

## AUDYT ENERGETYCZNY

### Budynku użyteczności publicznej – Urzędu Skarbowego w Tychach



Dane budynku:

Al. Niepodległości 60  
43-100 Tychy

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	1962 r.
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Katowicach	1.4 Adres budynku	Al. Niepodległości 60 43-100 Tychy

### 2. NAZWA, ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT

ASIG Sp. z o.o.  
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:  
15.12.2023 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.....	13
	d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej .....	14
	e) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku .....	15
	f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie).....	16
	g) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych .....	16
	h) Charakterystyka instalacji elektrycznej .....	16
5.	Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....	16
6.	Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji .....	17
	Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie. ....	18
	Wariant modernizacji instalacji c.o. i c.w.u. ....	24
7.	Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami .....	25
	Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów .....	26
8.	Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	28
	Charakterystyka finansowa wybranego wariantu.....	29

## 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	konstrukcja szkieletowa	konstrukcja szkieletowa
2.	Liczba kondygnacji	7 + piwnica	7 + piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	10 930,6	10 930,6
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	3 903,8	3 903,8
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	3 903,8	3 903,8
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,0	100,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralnie	centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,36	0,36
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 piwnic powyżej gruntu – część wysoka	0,455	0,198
1.2	SZ1-2 – ściana zewnętrzna – część wysoka	0,333	0,171
1.3	SZ2 – ściana zewnętrzna – część niska	0,257	0,257
1.4	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie	0,326	0,169

<b>2.</b>	<b>Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami</b>		
2.1	D1 – dach części niskiej	0,346	0,346
2.2	D2 – dach części niskiej nad przejściem do części wysokiej	0,360	0,360
2.3	ST1 – strop pod nieogrzewanym poddaszem część wysoka	0,369	0,369
<b>3.</b>	<b>Strop nad piwnicą</b>		
3.1	-	-	-
<b>4.</b>	<b>Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych</b>		
4.1	PG1 – podłoga na gruncie część wysoka	0,366	0,366
4.2	PG2 – podłoga na gruncie część niska	0,248	0,248
4.3	PGP1 – podłoga w piwnicy część wysoka	0,455	0,455
<b>5.</b>	<b>Okna, drzwi balkonowe</b>		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne PVC	2,000	0,900
5.2	OK2 – okna zewnętrzne aluminiowe	2,400	0,900
<b>6.</b>	<b>Drzwi zewnętrzne/ bramy</b>		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
<b>7.</b>	<b>Inne</b>		
7.1	-	-	-
<b>3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWCZEGO I WSPÓŁCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,93
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
<b>4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,97	0,97
2.	Sprawność przesyłu	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
<b>5. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU WENTYLACJI</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna grawitacyjna	naturalna grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/drzwi	okna/drzwi
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m <sup>3</sup> /h]	10 930,6	10 930,6
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
<b>6. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU</b>		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	285,0	232,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	13,0	13,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	897,17	543,94
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1229,00	618,11
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	116,26	116,26
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
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)]	63,84	38,70
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	87,45	43,98
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]	100,00	100,00
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> ]	3,80	3,21
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]	5,25	2,64
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)]	87,45	43,98
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	69,96	35,18
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	45,41	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	610,89	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	14,59	
6.	Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]	34,10	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	61089,00	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW]	-	

## 8.2 CHARAKTERYSTYKA EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNGO

		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	2 908 650,00	3 577 639,50
		netto	brutto
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł]	-	-
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

4.	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 <sup>7)</sup>	
5.	Wysokość premii MZG [zł]	-
6.	Wysokość grantu MZG [zł]	-
7.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-

## 11. INNE



8.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <del>ZOSTANIE</del> / NIE ZOSTANIE zastosowana wysokosprawna kogeneracja
9.	Budynek <del>JEST</del> / NIE JEST wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków
10.	Przedsięwzięcie <del>STANOWI</del> / NIE STANOWI przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy
11.	Z audytu energetycznego WYNIKA / <del>NIE WYNIKA</del> , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy <sup>10)</sup>
12.	<p>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.</p> <p>2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p> <p>4) Jeśli dotyczy.</p> <p>5) Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.</p> <p>6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.</p> <p>7) Niepotrzebne skreślić.</p> <p>8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.</p> <p>9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.</p> <p>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.</p> <p>*) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:</p> <p>1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;</p> <p>2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;</p> <p>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.</p> <p>***) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.</p> <p>****) 30% kosztów przedsięwzięcia netto.</p>

