT=	7,5 lat	

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Wymiana okien

Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 3 \text{ m}^2$ $C_w = 1$
 $V_{nom} = \Psi = 37 \text{ m}^3/\text{h}$
 $V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$
Opis wariantów usprawnienia $V_{went} = 249 \text{ m}^3$

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U

wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,6	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,85
		C_m	-	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	0,6	0,2
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1,6	1,0
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	2,2	1,2
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00018	0,00006
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00177	0,00118
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,00195	0,00124
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		34,9
10	Koszt jednostkowy okien N_{ok}	zł		550
11	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		1 375
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		39,4

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m^2 wg katalogu SEKOCENBUDu.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 1 375 zł	SPBT= 39,4 lat
----------------------------	-------------------------	-----------------------

7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Wymiana stolarki drzwiowej

Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 13 \text{ m}^2$ $C_w = 1$
 $V_{nom} = \Psi = 223 \text{ m}^3/\text{h}$

Opis wariantów usprawnienia
 Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi o lepszych współczynnikach U:
 wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	3,1	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,70
		C_m	-	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	13	5
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	24	17
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	37	22
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0016	0,0007
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0000	0,0000
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0016	0,0007
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		523
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł		1 028
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		13 343
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		25,5

Wybrany wariant : 1	Koszt : 13 343 zł	SPBT= 25,5 lat
---------------------	-------------------	----------------

7.2.9. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 54 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0061 \text{ MW}$

Opis:

Zastosowanie kolektorów słonecznych

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji				
1	Średnia moc cwu $q_{cw\acute{s}r}$	MW	0,0061	0,0061				
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	54	48				
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	5 986	1 674				
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0	0				
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0	1 786				
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	5986,4	3 460				
7	Różnica	zł/a		2 526				
8	Koszt	zł		25 000				
9	SPBT	lat		9,9				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">KOSZT</td> <td style="width: 40%;">25 000 zł</td> <td style="width: 25%;">SPBT</td> <td style="width: 10%;">9,9 lat</td> </tr> </table>					KOSZT	25 000 zł	SPBT	9,9 lat
KOSZT	25 000 zł	SPBT	9,9 lat					

7.2.6. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Docieplenie dachu starej części	10 863	6,3
2	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią	8 075	7,4
3	Docieplenie dachu nowej części	15 020	7,5
4	Montaż kolektorów słonecznych	25 000	9,9
5	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm	17 329	11,6
6	Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm	34 474	14,3
7	Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm	19 364	15,8
8	Wymiana drzwi	13 343	25,5
9	Wymiana okien w piwnicy	1 375	39,4

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{0co} = 341 \text{ GJ/a}$

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja co w dobrym stanie technicznym
- 2 Zainstalowane są grzejniki żstalowe
- 3 Kocioł węglowy w złym stanie

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Montaż nowego kotła gazowego	1	15 000	15 000
2	Pompy obiegowe, układy regulacji temperatury	1	3 500	3 500
3	Układ automatyki sterowania	1	2 500	2 500
6	Montaż zaworów termostatycznych	16	105	1 680
7	Przygotowanie (kucie, bruzdy)	1	-	3 000
8	Wymiana rurociągów i izolacji	1	-	12 000
koszt			zł	37 680

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed węgiel	po gaz
	Rodzaj systemu zasilania		
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,82$	$\eta_g = 0,95$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,80$	$\eta_d = 0,90$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,77$	$\eta_e = 0,93$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 0,90$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,51$	$\eta = 0,72$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	kocioł węglowy	nowy kocioł gazowy
sprawność przesyłu η_d	przewody nieizolowane	nowe przewody z izolacją
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna	regulacja centralna i miejscowa
sprawność akumulacji η_s	zbiornik buforowy	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	bez przerw w ogrzewaniu	bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia				
I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0401	0,0401
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	341	341
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,51	0,72
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	669	474
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	23 337	16 534
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	72
9	Roczny abonament	zł/rok	0	136,3578
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	23 337	16 742
11	Różnica	zł/rok		6 594
12	Koszt	zł		37 680
13	SPBT	lat		5,7

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięć war.opt

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Docieplenie dachu starej części	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią	X	X	X	X	X	X	X	X			
4	Docieplenie dachu nowej części	X	X	X	X	X	X	X				
5	Montaż kolektorów słonecznych	X	X	X	X	X	X					
6	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm	X	X	X	X	X						
7	Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm	X	X	X	X							
8	Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm	X	X	X								
9	Wymiana drzwi	X	X									
10	Wymiana okien w piwnicy	X										

