

## AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku użyteczności publicznej – budynku Domu  
Dziecka w Morągu



Dane budynku:

ul. Żeromskiego 19  
14-300 Morąg

Wykonawca audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski  
mgr inż. Joanna Szczepaniak

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1.  
STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

### 1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	XX wiek
1.3 Inwestor	Powiat Ostródzki ul. Jana III Sobieskiego 5 14-100 Ostróda	1.4 Adres budynku	ul. Żeromskiego 19 14-300 Morąg

### 2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

ASIG Igor Kwiatkowski  
ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2  
51-686 Wrocław

### 3. IMIĘ I NAZWISKO, ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

mgr inż. Joanna Szczepaniak, PESEL: 88041309100, ul. Kosynierów Gdyńskich 67/2, 51-686 Wrocław, uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych – ukończone studia podyplomowe

### 4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS

MIEJSCOWOŚĆ: Wrocław

DATA WYKONANIA OPRACOWANIA:  
20.03.2024 r.

### 6. SPIS TREŚCI:

## Spis treści

1.	Strona tytułowa audytu energetycznego budynku .....	2
2.	Karta audytu energetycznego budynku .....	4
3.	Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora .....	10
	Wykaz dokumentów i danych źródłowych.....	10
	Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora .....	10
	Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora.....	10
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.....	11
	a) Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu ...	
	b) Konstrukcja okien i drzwi.....	13
	c) Charakterystyka systemu grzewczego.....	14
	d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej.....	15
	e) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku .....	16
	f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie).....	16
	g) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych .....	16
5.	Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	17
6.	Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji .....	18
	Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie. ....	19
	Wariant modernizacji instalacji c.o. ....	28
	Wymiana oświetlenia na energooszczędne .....	29
7.	Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami .....	31
	Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów .....	32
8.	Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	34
	Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego .....	35
	Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu .....	36

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 + piwnica	2 + piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	6 981,2	6 981,2
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	2 166,0	2 166,0
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	2 166,0	2 166,0
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,0	100,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	60	60
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,31	0,31
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE [W/m <sup>2</sup> ·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
<b>1.</b>	<b>Ściany zewnętrzne</b>		
1.1	SZ1-1 – ściana zewnętrzna piwnica powyżej poziomu gruntu – segment A	0,612	<b>0,200</b>
1.2	SZ1-2 – ściana zewnętrzna parter, piętro – segment A	0,333	<b>0,160</b>
1.3	SZ2-1 – ściana zewnętrzna piwnica powyżej poziomu gruntu – segment B i C	0,612	<b>0,200</b>
1.4	SZ2-2 – ściana zewnętrzna parter, piętro – segment B i C	0,333	<b>0,160</b>
1.5	SZ3 – ściana zewnętrzna parter – kotłownia i zaplecze	0,333	<b>0,160</b>

1.6	SZ4 – ściana zewnętrzna parter - garaże	0,333	<b>0,160</b>
1.7	SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna piwnica – segment A, B, C	0,398	<b>0,186</b>
1.8	SZPG3 – ściana zewnętrzna piwnica – kotłownia i zaplecze	0,931	<b>0,197</b>
<b>2.</b>	<b>Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami</b>		
2.1	D1, D2-1 – stropodach segment A, B i C	0,341	<b>0,144</b>
2.2	D2-2 – taras, segment B	2,951	2,951
2.3	D3 – stropodach kotłownia i zaplecze	0,341	<b>0,144</b>
2.4	D4 – stropodach - garaże	0,354	0,354
<b>3.</b>	<b>Strop nad piwnicą</b>		
3.1	-	-	-
<b>4.</b>	<b>Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych</b>		
4.1	PGP1 – podłoga w piwnicy segment A	0,293	0,293
4.2	PGP2 – podłoga w piwnicy segment B i C	0,293	0,293
4.3	PGP3 – podłoga w piwnicy kotłownia i zaplecze	0,355	0,355
4.4	PG4 – podłoga – garaże	0,437	0,437
<b>5.</b>	<b>Okna, drzwi balkonowe</b>		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne PVC	2,200	<b>0,900</b>
5.2	OK2 – okna zewnętrzne stare drewniane	4,000	<b>0,900</b>
<b>6.</b>	<b>Drzwi zewnętrzne/ bramy</b>		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	<b>1,300</b>
6.2	DZ2 – brama garażowa	4,000	<b>1,300</b>
<b>7.</b>	<b>Inne</b>		
7.1	-	-	-

3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU RZEW CZEGO I WSPÓŁCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	<b>0,85</b>
2.	Sprawność przesyłania	0,90	<b>0,93</b>
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	<b>0,93</b>
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,65	0,65
2.	Sprawność przesyłu	0,60	0,60
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna grawitacyjna	naturalna grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/drzwi / kanały	okna/drzwi / kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	6 283,1	6 283,1
4.	Liczba wymian [l/h]	0,9	0,9
6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	111,0	78,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	12,0	12,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	663,66	433,34
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1164,32	585,59
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	110,17	110,17

