

AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku użyteczności publicznej – budynku
oświatowego przy Zespole Szkół Licealnych w Morągu



Dane budynku:

ul. 11 Listopada 7
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	lata 20-ste XX wieku
1.3 Inwestor	Powiat Ostródzki ul. Jana III Sobieskiego 5 14-100 Ostróda	1.4 Adres budynku	ul. 11 Listopada 7 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.....	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
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.	27
Wymiana oświetlenia na energooszczędne	28
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami	30
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	31
8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	33
Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego	34
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu	35

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	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	3 177,3	3 177,3
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	934,5	934,5
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	934,5	934,5
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,0	100,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	90	90
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowe	miejscowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,29	0,29
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	brak	brak
2. WSPÓŁCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA PRZEZ PRZEGRODY BUDOWLANE [W/m ² ·K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne		
1.1	SZ1 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne	1,377	0,191
1.2	SZ1-2 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne elewacja frontowa	1,377	0,191
1.3	SZ2 – ściana zewnętrzna część środkowa	1,377	0,191
1.4	SZ2-2 – ściana zewnętrzna część środkowa elewacja frontowa	1,377	0,191
1.5	SZ3 – ściana zewnętrzna część środkowa – ściana w przejeździe	1,377	0,191

2.	Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami		
2.1	D1 –dach skrzydło boczne	0,624	0,148
2.2	D2 –dach część środkowa	0,624	0,148
2.3	STZ1 – strop nad przedsionkami	1,175	0,146
2.4	STZ2 – strop nad przejazdem	1,175	0,146
3.	Strop nad piwnicą		
3.1	ST1 – strop nad piwnicą skrzydło boczne	1,064	0,242
3.2	ST2 – strop nad piwnicą część środkowa	1,019	0,239
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		
4.1	-	-	-
5.	Okna, drzwi balkonowe		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne	2,400	0,900
5.2	OK2 – okna zewnętrzne stare drewniane	4,000	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/ bramy		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
7.	Inne		
7.1	-	-	-
3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU GRZEWCZEGO I WSPÓŁCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,93
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,90

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	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu	1,00	1,00
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 ³ /h]	2 859,6	2 859,6
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]	106,0	45,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	2,0	2,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	773,47	275,31
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1120,97	331,70
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	19,31	19,31

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 ² ·rok)]	229,91	81,84
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	333,21	98,60
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	-
7. OPŁATY JEDNOSTKOWE (OBOWIĄZUJĄCE W DNIU SPORZĄDZANIA AUDYTU)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	48,86	48,86
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej [zł/m ³]	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 ² powierzchni użytkowej [zł/m ² m-c]	9,77	2,89
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/ m-c]	brak	brak
7.	Inne [zł]	brak	brak
8.1 WSKAŹNIKI DLA OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)]	333,21	98,60
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	433,17	128,18
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]		69,22
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]		789,27

5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	18,85
6.	Uniknięta emisja CO2 [t CO2/rok]	74,76
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	38563,73
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
		1114353,66	1370655,00
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 TERMOMODERNIZACJNY

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 ² ·rok)]	45,0
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ 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 ₇)	
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 ustawy¹⁰⁾
 - 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

- ¹⁾ dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
- ²⁾ U_{OZE} [%] 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
- ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- ⁴⁾ 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, składający się z dwóch części – części środkowej i skrzydła bocznego. Analizowany budynek jest 3 kondygnacyjny z użytkowym poddaszem, w całości podpiwniczony. Strop nad piwnicą w połowie murowany z cegły, w połowie żelbetowy. Ściany zewnętrzne murowane z cegły, nieocieplone. Dach obu części drewniane, ocieplone wełną mineralną gr. 5 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 jest węzeł cieplny – wymiennikownia znajduje się w piwnicy, ciepła woda realizowana miejscowo z podgrzewaczy elektrycznych. Instalacja grzewcza stalowa, grzejniki żeberkowe.