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

<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. Analizowany budynek jest 7 kondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Ściany zewnętrzne zbudowane żelbetowe, konstrukcji szkieletowej, ocieplone. Strop pod nieogrzewanym poddaszem w części wysokiej oraz dachy części niskiej konstrukcji żelbetowej, ocieplony. Dokładna analiza przegród stanowi załącznik nr 1 do opracowania. Okna zewnętrzne w dostatecznym stanie technicznym. Drzwi wejściowe w dobrym stanie. Źródłem ciepła i ciepłej wody w budynku jest miejska sieć ciepłownicza, ciepła woda częściowo realizowana z podgrzewacza elektrycznego.





Maksymalne dopuszczalne współczynniki  $U_{\max}$  [ $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ] 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 $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,200
dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,150
podłogi na gruncie przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	0,300
okna (z wyjątkiem połaciowych) przy $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	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. 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 – ciepło z kogeneracji, <math>w_i</math></i>	0,80
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – węzeł cieplny kompaktowy z obudową, <math>\eta_{H,g}</math></i>	0,99
<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>	0,82
<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>0,73</b>

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne z miejskiej sieci ciepłowniczej
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe/ miedziane
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 z węzła cieplnego oraz podgrzewacza elektrycznego
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	centralna instalacja w budynku, przewody zaizolowane w częściach nieogrzewanych

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, energia elektryczna <math>w_i</math></i>	2,50
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, elektryczny podgrzewacz akumulacyjny, <math>\eta_{w,g}</math></i>	0,96
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, miejscowe przygotowanie <math>\eta_{w,d}</math></i>	0,80
<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>0,65</b>

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, ciepło z kogeneracji <math>w_i</math></i>	0,80
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, węzeł cieplny kompaktowy, <math>\eta_{w,g}</math></i>	0,98
<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>0,50</b>

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
Opis	Symbol	jednostka	wartość
Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie	$V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	1,4
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f$	$\text{m}^2$	3 903,8
Ciepło właściwe wody	$c_w$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	4,19
Gęstość wody	$\rho_w$	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,00
Temperatura ciepłej wody	$\theta_w$	$^\circ\text{C}$	55
Temperatura zimnej wody	$\theta_o$	$^\circ\text{C}$	10
Mnożnik korekcyjny uwzględniający przerwy w użytkowaniu	$k_R$	-	1,0
Liczba dni w roku	$t_R$	dzień	365
Średnioroczna sprawność systemu	$\eta_{cw, \text{tot}}$	-	0,58
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_w = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_o) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	$\text{kWh}/\text{GJ}$	18284,00 / 65,82	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{k,w} = Q_w / \eta_{cw, \text{tot}}$	$\text{kWh}/\text{GJ}$	32295,60 / 116,26	

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 $V_{cw} = V_{wi} \cdot A_f \cdot k_R \cdot t_R$	$\text{dm}^3/\text{rok}$	1 675 667,0	
Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygotowania cwu $q_{cw} = Q_{k,w} \cdot N_h / (k_R \cdot t_R \cdot t_h) \cdot 10^{-3}$	$\text{MW}$	0,013	

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

Źródłem ciepła jest węzeł cieplny, zlokalizowany w budynku.

#### f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m <sup>3</sup> /h	10 930,6

Wentylacja pomieszczeń realizowana grawitacyjnie poprzez nieszczelności w drzwiach i oknach.

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

Stan przewodów kominowych dobry.

#### h) Charakterystyka instalacji elektrycznej

Instalacja elektryczna nie ma wpływu na ulepszenie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne.