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]	brak danych	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	85,11	55,57
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	149,32	75,10
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	-
<b>7. OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	60,00	60,00
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej [zł/m <sup>3</sup> ]	14,50	14,50
4.	Koszt 1MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/m <sup>2</sup> m-c]	5,38	2,70
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]	brak	brak
7.	Inne [zł]	brak	brak
<b>8.1 WSKAŹNIKI DLA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	149,32	75,10
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	164,25	15,02
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]		45,41
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]		578,73

5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	13,82
6.	Uniknięta emisja CO2 [t CO2/rok]	110,28
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	34723,80
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	-

## 8.2 CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNGO

1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		1604560,98	1973610,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	netto	brutto
		-	-
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%]		
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE	NIE	
5.	Premia termomodernizacyjna [zł]	-	

## 9. GRANT TERMOMODERNIZACYJNY

1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	45,0
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / <del>NIE ODPOWIADAJĄ</del> wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł]	-

## 10. PREMIA MZG I GRANT MZG

1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 <sub>7</sub> )	
2.	Wysokość premii MZG [zł]	-
3.	Wysokość grantu MZG [zł]	-
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-



## 11. INNE

1. W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ~~ZOSTANIE~~ / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja
2. Budynek ~~JEST~~ / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków
3. Przedsięwzięcie ~~STANOWI~~ / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy
4. Z audytu energetycznego WYNIKA / ~~NIE WYNIKA~~, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy<sup>10)</sup>
  - 1) UOZE [%] obliczany 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 użytkowej.
  - 2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
  - 3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
  - 4) Jeśli dotyczy.
  - 5) Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
  - 6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
  - 7) Niepotrzebne skreślić.
  - 8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
  - 9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.
5. 10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
  - \*) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
    - 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;
    - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;
    - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.
  - \*\*\*) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.
  - \*\*\*) 30% kosztów przedsięwzięcia netto.

### UWAGA: wszystkie koszty podane w audycie liczone są w cenach brutto

- <sup>1)</sup> dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
- <sup>2)</sup> U<sub>OZE</sub> [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym wydania świadectw jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej
- <sup>3)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- <sup>4)</sup> stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

**3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych, z których korzystał audytor oraz wyszczególnienia wytycznych i uwag inwestora, stanowiących ograniczenia zakresu możliwych ulepszeń, w tym w szczególności określenia wielkości środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwoty kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora**

**Wykaz dokumentów i danych źródłowych**

- Informacje przekazane przez Inwestora
- Dokumentacja techniczna obiektu
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U. nr 223, poz. 1459 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego – Dz.U. nr 43, poz. 346 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27.02.2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, Dz. U. poz. 376
- Normy obowiązujące w dniu sporządzania audytu
- Aktualne ceny nośnika energii cieplnej
- Program komputerowy Audytor OZC wersja 7.0

**Wytyczne i uwagi, ograniczenia inwestora**

- Zmniejszenie nadmiernych strat ciepła przez przegrody zewnętrzne

**Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora**

- Wkład własny w zależności od wysokości uzyskanego dofinansowania

## 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

### a) Ogólne dane techniczne, opis konstrukcji i technologii, nazwa systemu, niezbędne wskaźniki powierzchniowe i kubaturowe, średnia wysokość kondygnacji, współczynnik kształtu

Przedmiotem opracowania jest budynek użyteczności publicznej – Dom Dziecka, składający się z trzech segmentów. Analizowany budynek jest 2 kondygnacyjny, w całości podpiwniczony. Piwnice budynku ogrzewane. Ściany zewnętrzne murowane z gazobetonu, ocieplone styropianem grubości 5 cm. Stropodachy płaskie żelbetowe, ocieplone styropianem grubości 10 cm. Dokładna analiza przegród stanowi załącznik nr 1 do opracowania. Okna zewnętrzne częściowo drewniane, częściowo PVC, drzwi wejściowe w niewystarczającym stanie technicznym, wykazujące nieszczelności. Źródłem ciepła w budynku są dwa kotły węglowe – na ekogroszek, kotłownia znajduje się w piwnicy, ciepła woda realizowana centralnie z kotłowni. Instalacja grzewcza stalowa, grzejniki płytowe w niezadawalającym stanie.







Maksymalne dopuszczalne współczynniki  $U_{max}$  [ $W/m^2 \cdot K$ ] zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm):

Rodzaj przegrody	Współczynniki obowiązujące od 01.01.2021 roku
ściany zewnętrzne przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,200
dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,150
podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,300
okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ C$	0,900
drzwi w przegrodach zewnętrznych	1,300

Przegrody zewnętrzne nie spełniają wymogów obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

## b) Konstrukcja okien i drzwi

Podczas wizji lokalnej audytor określił stan techniczny okien i drzwi zewnętrznych jako niewystarczający z występującymi nieszczelnościami. Aktualnie żadne okna i drzwi nie spełniają wymogów, obowiązujących od 2021 roku, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). Założono wymianę okien i drzwi zewnętrznych.