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 z występującymi nieszczelnościami, szczególnie okna drewniane. 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 – systemy ciepłownicze lokalne, w_i</i>	1,30
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – węzeł cieplny kompaktowy z obudową, $\eta_{H,g}$</i>	0,99
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne, $\eta_{H,d}$</i>	0,90
<i>Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie wodne, $\eta_{H,e}$</i>	0,77
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego – brak zasobnika buforowego, $\eta_{H,s}$</i>	1,00
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{H,tot}$	0,69

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne z węzła ciepłego, ogrzewanie wodne
2.	Parametry pracy instalacji	70/90
3.	Przewody w instalacji	Stalowe/ miedziane
4.	Stan izolacji przewodów	brak izolacji w pomieszczeniach ogrzewanych
5.	Rodzaje grzejników	żeliwne żeberkowe/ miejscowo 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 miejscowo z podgrzewacza elektrycznego
2.	Przewody instalacji i ich izolacja	brak centralnej instalacji grzewczej

Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika, energia elektryczna w_i</i>	2,50
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku, elektryczny podgrzewacz akumulacyjny, $\eta_{w,g}$</i>	0,96
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku, miejscowe przygotowanie $\eta_{w,d}$</i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$</i>	1,00
<i>Średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody, $\eta_{w,s}$</i>	0,85
Średnia sezonowa sprawność całkowita instalacji, $\eta_{w,tot}$	0,82

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	934,5
Ciepło właściwe wody	c_w	$kJ/(kg \cdot K)$	4,19
Gęstość wody	ρ_w	kg/dm^3	1,00
Temperatura ciepłej wody	θ_w	$^{\circ}C$	55
Temperatura zimnej wody	θ_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	$\eta_{cw, tot}$	-	0,82
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	4376,90 / 15,76	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{k,w} = Q_w / \eta_{cw, tot}$	kWh/GJ	5363,80 / 19,31	

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	100 281,2	
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	0,002	

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 ³ /h	2 859,6

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.	Brak zmian
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 S_d:</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
		$S_d =$	4 037

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.

1) SZ1, SZ2, SZ3 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa, ściana w przejeździe

Przeграда nr 1		Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przeogrody do strat ciepła			A=	407,9	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	407,9	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przeogrody			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} =	48,82 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c	
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,82 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c	
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:						
Współczynnik przenikania ciepła przeogrody w stanie istniejącym:				1,377	W/m ² K	
Przewiduje się ocieplenie przeogrody z użyciem				Styropian		
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =				0,031	W/m*K	
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:						
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o				10,0	cm	
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o				12,0	cm	
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o				14,0	cm	
Wariant 4: - 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 ² ·K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przeogrody R	m ² ·K/W	0,726	3,956	4,596	5,246	5,886
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	196,0	36,0	31,0	27,1	24,2
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0225	0,0041	0,0036	0,0031	0,0028
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	7 811 zł	8 055 zł	8 247 zł	8 384 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	197 995 zł	203 950 zł	224 345 zł	246 780 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	25,35	25,32	27,20	29,43
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,377	0,253	0,218	0,191	0,170

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przeogroda **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/m²K dla przeogrody po termomodernizacji.**

2) SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa elewacje frontowe

Przegroda nr 2		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A= 207,1		m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 207,1		m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} = 20		°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} = -20		°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} =	48,82 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,82 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			1,377		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			Styropian				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,031		W/m*K		
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o			10,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			12,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			14,0		cm		
Wariant 4: - 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 ² ·K/W	-	3,23	3,87	4,52	5,16
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,726	3,956	4,596	5,246	5,886
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	99,5	18,3	15,7	13,8	12,3
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0114	0,0021	0,0018	0,0016	0,0014
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	3 964 zł	4 091 zł	4 185 zł	4 254 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	100 526 zł	103 550 zł	113 905 zł	125 296 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	25,36	25,31	27,22	29,45
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,377	0,253	0,218	0,191	0,170

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu 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: w przypadku braku zgody konserwatora zabytków na ocieplenie od zewnątrz możliwość wykonania ocieplenia od wewnątrz innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

3) D1, D2 – dach skrzydło boczne, część środkowa

Przełoga nr 3		Nazwa:		dach			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A=	567,9	m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =	567,9	m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} =	20	°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} =	-20	°C		
	Liczba stopniodni dla przełogi		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} =	48,82 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,82 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:			0,624	W/m ² K			
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem			wełna mineralna				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,035	W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o			14,0	cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			16,0	cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			18,0	cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			20,0	cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	14,0	16,0	18,0	20,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,00	4,57	5,14	5,71
3	opór cieplny przełogi R	m ² ·K/W	1,603	5,603	6,173	6,743	7,313
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	123,6	35,4	32,1	29,4	27,1
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0142	0,0041	0,0037	0,0034	0,0031
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	4 306 zł	4 467 zł	4 600 zł	4 708 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	362,9	373,8	400,0	428,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	206 091 zł	212 281 zł	227 160 zł	243 061 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	47,86	47,52	49,38	51,63
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,624	0,178	0,162	0,148	0,137

