

AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku użyteczności publicznej – budynku sali gimnastycznej przy Zespole Szkół Rolniczych w Ostródzie



Dane budynku:

ul. S. Czarnieckiego 69
14-100 Ostróda

Wykonawca audytu:

mgr inż. Igor Kwiatkowski
mgr inż. Joanna Szczepaniak

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

TABELA NR 1.
STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	XX wiek
1.3 Inwestor	Powiat Ostródzki ul. Jana III Sobieskiego 5 14-100 Ostróda	1.4 Adres budynku	ul. S. Czarnieckiego 69 14-100 Ostróda

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.....	14
c) Charakterystyka systemu grzewczego.....	14
d) Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej.....	15
e) Charakterystyka techniczna węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku	16
f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie).....	17
g) Charakterystyka instalacji gazowej oraz instalacji przewodów kominowych	17
5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	17
6. Zestawienie wskazanych rodzajów ulepszeń oraz przedsięwzięć wykonanych zgodnie z algorytmem oceny opłacalności i poddanych optymalizacji	18
Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie.	19
Wariant modernizacji instalacji c.o.	31
Wymiana oświetlenia na energooszczędne	32
7. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizujących algorytm oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wraz z kosztorysami	34
Zestawienie wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztów	35
8. Opis techniczny i przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....	37
Uproszczony przedmiar robót wybranego wariantu termomodernizacyjnego	39
Charakterystyka finansowa wybranego wariantu, obejmująca wszystkie koszty projektu	40

2. Karta audytu energetycznego budynku

TABELA NR 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU *)			
1. DANE OGÓLNE		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 068,0	4 068,0
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1 356,0	1 356,0
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	1 356,0	1 356,0
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,0	100,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	300	300
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowe	miejscowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	centralnie	centralnie
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,33	0,33
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	SZ1-1, SZ1-2, SZ2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna	1,377	0,191
1.2	SZ1-3 – ściana zewnętrzna ganku	2,144	0,200
1.3	SZPG1 – ściana zewnętrzna piwnicy przy gruncie	0,667	0,182

2.	Dach/ stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami		
2.1	D1-1, D3 – dach segment I i III	2,625	0,150
2.2	D1-2 – dach ganku	1,865	0,146
2.3	D2 – dach segment II (sala gimnastyczna)	0,233	0,233
2.4	D4 – dach segment IV	0,954	0,148
3.	Strop nad piwnicą		
3.1	-	-	-
3.2	-	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych		
4.1	PGP1 – podłoga w piwnicy	0,352	0,185
4.2	PG2 – podłoga na gruncie segment II	0,378	0,192
4.3	PG3, PG4 – podłoga na gruncie	0,423	0,203
5.	Okna, drzwi balkonowe		
5.1	OK1 – okna zewnętrzne wymienione	0,900	0,900
5.2	OK2 – okna zewnętrzne stare	2,500	0,900
5.3	OK3 – okna piwniczne	4,000	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/ bramy		
6.1	DZ1 – drzwi zewnętrzne	2,500	1,300
6.2	DZ2 – drzwi zewnętrzne wymienione	1,300	1,300
7.	Inne		
7.1	-	-	-

3. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU RZEW CZEGO I WSPÓLCZYNNIKI UWZGLĘDNIAJĄCE PRZERWY W OGRZEWANIU		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,93
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	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
4. SPRAWNOŚCI SKŁADOWE SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu	0,80	0,80
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]	3 661,2	3 661,2
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]	120,0	45,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	4,0	4,0
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	896,31	383,31
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1600,55	485,20
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	35,02	35,02

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]		-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	183,61	78,52
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	327,87	99,39
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]	43,09	43,09
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]	8,48	2,57
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)]	327,87	99,39
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	360,66	109,33
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]		68,19
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]		1115,35

5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	26,64
6.	Uniknięta emisja CO2 [t CO2/rok]	62,26
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	48060,43
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]	1249130,08	1536430,00
		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 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, budynek sali gimnastycznej. Analizowany budynek jest 2 kondygnacyjny, częściowo podpiwniczony. Ściany zewnętrzne murowane z cegły, nieocieplone. Dachy drewniane, częściowo ocieplone wełną mineralną. Dokładna analiza przegród stanowi załącznik nr 1 do opracowania. Okna zewnętrzne częściowo stare, częściowo nowe wymienione na PVC, drzwi wejściowe w niewystarczającym stanie technicznym, wykazujące nieszczelności. Źródłem ciepła w budynku jest kotłownia gazowa, zlokalizowana w sąsiednim budynku, ciepła woda realizowana miejscowo z podgrzewaczy elektrycznych. W piwnicy oraz przy ścianach zewnętrznych występuje duży problem z wilgocią, w budynku brak poziomej i pionowej izolacji przeciwwilgociowej.