### c) Charakterystyka systemu grzewczego

Sprawności składowe systemu grzewczego	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – węgiel kamienny, <math>w_i</math></i>	1,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – kocioł węglowy, <math>\eta_{H,g}</math></i>	0,82
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne, <math>\eta_{H,d}</math></i>	0,90
<i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie wodne, <math>\eta_{H,e}</math></i>	0,77
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, <math>\eta_{H,s}</math></i>	1,00
<b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{H,tot}</math></b>	<b>0,57</b>

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne kotłowni węglowej
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe/ tworzywo
4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	płytowe
6.	Oslonięcie grzejników	Brak
7.	Zawory grzejnikowe	Zamontowane
8.	Zawory podpionowe	Zamontowane
9.	Odpowietrzenie instalacji	Zamontowane
10.	Naczynie wzbiorcze	Zamontowane
11.	Zabezpieczenie instalacji	Brak
12.	Ogrzewanie liczba dni w tygodniu / liczba godzin na dobę	7/24

#### d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj instalacji ciepłej wody	ciepła woda użytkowa realizowana centralnie z kotłowni węglowej
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	brak izolacji w częściach ogrzewanych

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, węgiel kamienny <math>w_i</math></i>	1,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, kocioł stałotemperaturowy, <math>\eta_{w,g}</math></i>	0,65
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, centralne przygotowanie <math>\eta_{w,d}</math></i>	0,60
<i>Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, <math>\eta_{w,e}</math></i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, <math>\eta_{w,s}</math></i>	0,85
<b>Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, <math>\eta_{w,tot}</math></b>	<b>0,33</b>

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	$V_{wi}$	$dm^3/(m^2 \cdot \text{dzień})$	0,35
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f$	$m^2$	2 166,0
Ciepło właściwe wody	$c_w$	$kJ/(kg \cdot K)$	4,19
Gęstość wody	$\rho_w$	$kg/dm^3$	1,00
Temperatura ciepłej wody	$\theta_w$	$^\circ C$	55
Temperatura zimnej wody	$\theta_o$	$^\circ C$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	$k_R$	-	1,0
Liczba dni w roku	$t_R$	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, tot}$	-	0,33
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_w = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/GJ		10 144,0 / 36,52
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kW} = Q_w / \eta_{cw, tot}$	kWh/GJ		30 601,9 / 110,17

Obliczenia zapotrzebowania na moc systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	Wartość
Sposób przygotowania ciepłej wody	-	-	Indywidualnie
Średni czas użytkowania w ciągu doby	$t_h$	godzina	8
Współczynnik jednoczesności rozbioru	$N_h$	-	1,00
Roczne zużycie ciepłej wody $V_{cw}=V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$	$dm^3/rok$		232 433,5
Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania cwu $q_{cw}=Q_{k,w} \cdot N_h / (k_R \cdot t_R \cdot t_h) \cdot 10^{-3}$	MW		0,012

### e) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Źródłem ciepła jest kotłownia węglowa, zlokalizowana w budynku.

### f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego $m^3/h$	6 283,1

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach.

### g) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych

Stan przewodów kominowych dobry.



## 5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1.	Przegrody zewnętrzne	Ocieplenie przegród zewnętrznych
2.	Okna zewnętrzne	Wymiana okien
3.	Drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi
4.	System grzewczy	Modernizacja systemu
5.	Instalacja c.w.u.	Podłączenie do nowego źródła ciepła
6.	Wentylacja	Brak zmian

## 6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

obliczeniowa temperatura wewnętrzna 20°C

obliczeniowa temperatura zewnętrzna – 20°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień\*K/rok

<u>Ustalenie liczby stopniodni <math>S_d</math>:</u>			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:			Mława
obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo}$ :			20°C
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	$S_d$
Styczeń	-3,6	31	732
Luty	-2,9	28	641
Marzec	2,5	31	543
Kwiecień	5,5	30	435
Maj	10,9	5	46
Czerwiec	15,4	0	0
Lipiec	17,7	0	0
Sierpień	16,5	0	0
Wrzesień	12,8	5	36
Październik	6,3	31	425
Listopad	1,9	30	543
Grudzień	-0,5	31	636
		<b><math>S_d =</math></b>	<b>4 037</b>

## Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) SZ1-2, SZ2-2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna wszystkich części budynku