Wybrano ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której 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 $U \leq 0,150$ W/m²K dla przełogi po termomodernizacji.**

4) ST1 – strop nad piwnicą skrzydło boczne

Przegroda nr 4		Nazwa:		Strop nad piwnicą			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A= 191,8		m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 191,8		m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} = 20		°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} = -20		°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} =	48,82 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,82 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			1,064		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			pianka PUR				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,025		W/m*K		
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o			6,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			7,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			8,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			9,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	7,0	8,0	9,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,40	2,80	3,20	3,60
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,940	3,340	3,740	4,140	4,540
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	71,2	20,0	17,9	16,2	14,7
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0086	0,0024	0,0022	0,0019	0,0018
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	2 500 zł	2 602 zł	2 686 zł	2 755 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	362,9	381,0	400,0	420,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	69 604 zł	73 076 zł	76 720 zł	80 556 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	27,84	28,08	28,56	29,24
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,064	0,299	0,267	0,242	0,220

Wybrano ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 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 $U \leq 0,250$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

5) ST2 – strop nad piwnicą część środkowa

Przegroda nr 5		Nazwa:		Strop nad piwnicą			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=		153,0 m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =		153,0 m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} =		20 °C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} =		-20 °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} =	48,82 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,82 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			1,019		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			pianka PUR				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,025		W/m*K		
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o			6,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			7,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			8,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			9,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	6,0	7,0	8,0	9,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,40	2,80	3,20	3,60
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,981	3,381	3,781	4,181	4,581
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	54,4	15,8	14,1	12,8	11,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0066	0,0019	0,0017	0,0015	0,0014
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 884 zł	1 967 zł	2 032 zł	2 086 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	362,9	381,0	400,0	420,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	55 524 zł	58 293 zł	61 200 zł	64 260 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	29,47	29,64	30,12	30,81
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,019	0,296	0,264	0,239	0,218

Wybrano ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 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 $U \leq 0,250$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

6) STZ1, STZ2 – strop nad przedsionkami, strop nad przejazdem

Przeграда nr 6		Nazwa:		Strop			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=	48,5	m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =	48,5	m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} =	20	°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} =	-20	°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} =	48,82 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	48,82 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			1,175	W/m ² K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			pianka PUR				
Współczynnik obliczeniowy przewodzenia ciepła dla izolacji λ =			0,025	W/m*K			
Rozpatruje się następujące warianty o różnych grubościach warstwy ocieplającej:							
Wariant 1: - grubość warstwy zwiększona o			13,0	cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			14,0	cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			15,0	cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			16,0	cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	13,0	14,0	15,0	16,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,20	5,60	6,00	6,40
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,851	6,051	6,451	6,851	7,251
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	19,9	2,8	2,6	2,5	2,3
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0023	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	835 zł	845 zł	850 zł	856 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	471,3	485,4	500,0	515,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	22 858 zł	23 542 zł	24 250 zł	24 978 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	27,37	27,86	28,53	29,18
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,175	0,165	0,155	0,146	0,138

Wybrano ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 15 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/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

7) OK1 – okna zewnętrzne

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			$Sd =$	4 037	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	48,82	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	48,82	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:						U_{ok}	0,9 W/m^2K
Wariant 2:						U_{ok}	0,8 W/m^2K
Wariant 3:						U_{ok}	0,7 W/m^2K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	m^2		17,0			
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	2,4	0,9	0,8	0,7	
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	-	1,1	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	14,2	5,3	4,7	4,2	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	11,5	10,5	10,5	10,5	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	25,7	15,8	15,2	14,7	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0016	0,0006	0,0005	0,0005	
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	0,0029	0,0018	0,0017	0,0017	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		483	513	537	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		1500,00	1650,00	1800,00	
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	$zł$		25 500 zł	28 050 zł	30 600 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		52,80	54,68	56,98	

*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) OK2 – okna zewnętrzne drewniane