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7+8+9+10	182 522	5 000	187 522
2	1+2+3+4+5+6+7+8+9	181 147	5 000	186 147
3	1+2+3+4+5+6+7+8	167 804	5 000	172 804
4	1+2+3+4+5+6+7	148 439	5 000	153 439
5	1+2+3+4+5+6	113 966	5 000	118 966
6	1+2+3+4+5	96 637	5 000	101 637
7	1+2+3+4	71 637	5 000	76 637
8	1+2+3	56 618	5 000	61 618
9	1+2	48 543	5 000	53 543
10	1	37 680	5 000	42 680

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Opłata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok					MW	GJ/rok		zł/rok	MW			
1	0,0110	85	0,720	1,00	118	5 234	0,0061	48	3 915	0,0171	166	9 148	524	20 400
2	0,0111	85	0,720	1,00	119	5 278	0,0061	48	3 915	0,0172	167	9 193	523	20 356
3	0,0112	86	0,720	1,00	119	5 278	0,0061	48	3 915	0,0173	167	9 193	523	20 356
4	0,0151	121	0,720	1,00	168	7 451	0,0061	48	3 915	0,0212	216	11 366	474	18 183
5	0,0195	159	0,720	1,00	221	9 802	0,0061	48	3 915	0,0256	269	13 717	421	15 832
6	0,0250	209	0,720	1,00	290	12 862	0,0000	48	3 915	0,0250	338	16 777	352	12 772
7	0,0250	209	0,720	1,00	290	12 862	1,0000	54	7 363	1,0250	344	20 225	346	9 323
8	0,0318	262	0,720	1,00	364	16 144	2,0000	54	7 363	2,0318	418	23 507	272	6 041
9	0,0401	341	0,720	1,00	474	21 023	3,0000	54	7 363	3,0401	528	28 386	162	1 163
10	0,0401	341	0,720	1,00	474	21 023	4,0000	54	7 363	4,0401	528	28 386	162	1 163
0-stan istniejący	0,0401	341	0,510	0,95	636	22 185	0,0061	54	7 363	0,0462	690	29 549		

 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie mocy

²⁾ - wyniki z programu Audytor OZC 6.6Pro - obliczenie zużycia ciepła

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
					[zł, %] [zł, %]	20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności	
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Wymiana okien w piwnicy	187 522	20 400	75,9%	37 504	15,0%	30 004	30 004	40 801
	Wymiana drzwi								
	Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm				150 018	85,0%			
	Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm								
	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm								
	Montaż kolektorów słonecznych								
	Docieplenie dachu nowej części								
	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią								
	Docieplenie dachu starej części								
	Modernizacja instalacji c.o.								
2	Wymiana drzwi	186 147	20 356	75,8%	37 229	15,0%	29 784	29 784	40 712
	Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm								
	Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm				148 918	85,0%			
	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm								
	Montaż kolektorów słonecznych								
	Docieplenie dachu nowej części								
	Docieplenie dachu nad nieogrzewaną powierzchnią								
	Docieplenie dachu starej części								
	Modernizacja instalacji c.o.								
3	Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm	172 804	20 356	75,8%	34 561	15,0%	27 649	27 649	40 712
	Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm								
	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm				138 243	85,0%			
	Montaż kolektorów słonecznych								
	Docieplenie dachu nowej części								
	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią								
	Docieplenie dachu starej części								
	Modernizacja instalacji c.o.								
4	Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm	153 439	18 183	68,7%	30 688	15,0%	24 550	24 550	36 366
	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm								
	Montaż kolektorów słonecznych				122 751	85,0%			
	Docieplenie dachu nowej części								
	Docieplenie dachu nad nieogrzewaną powierzchnią								
	Docieplenie dachu starej części								
	Modernizacja instalacji c.o.								
5	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm	118 966	15 832	61,0%	23 793	15,0%	19 034	19 034	31 664
	Montaż kolektorów słonecznych								
	Docieplenie dachu nowej części				95 172	85,0%			
	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią								
	Docieplenie dachu starej części								
	Modernizacja instalacji c.o.								

6	Montaż kolektorów słonecznych	101 637	12 772	51,0%	15 246	15,0%	17 278	16 262	25 544
	Docieplenie dachu nowej części								
	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią								
7	Docieplenie dachu starej części	76 637	9 323	50,1%	86 391	85,0%	13 028	12 262	18 647
	Modernizacja instalacji c.o.								
8	Docieplenie dachu nowej części	61 618	6 041	0,394202899	11 496	15,0%	10 475	9 859	12 083
	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią								
	Docieplenie dachu starej części								
9	Modernizacja instalacji c.o.	53 543	1 163	0,234782609	65 141	85,0%	9 102	8 567	2 325
10	Docieplenie dachu starej części	42 680	1 163	0,234782609	9 243	15%	7 256	6 829	2 325
	Modernizacja instalacji c.o.								
					52 375	85%			
					8 031	15%			
					45 511	85%			
					6 402	15%			
					36 278	85%			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz konieczności zastosowania odnawialnych źródeł energii, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