Przełoga nr 1		Nazwa:		Ściana zewnętrzna	
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A=		1022,5 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> =		1022,5 m <sup>2</sup>
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T <sub>wo</sub> =		20 °C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T <sub>zo</sub> =		-20 °C
	Liczba stopniodni dla przełogi		S <sub>d</sub> =		4 037 dzień *K/rok
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>					
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament	
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>					
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:			0,333		W/m <sup>2</sup> K
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem			Styropian		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,031		W/m*K
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>					
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>6,0</b>		cm
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>8,0</b>		cm
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>10,0</b>		cm
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>12,0</b>		cm

Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	<b>10,0</b>	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	1,94	2,58	<b>3,23</b>	3,87
3	opór cieplny przełogi R	m <sup>2</sup> ·K/W	3,003	4,943	5,583	<b>6,233</b>	6,873
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	118,8	72,2	63,9	<b>57,2</b>	51,9
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0136	0,0083	0,0073	<b>0,0066</b>	0,0060
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	2 796 zł	3 294 zł	<b>3 697 zł</b>	4 011 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	308,9	318,2	<b>350,0</b>	385,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	315 850 zł	325 360 zł	<b>357 875 zł</b>	393 663 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	112,96	98,77	<b>96,80</b>	98,15
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,333	0,202	0,179	<b>0,160</b>	0,145

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Przy tej grubości ocieplenia przełoga **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200$  W/m<sup>2</sup>K dla przełogi po termomodernizacji.**

2) SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna piwnic powyżej poziomu gruntu

Przeграда nr 2		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przeгороди do strat ciepła		A=		128,8 m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> =		128,8 m <sup>2</sup>		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T <sub>wo</sub> =		20 °C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T <sub>zo</sub> =		-20 °C		
	Liczba stopniodni dla przeгороди		S <sub>d</sub> =		4 037 dzień *K/rok		
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c		
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c		
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przeгороди w stanie istniejącym:			0,612		W/m <sup>2</sup> K		
Przewiduje się ocieplenie przeгороди z użyciem			Styropian				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,031		W/m*K		
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>6,0</b>		cm		
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>8,0</b>		cm		
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>10,0</b>		cm		
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>12,0</b>		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	<b>10,0</b>	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	1,94	2,58	<b>3,23</b>	3,87
3	opór cieplny przeгороди R	m <sup>2</sup> ·K/W	1,634	3,574	4,214	<b>4,864</b>	5,504
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	27,5	12,6	10,7	<b>9,2</b>	8,2
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0032	0,0014	0,0012	<b>0,0011</b>	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	894 zł	1 008 zł	<b>1 099 zł</b>	1 155 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	308,9	318,2	<b>350,0</b>	385,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	39 786 zł	40 984 zł	<b>45 080 zł</b>	49 588 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	44,50	40,66	<b>41,02</b>	42,93
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,612	0,280	0,237	<b>0,200</b>	0,182

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przeграда **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200$  W/m<sup>2</sup>K dla przeгороди po termomodernizacji.**

3) SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie segment A, B, C

Przeграда nr 3		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła			A=	344,6	m <sup>2</sup>	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> =	344,6	m <sup>2</sup>	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> =	20	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> =	-20	°C	
	Liczba stopniodni dla przegrody			S <sub>d</sub> =	4 037	dzień *K/rok	
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00	zł/m-c	
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00	zł/m-c	
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:				0,398	W/m <sup>2</sup> K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem				Styropian twardy			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,035	W/m*K		
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o				<b>6,0</b>	cm		
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o				<b>8,0</b>	cm		
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o				<b>10,0</b>	cm		
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o				<b>12,0</b>	cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	8,0	<b>10,0</b>	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	1,71	2,29	<b>2,86</b>	3,43
3	opór cieplny przegrody R	m <sup>2</sup> ·K/W	2,513	4,223	4,803	<b>5,373</b>	5,943
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	47,8	28,5	25,0	<b>22,4</b>	20,2
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0055	0,0033	0,0029	<b>0,0026</b>	0,0023
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	1 158 zł	1 368 zł	<b>1 525 zł</b>	1 653 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	353,0	363,6	<b>400,0</b>	440,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	121 644 zł	125 297 zł	<b>137 840 zł</b>	151 624 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	105,05	91,59	<b>90,39</b>	91,73
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,398	0,237	0,208	<b>0,186</b>	0,168

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego (wraz z wykonaniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej) o grubości 10 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200$  W/m<sup>2</sup>K dla przegrody po termomodernizacji.**