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	89,2	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	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	48,82	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	48,82	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
Warianty wymiany okien o następujących współczynnikach przenikania:							
Wariant 1:						U_{ok}	0,9 W/m^2K
Wariant 2:						U_{ok}	0,8 W/m^2K
Wariant 3:						U_{ok}	0,7 W/m^2K
Lp.	Opis /wyszczególnienie	Jednostki	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Powierzchnia okien	m^2		116,5			
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	4,0	0,9	0,8	0,7	
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	-	1,1	1,0	1,0	1,0
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	162,5	40,6	36,6	32,5	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	11,6	10,6	10,6	10,6	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	174,1	51,2	47,2	43,1	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0186	0,0047	0,0042	0,0037	
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	0,0199	0,0059	0,0054	0,0049	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		6 000	6 195	6 395	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		1350,00	1500,00	1650,00	
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	$zł$		157 275 zł	174 750 zł	192 225 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		26,21	28,21	30,06	

*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).

9) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} = 88,2$		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		$S_d = 4\,037$		dzień *K/rok	
Taryfa opłat za ciepło:						
Opłaty stałe			Opłaty zmienne		Abonament	
$O_{m0} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z0} =$	48,82	zł/GJ	$A_{b0} =$ 0,00 zł/m-c
$O_{m1} =$	0,00	zł/MW*m-c	$O_{z1} =$	48,82	zł/GJ	$A_{b1} =$ 0,00 zł/m-c
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:					U_{drz}	1,3 W/m^2K
Wariant 2:					U_{drz}	1,2 W/m^2K
Wariant 3:					U_{drz}	1,1 W/m^2K
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m^2			10,3	
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	9,0	4,7	4,3	4,0
5	$2,94*10^{-5}*c_r*c_m*V_{nom}*S_d$	GJ/a	12,7	10,5	10,5	10,5
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	21,7	15,2	14,8	14,5
7	$10^{-6}*A_{drz}*(t_{wo}-t_{zo})*U$	MW	0,0010	0,0005	0,0005	0,0005
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	0,0023	0,0017	0,0017	0,0017
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		317	337	352
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m ²		1000	1100	1200
12	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		10 300 zł	11 330 zł	12 360 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		32,49	33,62	35,11

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.

Rodzaj usprawnienia	Łączny koszt [zł]
Modernizacja instalacji c.o.	300 000,00

Sprawność systemu ogrzewania	Współczynnik sprawności przed termomodernizacją	Współczynnik sprawności po termomodernizacji
Sprawność wytwarzania ciepła	0,99	0,99
Sprawność przesyłania ciepła	0,90	0,93
Regulacja	0,77	0,90
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,69	0,83

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,106	0,106
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	773,47	773,47
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,69	0,83
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]	1120,97	931,89
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	78467,90	65232,30
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	13 235,60
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	300 000,00

Czas zwrotu inwestycji wynosi: 22,67 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]	7,29	6,17
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]	10933,65	6744,38
8.	Koszt oświetlenia [zł/rok]	7106,87	4383,85
9.	Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok]		4189,27
10.	Roczna oszczędność kosztów [zł]		2723,03
11.	Koszt usprawnienia [zł brutto]*	-	100 000,00
12.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	36,72

*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	300 000,00	22,67
2.	OK2 – okna zewnętrzne drewniane, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	157 275,00	26,21
3.	SZ1, SZ2, SZ3 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa, ściana w przejeździe, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	224 345,00	27,20
4.	SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa elewacja frontowa, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	113 905,00	27,22
5.	STZ1, STZ2 – strop nad przedsionkami, strop nad przejazdem, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 15 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,025 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	24 250,00	28,53
6.	ST1 – strop nad piwnicą skrzydło boczne, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,025 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	76 720,00	28,56
7.	ST2 – strop nad piwnicą część środkowa, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,025 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	61 200,00	30,12
8.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	10 300,00	32,49
9.	D1, D2 – dach skrzydło boczne, część środkowa, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	227 160,00	49,38
10.	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	25 500,00	52,80

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	x	x	x
2.	SZ1, SZ2, SZ3 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa, ściana w przejeździe, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K			
	SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa elewacja frontowa, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K			
	STZ1, STZ2 – strop nad przedsionkami, strop nad przejazdem, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 15 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025$ W/m·K	x	x	
3.	ST1 – strop nad piwnicą skrzydło boczne, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025$ W/m·K			
	ST2 – strop nad piwnicą część środkowa, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025$ W/m·K			
	D1, D2 – dach skrzydło boczne, część środkowa, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K			
	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² ·K			
	OK2 – okna zewnętrzne drewniane, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² ·K	x		
	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m ² ·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.	1 220 655,00
2.	1 027 580,00
3.	300 000,00