- 1 Modernizacja instalacji c.o. (nowy kocioł gazowy, automatyka sterowania, pompy obiegowe, przewody)
- 2 Docieplenie dachu starej części
- 3 Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią
- 4 Docieplenie dachu nowej części
- 5 Montaż kolektorów słonecznych
- 6 Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm
- 7 Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm
- 8 Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm
- 9 Wymiana drzwi
- 10 Wymiana okien w piwnicy

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 75,9% czyli powyżej 30%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 37 504 zł , co spełnia oczekiwania inwestora;

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

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. Modernizację instalacji c.o. obejmującą

Montaż nowego kotła gazowego

Pompy obiegowe, układy regulacji temperatury

Układ automatyki sterowania

Montaż zaworów termostacyjnych

Wymiana rurociągów i izolacji

Przygotowanie (kucie, bruzdy)

2. Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 35 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm,

3. Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 45 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm,

4. Ocieplenie ścian zewnętrznych grubości 50 cm styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W/(m K)}$), o grubości 16 cm,

5. Ocieplenie dachu starej części wełną mineralną metodą wdmuchiwania (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 18 cm,

6. Ocieplenie dachu nowej części poprzez ułożenie płyt styropapy na istniejącej konstrukcji (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$), o grubości 22 cm,

7. Ocieplenie stropu napomieszczeniem nieogrzewanym poprzez ułożenie płyt z wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 18 cm,

8. Wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

9. Wymianę okien zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

10. Montaż kolektorów słonecznych, 5 paneli o łącznej powierzchni 10 m², montaż zbiornika na ciepłą wodę o pojemności 500 litrów

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o.	1,0	37 680	37 680
2	Docieplenie dachu starej części	86,9	125	10 863
3	Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią	85,0	95	8 075
4	Docieplenie dachu nowej części	96,9	155	15 020
5	Montaż kolektorów słonecznych	1,0	25 000	25 000
6	Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm	96,3	180	17 329
7	Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm	191,5	180	34 474
8	Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm	107,6	180	19 364
9	Wymiana drzwi	13,0	1 028	13 343
10	Wymiana okien w piwnicy	3	550	1 375
11	Koszt audytu	1	5 000	5 000
			SUMA	187 522

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		187 522,04 zł
Udział środków własnych inwestora:	15,0%	37 504 zł
Kredyt bankowy:	85,0%	150 018 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		40 801 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		9,2

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 3 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 4 Montaż kolektorów słonecznych
- Załącznik 5 Obliczenie efektu ekologicznego i energetycznego dla inwestycji
- Załącznik 6 Modernizacja oświetlenia

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

przed modernizacją kocioł węglowy
po modernizacji kocioł gazowy, taryfy wg. PGNiG

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	28,36	34,88
Razem opłata zmienna	zł/GJ	28,36	34,88
Energia elektryczna	zł/GJ	110,86	136,36

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Abonament	zł/mc	121,00	148,83
Abonament	zł/mc	121,00	148,83
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	36,06	44,35
Razem opłata zmienna	zł/GJ	36,06	44,35
Energia elektryczna	zł/GJ	110,86	136,36

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	2,00	2,00
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	227	227
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,9	0,9
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_f * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	7 811	7 811
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,96	0,85
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,6	0,6
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1	1
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,9	0,9
sprawność całkowita η_w	-	0,518	0,459
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	15 068	13 403
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	54	48

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	12	12
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	175	175
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,117	0,117
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	5,083	5,083
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	31,1	31,1
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	6,1	6,1

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,0110	85,04
2	0,0111	85,40
3	0,0112	85,74
4	0,0151	120,68
5	0,0195	159,24
6	0,0250	208,71
7	0,0250	208,71
8	0,0318	262,40
9	0,0339	285,18
10	0,0401	341,35
0 - stan istniejący	0,0401	341,35

Modernizacja polega na instalacji kolektorów słonecznych o łącznej powierzchni czynnej ok. 10,0 m², oraz zasobnika c.w.u. o łącznej pojemności 500 litrów.

Produkcja energii cieplnej ze słońca.