### 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 instalacji
5.	Instalacja c.w.u.	Modernizacja instalacji
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 – 22°C

Liczba stopniodni dla przegród zewnętrznych dzień\*K/rok

Ustalenie liczby stopniodni $S_d$ :			
Dane wyjściowe:			
stacja meteorologiczna:			Katowice
obliczeniowa temperatura wewnętrzna $t_{wo}$ :			20°C
MIESIĄC	$t_e(m)$	$L_d(m)$	$S_d$
Styczeń	-1,9	31	679
Luty	-2,4	28	627
Marzec	3,0	31	527
Kwiecień	8,2	30	354
Maj	13,4	5	33
Czerwiec	16,0	0	0
Lipiec	7,8	0	0
Sierpień	17,7	0	0
Wrzesień	13,0	5	35
Październik	9,3	31	332
Listopad	4,2	30	474
Grudzień	-2,0	31	682
		$S_d =$	<b>3 743</b>

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

1) SZ1-1 – ściana zewnętrzna piwnic powyżej gruntu – część wysoka

Przegroda nr 1		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A= 53,1		m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> = 53,1		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> = 3 743		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> =	100,00 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> =	100,00 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:			0,455		W/m <sup>2</sup> K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			styropian twardej				
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	2,198	3,908	4,488	<b>5,058</b>	5,628
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	7,8	4,4	3,8	<b>3,4</b>	3,1
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0010	0,0005	0,0005	<b>0,0004</b>	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	340 zł	400 zł	<b>441 zł</b>	467 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	441,3	454,5	<b>500,0</b>	550,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	23 433 zł	24 134 zł	<b>26 550 zł</b>	29 205 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	68,92	60,34	<b>60,20</b>	62,54
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,455	0,256	0,223	<b>0,198</b>	0,178

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego 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.**

2) SZ1-2 – ściana zewnętrzna część wysoka

Przełoga nr 2		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A= 1382,0		m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> = 1382,0		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 przełogi		S <sub>d</sub> = 3 743		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> =	100,00 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> =	100,00 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 =			0,035		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 przełogi R	m <sup>2</sup> ·K/W	3,003	4,713	5,293	<b>5,863</b>	6,433
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	148,8	94,8	84,4	<b>76,2</b>	69,5
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0184	0,0117	0,0104	<b>0,0094</b>	0,0086
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	5 400 zł	6 440 zł	<b>7 261 zł</b>	7 927 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	441,3	454,5	<b>500,0</b>	550,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	609 877 zł	628 119 zł	<b>691 000 zł</b>	760 100 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	112,94	97,53	<b>95,17</b>	95,89
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,333	0,212	0,189	<b>0,171</b>	0,155

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.**

### 3) SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przełoga nr 3		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A=	98,6	m <sup>2</sup>		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A <sub>o</sub> =	98,6	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 przełogi		S <sub>d</sub> =	3 743	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> =	100,00 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> =	100,00 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:			0,326		W/m <sup>2</sup> K		
Przewiduje się ocieplenie przełogi 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	10,0	12,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m <sup>2</sup> ·K/W	-	1,71	2,29	2,86	3,43
3	opór cieplny przełogi R	m <sup>2</sup> ·K/W	3,067	4,777	5,357	5,927	6,497
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64*10 <sup>-5</sup> *S <sub>d</sub> *A/R	GJ/a	10,4	6,7	6,0	5,4	4,9
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> *A*(t <sub>w0</sub> -T <sub>z0</sub> )/R	MW	0,0013	0,0008	0,0007	0,0007	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ <sub>ru</sub>	zł/a	-	370 zł	440 zł	501 zł	547 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m <sup>2</sup>	-	441,3	454,5	500,0	550,0
8	Koszt usprawnienia N <sub>u</sub>	zł	-	43 512 zł	44 814 zł	49 300 zł	54 230 zł
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔQ <sub>u</sub>	lata	-	117,60	101,85	98,40	99,14
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,326	0,209	0,187	0,169	0,154

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego 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. W koszt wliczono wykonanie izolacji przeciwwilgociowej przełogi.**