Wariant	c.o.						c.w.u.			Oszczędność		
	q [MW]	Q [GJ/rok]	η	$w_d \cdot w_t$	$Q \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata [zł]	q [MW]	$Q \cdot w_d / \eta$ [GJ/rok]	Opłata [zł]	GJ/rok	zł	%
1.	0,055	275,31	0,83	1	331,70	16206,86	0,002	19,31	943,49	789,27	38563,73	69,22
2	0,065	403,50	0,83	1	486,14	23752,80	0,002	19,31	943,49	634,83	31017,79	55,67
3	0,106	773,47	0,83	1	931,89	45532,15	0,002	19,31	943,49	189,08	9238,44	16,58
stan istniejący	0,106	773,47	0,69	1	1120,97	54770,59	0,002	19,31	943,49	-	-	-

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	1 220 655,00	38563,73	69,22	-
2	1 027 580,00	31017,79	55,67	-
3	300 000,00	9238,44	16,58	-

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

SZ1, SZ2, SZ3 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa, ściana w przejeździe, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika 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.**

SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa elewacja frontowa, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ **UWAGA: w przypadku braku zgody konserwatora zabytków na ocieplenie elewacji od zewnątrz istnieje możliwość wykonania ocieplenia od wewnątrz 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.**

STZ1, STZ2 – strop nad przedsionkami, strop nad przejazdem, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 15 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ **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.**

ST1 – strop nad piwnicą skrzydło boczne, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla przegrody po termomodernizacji.**

ST2 – strop nad piwnicą część środkowa, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla przegrody po termomodernizacji.**

D1, D2 – dach skrzydło boczne, część środkowa, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm i współczynnika 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.**

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

OK2 – okna zewnętrzne drewniane, 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 $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

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.

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	1	300 000,00	300 000,00
2	OK2 – okna zewnętrzne drewniane, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	116,5	1 500,00	157 275,00
3	SZ1, SZ2, SZ3 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa, ściana w przejeździe, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	407,9	550,00	224 345,00
4	SZ1-1, SZ2-1 – ściana zewnętrzna skrzydło boczne, część środkowa elewacja frontowa, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	207,1	550,00	113 905,00

5	STZ1, STZ2 – strop nad przedsionkami, strop nad przejazdem, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 15 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025$ W/m·K	48,5	500,00	24 250,00
6	ST1 – strop nad piwnicą skrzydło boczne, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025$ W/m·K	191,8	400,00	76 720,00
7	ST2 – strop nad piwnicą część środkowa, ocieplenie za pomocą pianki PUR o grubości 8 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,025$ W/m·K	153,0	400,00	61 200,00
8	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m ² ·K	10,3	1 000,00	10 300,00
9	D1, D2 – dach skrzydło boczne, część środkowa, ocieplenie za pomocą wełny mineralnej o grubości 18 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	567,9	400,00	227 160,00
10	OK1 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² ·K	17,0	1 500,00	25 500,00
11	Wymiana oświetlenia na energooszczędne oraz wykonanie systemu zarządzania energią w budynku BMS	1	150 000,00	150 000,00
SUMA [zł brutto]				1 370 655,00

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]	1370655,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	41286,76
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	33,20

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	1120,97	331,70	789,27
Zapotrzebowanie na energię ciepłą do przygotowania ciepłej wody w budynku z uwzględnieniem sprawności systemu	19,31	19,31	-
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	39,36	24,28	15,08

Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- dla ciepła z ciepłowni $w_i = 1,3$
- dla energii elektrycznej $w_i = 2,5$

Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną przed termomodernizacją wynosi:

$$EP = 1\,120,97 \cdot 1,3 + 19,31 \cdot 1,3 + 39,36 \cdot 2,5 = 1\,603,94 \text{ GJ/rok}$$

Łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną po termomodernizacji wynosi:

$$EP = 331,70 \cdot 1,3 + 19,31 \cdot 1,3 + 24,28 \cdot 2,5 = 540,19 \text{ GJ/rok}$$

Zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną

$$1\,603,94 - 540,19 = 1\,063,75 \text{ GJ/rok} = 295\,486,1 \text{ kWh/rok} = 295,5 \text{ MWh/rok} = \mathbf{66,32\%}$$