4) SZPG3 – ściana zewnętrzna przy gruncie kotłownia, zaplecze

Przeграда nr 4		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przeгороди do strat ciepła			A=	121,5	m <sup>2</sup>	
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A <sub>o</sub> =	121,5	m <sup>2</sup>	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T <sub>wo</sub> =	20	°C	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T <sub>zo</sub> =	-20	°C	
	Liczba stopniodni dla przeгороди			S <sub>d</sub> =	4 037	dzień *K/rok	
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00	zł/m-c	
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00	zł/m-c	
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przeгороди w stanie istniejącym:				0,931	W/m <sup>2</sup> K		
Przewiduje się ocieplenie przeгороди z użyciem				Styropian twardy			
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,035	W/m*K		
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o				10,0	cm		
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o				12,0	cm		
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o				14,0	cm		
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o				16,0	cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	14,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	2,86	3,43	4,00	4,57
3	opór cieplny przeгороди R	m <sup>2</sup> ·K/W	1,074	3,934	4,504	5,074	5,644
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	39,5	10,8	9,4	8,4	7,5
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0045	0,0012	0,0011	0,0010	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	1 722 zł	1 806 zł	1 867 zł	1 917 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	353,0	363,6	400,0	440,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	42 890 zł	44 177 zł	48 600 zł	53 460 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	24,91	24,46	26,03	27,89
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,931	0,254	0,222	0,197	0,177

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego (wraz z wykonaniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej) o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przeграда spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200$  W/m<sup>2</sup>K dla przeгороди po termomodernizacji.**

5) D1, D2-1, D3 – stropodach segment A, B i C, kotłownia i zaplecze

Przeграда nr 5		Nazwa:		stropodach			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=	904,1	m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> =	904,1	m <sup>2</sup>		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T <sub>w0</sub> =	20	°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T <sub>z0</sub> =	-20	°C		
	Liczba stopniodni dla przegrody		S <sub>d</sub> =	4 037	dzień *K/rok		
<b>Taryfa opłat za ciepło:</b>							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne		Abonament			
O <sub>m0</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z0</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b0</sub> =	0,00 zł/m-c		
O <sub>m1</sub> =	0,00 zł/MW*m-c	O <sub>z1</sub> =	60,00 zł/GJ	A <sub>b1</sub> =	0,00 zł/m-c		
<b>Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:</b>							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			0,341	W/m <sup>2</sup> K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			styropapa				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,035	W/m*K			
<b>Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:</b>							
<b>Wariant 1:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>10,0</b>	cm			
<b>Wariant 2:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>12,0</b>	cm			
<b>Wariant 3:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>14,0</b>	cm			
<b>Wariant 4:</b> - grubość warstwy zwiększona o			<b>16,0</b>	cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	10,0	12,0	<b>14,0</b>	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	2,86	3,43	<b>4,00</b>	4,57
3	opór cieplny przegrody R	m <sup>2</sup> ·K/W	2,933	5,793	6,363	<b>6,933</b>	7,503
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	107,5	54,4	49,6	<b>45,5</b>	42,0
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0123	0,0062	0,0057	<b>0,0052</b>	0,0048
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	3 186 zł	3 474 zł	<b>3 721 zł</b>	3 927 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	362,9	373,8	<b>400,0</b>	428,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	328 098 zł	337 953 zł	<b>361 640 zł</b>	386 955 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	102,98	97,28	<b>97,19</b>	98,54
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,341	0,173	0,157	<b>0,144</b>	0,133

Wybrano ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przegroda **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,150$  W/m<sup>2</sup>K dla przegrody po termomodernizacji.**

6) OK1 – okna zewnętrzne

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	91,3	$m^3/h$	
	Współczynnik U			$U =$	2,2	$W/m^2K$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	4 037	dzień $*K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW*m-c$	$O_{z0} =$	60,00	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m-c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW*m-c$	$O_{z1} =$	60,00	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	0,00 $zł/m-c$
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
<b>Wariant 1:</b>						$U_{ok}$	0,9 $W/m^2K$
<b>Wariant 2:</b>						$U_{ok}$	0,8 $W/m^2K$
<b>Wariant 3:</b>						$U_{ok}$	0,7 $W/m^2K$
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	$m^2$		205,2			
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2*K)$	2,2	<b>0,9</b>	0,8	0,7	
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,1	<b>1,0</b>	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,1	<b>1,0</b>	1,0	1,0
		$C_w$	-	1,1	<b>1,0</b>	1,0	1,0
4	$8,64*10^{-5}*Sd*A_{ok}*U$	$GJ/a$	157,5	<b>64,4</b>	57,3	50,1	
5	$2,94*10^{-5}*c_r*c_w*V_{nom}*Sd$	$GJ/a$	11,9	<b>10,8</b>	10,8	10,8	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	$GJ/a$	169,4	<b>75,2</b>	68,1	60,9	
7	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{wo}-t_{zo})*U$	$MW$	0,0181	<b>0,0074</b>	0,0066	0,0057	
8	$3,4*10^{-7}*c_m*V_{nom}*(t_{wo}-t_{zo})$	$MW$	0,0014	<b>0,0012</b>	0,0012	0,0012	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	$MW$	0,0195	<b>0,0086</b>	0,0078	0,0069	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		<b>5 652</b>	6 078	6 510	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		<b>1500,00</b>	1650,00	1800,00	
12	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	$zł$		<b>307 800 zł</b>	338 580 zł	369 360 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		<b>54,46</b>	55,71	56,74	

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału, robociznę oraz roboty dodatkowe.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).