#### 4) OK1 – okna zewnętrzne PVC

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	89,2	$m^3/h$	
	Współczynnik U			$U =$	2,0	$W/m^2K$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	3 743	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	zł/MW $\cdot m-c$	$O_{z0} =$	100,00	zł/GJ	$A_{b0} =$	0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	0,00	zł/MW $\cdot m-c$	$O_{z1} =$	100,00	zł/GJ	$A_{b1} =$	0,00 zł/m-c
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
<b>Wariant 1:</b>						$U_{ok}$	1,0 $W/m^2K$
<b>Wariant 2:</b>						$U_{ok}$	0,9 $W/m^2K$
<b>Wariant 3:</b>						$U_{ok}$	0,8 $W/m^2K$
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	$m^2$		881,4			
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2\cdot K)$	2,0	1,0	<b>0,9</b>	0,8	
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,1	1,0	<b>1,0</b>	1,0
		$C_m$	-	1,1	1,0	<b>1,0</b>	1,0
		$C_w$	-	1,0	1,0	<b>1,0</b>	1,0
4	$8,64\cdot 10^{-5}\cdot Sd\cdot A_{ok}\cdot U$	GJ/a	570,1	285,0	<b>256,5</b>	228,0	
5	$2,94\cdot 10^{-5}\cdot C_r\cdot C_w\cdot V_{nom}\cdot Sd$	GJ/a	10,8	9,8	<b>9,8</b>	9,8	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	580,9	294,8	<b>266,3</b>	237,8	
7	$10^{-6}\cdot A_{ok}\cdot (t_{wo}-t_{zo})\cdot U$	MW	0,0705	0,0353	<b>0,0317</b>	0,0282	
8	$3,4\cdot 10^{-7}\cdot C_m\cdot V_{nom}\cdot (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,0013	0,0012	<b>0,0012</b>	0,0012	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0718	0,0365	<b>0,0329</b>	0,0294	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		28 610	<b>31 460</b>	34 310	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	zł/m <sup>2</sup>		1350,00	<b>1500,00</b>	1650,00	
12	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		1 189 890 zł	<b>1 322 100 zł</b>	1 454 310 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		41,59	<b>42,02</b>	42,39	

\*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 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **o współczynniku przenikania ciepła  $U=0,9 W/m^2\cdot K$**

5) OK2 – okna zewnętrzne aluminiowe

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	89,2	$m^3/h$	
	Współczynnik U			$U =$	2,4	$W/m^2K$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			$T_{wo} =$	20	$^{\circ}C$	
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			$T_{zo} =$	-20	$^{\circ}C$	
	Liczba stopniodni dla przegrody			$Sd =$	3 743	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	zł/MW $\cdot m-c$	$O_{z0} =$	100,00	zł/GJ	$A_{b0} =$	0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	0,00	zł/MW $\cdot m-c$	$O_{z1} =$	100,00	zł/GJ	$A_{b1} =$	0,00 zł/m-c
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
<b>Wariant 1:</b>						$U_{ok}$	1,0 $W/m^2K$
<b>Wariant 2:</b>						$U_{ok}$	0,9 $W/m^2K$
<b>Wariant 3:</b>						$U_{ok}$	0,8 $W/m^2K$
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	$m^2$		75,0			
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2\cdot K)$	2,4	1,0	0,9	0,8	
3	Współczynniki korekcyjne	$C_r$	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		$C_m$	-	1,1	1,0	1,0	1,0
		$C_w$	-	1,0	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	58,2	24,3	21,8	19,4	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	10,8	9,8	9,8	9,8	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	69,0	34,1	31,6	29,2	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0072	0,0030	0,0027	0,0024	
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0085	0,0042	0,0039	0,0036	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		3 490	3 740	3 980	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	zł/ $m^2$		1350,00	1500,00	1650,00	
12	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		101 250 zł	112 500 zł	123 750 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		29,01	30,08	31,09	

\*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 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **o współczynniku przenikania ciepła  $U=0,9 W/m^2\cdot K$**

## 6) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} = 89,2$		$m^3/h$	
	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		$S_d = 3\,743$		dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
$O_{m0} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	100,00	zł/GJ	$A_{b0} =$ 0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	100,00	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	$m^2$			7,2	
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2*K)$	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	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{drz}*U$	GJ/a	5,8	3,0	2,8	2,6
5	$2,94*10^{-5}*c_r*c_m*V_{nom}*S_d$	GJ/a	11,9	9,8	9,8	9,8
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	17,7	12,8	12,6	12,4
7	$10^{-6}*A_{drz}*(t_{wo}-t_{zo})*U$	MW	0,0007	0,0004	0,0003	0,0003
8	$3,4*10^{-7}*c_m*V_{nom}*(t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0020	0,0016	0,0015	0,0015
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		490	510	530
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m <sup>2</sup>		1000	1050	1102,5
12	Koszt wymiany drzwi $N_{drz}$	zł		7 200 zł	7 560 zł	7 938 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		14,69	14,82	14,98

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. i c.w.u.

W wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej, tj. całkowitą wymianę instalacji wewnętrznej ze wszystkimi niezbędnymi elementami (np. zawory podpionowe i inne), wymianę grzejników, montaż automatycznych głowic termostatycznych na grzejnikach, wykonanie automatyki instalacji (zdalne utrzymanie zadanej temperatury wewnętrznej, obniżenie temperatury nocne oraz weekendowe), wymiana instalacji ciepłej wody wraz z nowymi, energooszczędnymi bateriami.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Modernizacja instalacji c.o.	700 000,00

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,99	0,99
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,96
Regulacja	0,82	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,73	0,88

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,285	0,285
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	897,17	897,17
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,73	0,88
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]	1229,00	1019,51
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	122900,00	101951,00
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	20 949,00
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	<b>700 000,00</b>

Czas zwrotu inwestycji wynosi: 33,41 lat



## 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 c.o. i c.w.u.	700 000,00	33,41
2.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	7 200,00	14,69
3.	OK2 – okna zewnętrzne aluminiowe, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	112 500,00	30,08
4.	OK1 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	1 322 100,00	42,02
5.	SZ1-1 – ściana zewnętrzna piwnic powyżej gruntu – część wysoka, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	26 550,00	60,20
6.	SZ1-2 – ściana zewnętrzna część wysoka, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	691 000,00	95,17
7.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	49 300,00	98,40

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Wariant termomodernizacyjny		
		1	2	3
1.	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	x	x	x
2.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ OK1 – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ OK2 – okna zewnętrzne aluminiowe, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	x	x	
3.	SZ1-1 – ściana zewnętrzna piwnic powyżej gruntu – część wysoka, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ SZ1-2 – ściana zewnętrzna część wysoka, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	x		

### Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów

Wariant	Koszt termomodernizacji [zł]
1.	2 908 650,00
2.	2 141 800,00
3.	700 000,00

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>0,232</b>	<b>543,94</b>	<b>0,88</b>	<b>1</b>	<b>618,11</b>	<b>61811,00</b>	<b>0,013</b>	<b>116,26</b>	<b>11626,00</b>	<b>610,89</b>	<b>61089,00</b>	<b>45,41</b>
2.	0,242	604,47	0,88	1	686,90	68690,00	0,013	116,26	11626,00	542,10	54210,00	40,30
3.	0,285	897,17	0,88	1	1019,51	101951,00	0,013	116,26	11626,00	209,49	20949,00	15,57
stan istniejący	0,285	897,17	0,73	1	1229,00	122900,00	0,013	116,26	11626,00	-	-	-

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]
<b>1</b>	<b>2 908 650,00</b>	<b>61089,00</b>	<b>45,41</b>	<b>756249,00</b>
2	2 141 800,00	54210,00	40,30	556868,00
3	700 000,00	20949,00	15,57	182000,00

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

**SZ1-1** – ściana zewnętrzna piwnic powyżej gruntu – część wysoka, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,035$  W/m·K

**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.**

**SZ1-2** – ściana zewnętrzna część wysoka, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,035$  W/m·K

**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.**

**SZPG1** – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 10 cm i współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda=0,035$  W/m·K

**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.**

**OK1** – okna zewnętrzne PVC, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9$  W/m<sup>2</sup>·K

**OK2** – okna zewnętrzne aluminiowe, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9$  W/m<sup>2</sup>·K

**DZ1** – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,3$  W/m<sup>2</sup>·K

**Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.** – w wariantcie założono modernizację instalacji grzewczej, tj. całkowitą wymianę instalacji wewnętrznej ze wszystkimi niezbędnymi elementami (np. zawory podpionowe i inne), wymianę grzejników, montaż automatycznych głowic termostatycznych na grzejnikach, wykonanie automatyki instalacji (zdalne utrzymanie zadanej temperatury wewnętrznej, obniżenie temperatury nocne oraz weekendowe), wymiana instalacji ciepłej wody wraz z nowymi, energooszczędnymi bateriami.

### Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Lp.	Pozycja	Wskaźnik
1.	Całkowity koszt robót [zł netto]	2 908 650,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	61 089,00
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	47,61