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, poza oknami wymienionymi w 2023 roku. Aktualnie większość okien 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 starych okien i drzwi zewnętrznych.

c) Charakterystyka systemu grzewczego

Sprawności składowe systemu grzewczego	Wartość
<i>Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika – gaz ziemny, w_i</i>	1,10
<i>Średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku – węzeł kocioł niskotemperaturowy na paliwo gazowe lub płynne, $\eta_{H,g}$</i>	0,91
<i>Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła w obrębie budynku – ogrzewanie centralne wodne, $\eta_{H,d}$</i>	0,80
<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, $\eta_{H,tot}$	0,56

Lp.	Dane	Wartość
1.	Typ instalacji	ogrzewanie centralne z kotła gazowego, 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>	0,80
<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, $\eta_{w,tot}$	0,65

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	1 356,0
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	$\eta_{cw, tot}$	-	0,65
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		6351,00 / 22,86
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową $Q_{kw} = Q_w / \eta_{cw, tot}$	kWh/GJ		9728,90 / 35,02

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		145 512,4
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		0,004

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

Źródłem ciepła jest kotłownia gazowa, zlokalizowana w sąsiednim budynku.

f) Charakterystyka systemu wentylacji (obecnie)

Lp.	Dane	Stan obecny
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylującego m ³ /h	3 661,2

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

Przeграда nr 1		Nazwa:		Ściana zewnętrzna		
Dane	Powierzchnia przeгороди do strat ciepła			A=	683,2	m ²
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia			A _o =	683,2	m ²
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego			T _{wo} =	20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego			T _{zo} =	-20	°C
	Liczba stopniodni dla przeгороди			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} =	43,09	zł/GJ	A _{b0} = 0,00 zł/m-c
O _{m1} =	0,00	zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09	zł/GJ	A _{b1} = 0,00 zł/m-c
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:						
Współczynnik przenikania ciepła przeгороди w stanie istniejącym:				1,377	W/m ² K	
Przewiduje się ocieplenie przeгороди 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 przeгороди 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	328,2	60,2	51,8	45,4	40,5
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0376	0,0069	0,0059	0,0052	0,0046
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	11 548 zł	11 910 zł	12 187 zł	12 394 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	331 625 zł	341 600 zł	375 760 zł	413 336 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	28,72	28,68	30,83	33,35
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 przeграда spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r. określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przeгороди po termomodernizacji.**

2) SZ1-3 – ściana zewnętrzna ganek

Przeграда nr 2		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przeграда do strat ciepła		A= 12,8		m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 12,8		m ²		
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		T _{w0} = 20		°C		
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		T _{z0} = -20		°C		
	Liczba stopniodni dla przeграда		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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przeграда w stanie istniejącym:			2,144		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przeграда 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 przeграда R	m ² ·K/W	0,466	3,696	4,336	4,986	5,626
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	9,6	1,2	1,0	0,9	0,8
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0011	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	362 zł	371 zł	376 zł	376 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	6 213 zł	6 400 zł	7 040 zł	7 744 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	17,16	17,25	18,72	20,60
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	2,144	0,271	0,231	0,200	0,178

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm. Jest to minimalna grubość ocieplenia, przy której przeграда **spełnia wymagania obowiązujące od 1.01.2021 r.** określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm). **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przeграда po termomodernizacji.**

3) SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie

Przełoga nr 3		Nazwa:		Ściana zewnętrzna			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A=	84,0	m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =	84,0	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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:			0,667		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem			Styropian				
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			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	-	2,86	3,43	4,00	4,57
3	opór cieplny przełogi R	m ² ·K/W	1,499	4,359	4,929	5,499	6,069
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	19,5	6,7	5,9	5,3	4,8
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0022	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	552 zł	586 zł	613 zł	630 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	485,4	500,0	550,0	605,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	40 774 zł	42 000 zł	46 200 zł	50 820 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	73,87	71,67	75,37	80,67
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,667	0,229	0,203	0,182	0,165

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm wraz z wykonaniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej. 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 $U \leq 0,200$ W/m²K dla przełogi po termomodernizacji.**

4) D1-1, D3 – dach segment I i III

Przełoga nr 4		Nazwa:		dach			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A=	332,0	m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =	332,0	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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:			2,625	W/m ² K			
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem			styropapa				
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			18,0	cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			20,0	cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			22,0	cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			24,0	cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	20,0	22,0	24,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,14	5,71	6,29	6,86
3	opór cieplny przełogi R	m ² ·K/W	0,381	5,521	6,091	6,671	7,241
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	303,9	21,0	19,0	17,4	16,0
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0349	0,0024	0,0022	0,0020	0,0018
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	12 190 zł	12 276 zł	12 346 zł	12 403 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	635,1	654,2	700,0	749,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	210 853 zł	217 194 zł	232 400 zł	248 668 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	17,30	17,69	18,82	20,05
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	2,625	0,181	0,164	0,150	0,138