7) OK2 – okna zewnętrzne

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	91,3	$m^3/h$	
	Współczynnik U			$U =$	4,0	$W/m^2K$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	4 037	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	60,00	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	60,00	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
<b>Wariant 1:</b>						$U_{ok}$	0,9 $W/m^2K$
<b>Wariant 2:</b>						$U_{ok}$	0,8 $W/m^2K$
<b>Wariant 3:</b>						$U_{ok}$	0,7 $W/m^2K$
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	$m^2$			11,7		
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	4,0	<b>0,9</b>	0,8	0,7	
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,1	<b>1,0</b>	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,1	<b>1,0</b>	1,0	1,0
		$C_w$	-	1,1	<b>1,0</b>	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	$GJ/a$	16,3	<b>4,1</b>	3,7	3,3	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	$GJ/a$	11,9	<b>10,8</b>	10,8	10,8	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	$GJ/a$	28,2	<b>14,9</b>	14,5	14,1	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	$MW$	0,0019	<b>0,0005</b>	0,0004	0,0004	
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	$MW$	0,0014	<b>0,0012</b>	0,0012	0,0012	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	$MW$	0,0033	<b>0,0017</b>	0,0016	0,0016	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		<b>798</b>	822	846	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		<b>1350,00</b>	1500,00	1650,00	
12	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	$zł$		<b>15 795 zł</b>	17 550 zł	19 305 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		<b>19,79</b>	21,35	22,82	

\*w cenę jednostkową wliczono prace rozbiórkowe, koszt materiału, robociznę oraz roboty dodatkowe.

Za najbardziej optymalny wariant wymiany okien wybrano okna **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

8) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} =$	91,3	$m^3/h$	
	Współczynnik U		$U =$	2,5	$W/m^2K$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody		$S_d =$	4 037	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	60,00	$zł/GJ$	$A_{b0} =$ 0,00 $zł/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	60,00	$zł/GJ$	$A_{b1} =$ 0,00 $zł/m \cdot c$
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
<b>Wariant 1:</b>					$U_{drz}$	1,3 $W/m^2K$
<b>Wariant 2:</b>					$U_{drz}$	1,2 $W/m^2K$
<b>Wariant 3:</b>					$U_{drz}$	1,1 $W/m^2K$
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	$m^2$			25,3	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	2,5	1,3	1,2	1,1
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,0	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	$GJ/a$	22,1	11,5	10,6	9,7
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot S_d$	$GJ/a$	13,1	10,8	10,8	10,8
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	$GJ/a$	35,2	22,3	21,4	20,5
7	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	$MW$	0,0025	0,0013	0,0012	0,0011
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	$MW$	0,0014	0,0012	0,0012	0,0012
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	$MW$	0,0039	0,0025	0,0024	0,0023
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		774	828	882
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	$zł/m^2$		1000	1100	1200
12	Koszt wymiany drzwi $N_{drz}$	$zł$		25 300 $zł$	27 830 $zł$	30 360 $zł$
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		32,69	33,61	34,42

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

9) DZ2 – brama garażowa

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} = 91,3$		$m^3/h$	
	Współczynnik U		$U = 5,0$		$W/m^2K$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		$T_{wo} = 20$		$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		$T_{zo} = -20$		$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody		$S_d = 4\,037$		dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
$O_{m0} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	60,00	zł/GJ	$A_{b0} =$ 0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	60,00	zł/GJ	$A_{b1} =$ 0,00 zł/m-c
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
<b>Wariant 1:</b>					$U_{drz}$	1,3 $W/m^2K$
<b>Wariant 2:</b>					$U_{drz}$	1,2 $W/m^2K$
<b>Wariant 3:</b>					$U_{drz}$	1,1 $W/m^2K$
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	$m^2$			23,7	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2*K)$	5,0	1,3	1,2	1,1
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,0	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,0	1,0	1,0
4	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{drz}*U$	GJ/a	41,3	10,7	9,9	9,1
5	$2,94*10^{-5}*c_r*c_m*V_{nom}*S_d$	GJ/a	13,1	10,8	10,8	10,8
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	54,4	21,5	20,7	19,9
7	$10^{-6}*A_{drz}*(t_{wo}-t_{zo})*U$	MW	0,0047	0,0012	0,0011	0,0010
8	$3,4*10^{-7}*c_m*V_{nom}*(t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,0014	0,0012	0,0012	0,0012
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0061	0,0024	0,0023	0,0022
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		1 974	2 022	2 070
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m <sup>2</sup>		1000	1100	1200
12	Koszt wymiany drzwi $N_{drz}$	zł		23 700 zł	26 070 zł	28 440 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		12,01	12,89	13,74

Za najbardziej optymalny wariant wymiany starych drzwi wybrano drzwi **spełniające wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm).