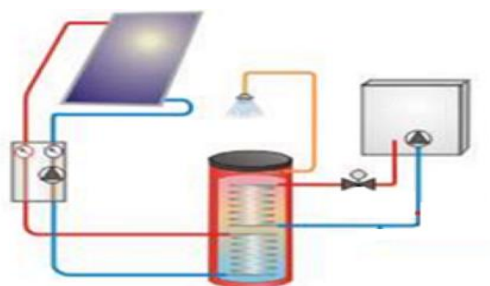
Instalację dobrano za pomocą programu GetSolar

Dobór instalacji baterii kolektorów słonecznych

Projekt:	Dom dziecka	
Lokalizacja:	Środa Śląska	szer. geogr.: 51,1°
Kolektor:	10,00 m ² (5 Szt.)	GetSolar Flachkollektor, selektiv beschichtet
Charakterystyka:	eta0 = 0,770 a1 = 3,500 W/(m ² ·K) a2 = 0,0200 W/(m ² ·K ²)	
Pochyłość:	45,0°	Azymut: 0,0°
Typ instalacji:	Zasobnik solarny ciepłej wody użytkowej	
Zasobnik:	500 litrów	
	max. 85°C / min. 54°C	
Zapotrzeb. ciepła:	31,40 kWh/dzień =	600 litrów/dzień z 10°C na 55°C

Miesiąc	Zysk solarny [kWh]	Napromieniow. [kWh]	Energia konwen. [kWh]	Stopień Pokrycia [%]	Sprawność [%]
Styczeń:	57	220	939	6	26
Luty:	146	449	792	16	32
Marzec:	260	731	746	26	36
Kwiecień:	381	1061	600	39	36
Maj:	514	1429	502	51	36
Czerwiec:	510	1363	472	52	37
Lipiec:	510	1313	507	50	39
Sierpień:	512	1293	504	50	40
Wrzesień:	351	860	625	36	41
Październik:	256	621	748	25	41
Listopad:	96	263	870	10	36
Grudzień:	20	105	943	2	19
Suma:	3614	9707	8247	30	37

Przeciętny roczny zysk kolektora: **361 kWh/m²**



Źródło. Program doboru kolektorów słonecznych GetSolar

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

- Modernizacja instalacji c.o.
- Docieplenie stropu nad nieogrzewaną powierzchnią
- Docieplenie dachu nowej części
- Montaż kolektorów słonecznych
- Docieplenie ścian zewnętrznych 35 cm
- Docieplenie ścian zewnętrznych 45 cm
- Docieplenie ścian zewnętrznych 50 cm
- Wymiana drzwi
- Wymiana okien w piwnicy

Koszt modernizacji:

187 522,04 zł

Łącznie 187 522,04 zł

Przewiduję się na stępujące efekty.

Efekt energetyczny

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	690,0	166,0
	MWh	191,7	46,1
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	191,7	46,1
Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji			75,94%

Efekt ekologiczny

Wskaźniki emisji informują na temat ilości ton CO₂ przypadających na jednostkę zużycia poszczególnych nośników energii.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano standardowe wskaźniki według wytycznych IPCC.

Paliwo	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO ₂
	MWh/Mg	Mg/MWh
Gaz ziemny	13,30	0,202
Węgiel kamienny	7,4	0,346

Redukcja emisji CO₂ do atmosfery

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię ciepłą	GJ	690,0	166,0	524,0
	MWh	191,7	46,1	145,6
Emisja CO ₂ dla energii ciepłej	MgCO ₂ /rok	66,3	9,3	57,0
Redukcja emisji CO₂ do atmosfery			85,95%	57,0

Redukcja PM 10

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię cieplą	GJ	690,0	166,0	524,0
	MWh	191,7	46,1	145,6
Emisja PM10 dla energii cieplnej	MgCO2/rok	0,1553	0,0001	0,1552
Redukcja emisji PM10 do atmosfery			99,95%	0,155167 MgPM10/rok

Zaoszczędzona Energia

**Pierwotna dla całego zakresu
modernizacji EP** 160 111,11 kWh

Stopień redukcji CO2 57,0 MgCO2/rok

Stopień redukcji PM10 0,155167 Mg/rok

Efekt energetyczny 75,94%

Całkowity koszt modernizacji 187 522,04 zł

WYLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO DLA OPTIMALNEGO WARIANTU CIEPLNEGO

ZAŁOŻENIA DO EMISJI

Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji						
	miano	Paliwo stałe (z wyłączeniem biomasy)		Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa drewno	
		Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji			Kotły starej generacji	Kotły automatyczne nowej generacji
Pył PM 10,	g/GJ	225	78	0,5	3	480	34
Pył PM 2,5	g/GJ	201	70	0,5	3	470	33
Benzo(a)piren	mg/GJ	270	0,079	0	10	121	10
SO ₂	g/GJ	900	450	0,5	140	11	11
NO _x	g/GJ	158	165	50	70	80	91

<p>Wskaźniki emisji przed modernizacją Współczynnik emisji dla Elektrowni wg KOBIZE 3,9 g/GJ PM10</p>

Elektrofiltry w elektrowniach zatrzymują około 95% pyłów PM10