## Wariant modernizacji instalacji c.o.

W wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej, tj. wymianę grzejników, instalacji oraz montaż głowic termostatycznych na grzejnikach, a także wykonanie automatyki systemu grzewczego oraz wymianę źródła ciepła na nowy kocioł na pellet.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Modernizacja instalacji c.o., wymiana źródła ciepła na kocioł na pellet	500 000,00

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,82	0,85
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,93
Regulacja	0,77	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,57	0,74

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,111	0,111
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	663,66	663,66
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,57	0,74
4.	Obniżenie nocne	1,00	1,00
5.	Obniżenie tygodniowe	1,00	1,00
6.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu [GJ/rok]	1164,32	896,84
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	69859,20	53810,40
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	16 048,80
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>500 000,00</b>

Czas zwrotu inwestycji wynosi: 42,94 lat

## Wymiana oświetlenia na energooszczędne

W budynku założono wymianę całego oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne.

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Moc wbudowana opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego [kW]	16,25	14,30
2.	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia $F_c$	1	0,95
3.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia $t_D$ [h]	1000	1000
4.	Czas użytkowania oświetlenia w nocy, $t_N$ [h]	1500	1500
5.	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, $F_o$	1	0,95
6.	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, $F_D$	1	0,95
7.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia z sieci [kWh/rok]	24367,50	15632,24
8.	Koszt oświetlenia [zł/rok]	15838,88	10160,96
9.	Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok]		8735,26
10.	Roczna oszczędność kosztów [zł]		5677,92
11.	<b>Koszt usprawnienia [zł brutto]*</b>	-	<b>100 000,00</b>
12.	<b>SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji</b>	-	<b>17,61</b>

\*w koszt usprawnienia wliczono koszt opraw i źródeł światła, wykonania niezbędnych prac dodatkowych, związanych z wymianą elektryki w celu wymiany opraw i źródeł światła.



W obiekcie założono także montaż systemu zarządzania energią - **BMS**. W związku z tym założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii elektrycznej budynku. Wprowadzenie systemu zarządzania budynkiem zapewni optymalizację kosztów, związanych z utrzymaniem budynku.

System powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia.

**Koszt usprawnienia: 50 000,00 zł brutto.**

## 7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1.	Modernizacja instalacji grzewczej, wymiana źródła ciepła na kocioł na pellet	500 000,00	42,94
2.	DZ2 – brama garażowa, wymiana na nową o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	23 700,00	12,01
3.	OK2 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	15 795,00	19,79
4.	SZPG3 – ściana zewnętrzna przy gruncie, kotłownia, zaplecze, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	48 600,00	26,03
5.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	25 300,00	32,69
6.	SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna piwnic powyżej poziomu gruntu, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	45 060,00	41,02
7.	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	307 800,00	54,46
8.	SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie, segment A, B, C, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	137 840,00	90,39
9.	SZ1-2, SZ2-2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna wszystkich części budynku, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	357 875,00	96,80
10.	D1, D2-1, D3 – stropodach segment A, B i C, kotłownia i zaplecze, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	361 640,00	97,19

Dodatkowo założono wymianę oświetlenia na energooszczędne oraz montaż systemu zarządzania energią BMS. Koszt usprawnienia wynosi: **150 000,00 zł brutto**.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny		
		1	2	3
1.	Modernizacja instalacji grzewczej, wymiana źródła ciepła na kocioł na pellet	x	x	x
2.	<b>SZ1-1, SZ2-1</b> – ściana zewnętrzna piwnic powyżej poziomu gruntu, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x	x	
	<b>SZ1-2, SZ2-2, SZ3, SZ4</b> – ściana zewnętrzna wszystkich części budynku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$			
	<b>SZPG1, SZPG2</b> – ściana zewnętrzna przy gruncie, segment A, B, C, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$			
3.	<b>SZPG3</b> – ściana zewnętrzna przy gruncie, kotłownia, zaplecze, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	x		
	<b>D1, D2-1, D3</b> – stropodach segment A, B i C, kotłownia i zaplecze, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$			
	<b>OK1</b> – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$			
	<b>OK2</b> – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$			
	<b>DZ1</b> – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$			
	<b>DZ2</b> – brama garażowa, wymiana na nową o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$			

Dodatkowo założono wymianę oświetlenia na energooszczędne oraz montaż systemu zarządzania energią BMS. Koszt usprawnienia wynosi: **150 000,00 zł brutto**.

## Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	1 823 610,00
2.	1 451 015,00
3.	500 000,00



Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	$\eta$	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata [zł]	GJ/rok	zł	%
<b>1.</b>	<b>0,078</b>	<b>433,34</b>	<b>0,74</b>	<b>1</b>	<b>585,59</b>	<b>35135,40</b>	<b>0,012</b>	<b>110,17</b>	<b>6610,20</b>	<b>578,73</b>	<b>34723,80</b>	<b>45,41</b>
2	0,094	528,76	0,74	1	714,54	42872,40	0,012	110,17	6610,20	449,78	26986,80	35,29
3	0,111	663,66	0,74	1	896,84	53810,40	0,012	110,17	6610,20	267,48	16048,80	20,99
stan istniejący	0,111	663,66	0,57	1	1164,32	69859,20	0,012	110,17	6610,20	-	-	-

Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjny	Koszty całkowite brutto [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	<b>1 823 610,00</b>	<b>34723,80</b>	<b>45,41</b>	-
2	1 451 015,00	26986,80	35,29	-
3	500 000,00	16048,80	20,99	-

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

**SZ1-1, SZ2-1** – ściana zewnętrzna piwnic powyżej poziomu gruntu, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**SZ1-2, SZ2-2, SZ3, SZ4** – ściana zewnętrzna wszystkich części budynku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**SZPG1, SZPG2** – ściana zewnętrzna przy gruncie, segment A, B, C, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**SZPG3** – ściana zewnętrzna przy gruncie, kotłownia, zaplecze, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**D1, D2-1, D3** – stropodach segment A, B i C, kotłownia i zaplecze, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia  $U \leq 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$  dla przegrody po termomodernizacji.**

**OK1** – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**OK2** – okna zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**DZ1** – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

**DZ2** – brama garażowa, wymiana na nową o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

**Modernizacja systemu grzewczego** – w wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej, tj. wymianę grzejników, instalacji oraz montaż głowic termostatycznych na grzejnikach, a także wykonanie automatyki systemu grzewczego. Dodatkowo założono wymianę źródła ciepła na kocioł na pellet.

**Wymiana oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne** – wymiana opraw, źródeł światła oraz elektryki w zakresie niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania systemu oświetlenia

**Wykonanie systemu zarządzania energią w budynku (BMS)** - założono wyposażenie budynku w system czujników oraz jeden, zintegrowany system zarządzania. System posiadać będzie funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi, znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych.

#### Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar [ $\text{m}^2/\text{szt./kpl.}$ ]	Cena jednostkowa [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	Modernizacja instalacji grzewczej, wymiana źródła ciepła na kocioł na pellet	1	500 000,00	500 000,00
2	DZ2 – brama garażowa, wymiana na nową o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	23,7	1 000,00	23 700,00
3	OK2 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	11,7	1 500,00	15 795,00
4	SZPG3 – ściana zewnętrzna przy gruncie, kotłownia, zaplecze, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	121,5	400,00	48 600,00
5	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	25,3	1 000,00	25 300,00
6	SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna piwnic powyżej poziomu gruntu, ocieplenie za pomocą styropianu o	128,8	350,00	45 060,00

	grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$			
7	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	205,2	1 500,00	307 800,00
8	SZPG1, SZPG2 – ściana zewnętrzna przy gruncie, segment A, B, C, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	344,5	400,00	137 840,00
9	SZ1-2, SZ2-2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna wszystkich części budynku, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	1 022,5	350,00	357 875,00
10	D1, D2-1, D3 – stropodach segment A, B i C, kotłownia i zaplecze, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	904,1	400,00	361 640,00
11	Wymiana oświetlenia na energooszczędne oraz wykonanie systemu zarządzania energią w budynku BMS	1	150 000,00	150 000,00
<b>SUMA [zł brutto]</b>				<b>1 973 610,00</b>

#### Podstawa wyceny:

Ceny jednostkowe określono na podstawie średnich cen rynkowych za materiały oraz robociznę z uwzględnieniem dynamicznych zmian rynku, tzn. ceny powiększono o około 25%.

#### Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu

Lp.	Pozycja	Wskaźnik
1.	Całkowity koszt robót [zł brutto]	1 973 610,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	40401,72
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	48,85

### Uzyskana oszczędność energii w ramach realizacji projektu

	Przed termomodernizacją [GJ/rok]	Po termomodernizacji [GJ/rok]	Różnica [GJ/rok]
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	1164,32	585,59	578,73
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania ciepłej wody w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	110,17	110,17	-
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	87,72	56,28	31,44

#### Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- dla ciepła z kotła na węgiel  $w_i = 1,1$
- dla ciepła z kotła na pellet  $w_i = 0,2$
- dla energii elektrycznej  $w_i = 2,5$

#### Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną przed termomodernizacją wynosi:

$$EP = 1\,164,32 * 1,1 + 110,17 * 1,1 + 87,72 * 2,5 = 1\,621,24 \text{ GJ/rok}$$

#### Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną po termomodernizacji wynosi:

$$EP = 585,59 * 0,2 + 110,17 * 0,2 + 56,28 * 2,5 = 279,85 \text{ GJ/rok}$$

#### Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

$$1\,621,24 - 279,85 = 1\,341,39 \text{ GJ/rok} = 372\,608,3 \text{ kWh/rok} = 372,6 \text{ MWh/rok} = \mathbf{82,74\%}$$