Wybrano ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 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. Podczas termomodernizacji należy sprawdzić konstrukcję dachu i ją ew. wzmocnić oraz uzupełnić istniejące ubytki.**

5) D1-2 – dach ganku

Przeграда nr 5		Nazwa:		dach			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=	4,0	m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =	4,0	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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			1,865	W/m ² K			
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			styropapa				
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			18,0	cm			
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			20,0	cm			
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			22,0	cm			
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			24,0	cm			
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	18,0	20,0	22,0	24,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	5,14	5,71	6,29	6,86
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	0,536	5,676	6,246	6,826	7,396
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	2,6	0,2	0,2	0,2	0,2
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	103 zł	103 zł	104 zł	100 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²		659,8	679,6	700,0	721,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł		2 639 zł	2 718 zł	2 800 zł	2 884 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata		25,62	26,39	26,92	28,84
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	1,865	0,176	0,160	0,146	0,135

Wybrano ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 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. Podczas termomodernizacji należy sprawdzić konstrukcję dachu i ją ew. wzmocnić oraz uzupełnić istniejące ubytki.**

6) D4 – dach segment IV

Przeграда nr 6		Nazwa:		dach			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A=	96,0	m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o =	96,0	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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			0,954		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			styropapa				
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			16,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			18,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			20,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			22,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	16,0	18,0	20,0	22,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	4,57	5,14	5,71	6,29
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	1,048	5,618	6,188	6,758	7,338
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	32,0	6,0	5,4	5,0	4,6
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0037	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	1 120 zł	1 146 zł	1 164 zł	1 178 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	659,8	679,6	700,0	721,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	63 341 zł	65 242 zł	67 200 zł	69 216 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	56,55	56,93	57,73	58,76
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,954	0,178	0,162	0,148	0,136

Wybrano ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 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. Podczas termomodernizacji należy sprawdzić konstrukcję dachu i ją ew. wzmocnić oraz uzupełnić istniejące ubytki.**

7) PGP1 – podłoga w piwnicy

Przełoga nr 7		Nazwa:		Podłoga w piwnicy			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A= 193,8		m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 193,8		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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:			0,352		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem			Styropian twardej				
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			7,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			8,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			9,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			10,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	7,0	8,0	9,0	10,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,00	2,29	2,57	2,86
3	opór cieplny przełogi R	m ² ·K/W	2,841	4,841	5,131	5,411	5,701
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	23,8	14,0	13,2	12,5	11,9
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0029	0,0017	0,0016	0,0015	0,0014
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	422 zł	457 zł	488 zł	510 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	362,9	381,0	400,0	420,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	70 330 zł	73 838 zł	77 520 zł	81 396 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	166,66	161,57	158,85	159,60
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,352	0,207	0,195	0,185	0,175

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej, 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 $U \leq 0,300$ W/m²K dla przełogi po termomodernizacji.**

8) PG2 – podłoga na gruncie

Przełoga nr 8		Nazwa:		Podłoga na gruncie			
Dane	Powierzchnia przełogi do strat ciepła		A= 280,8		m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 280,8		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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przełogi w stanie istniejącym:			0,378		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przełogi z użyciem			Styropian twarde				
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			7,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			8,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			9,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			10,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	7,0	8,0	9,0	10,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,00	2,29	2,57	2,86
3	opór cieplny przełogi R	m ² ·K/W	2,646	4,646	4,936	5,216	5,506
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	37,0	21,1	19,8	18,8	17,8
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0045	0,0025	0,0024	0,0023	0,0021
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	685 zł	741 zł	785 zł	824 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	362,9	381,0	400,0	420,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	101 902 zł	106 985 zł	112 320 zł	117 936 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	148,76	144,38	143,08	143,13
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,378	0,215	0,203	0,192	0,182

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej, 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 $U \leq 0,300$ W/m²K dla przełogi po termomodernizacji.**

9) PG3, PG4 – podłoga na gruncie

Przegroda nr 9		Nazwa:		Podłoga na gruncie			
Dane	Powierzchnia przegrody do strat ciepła		A= 170,0		m ²		
	Powierzchnia do kosztów ocieplenia		A _o = 170,0		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} =	43,09 zł/GJ	A _{b0} =	0,00 zł/m-c		
O _{m1} =	0,00 zł/MW*m-c	O _{z1} =	43,09 zł/GJ	A _{b1} =	0,00 zł/m-c		
Opis wariantu ULEPSZENIA zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie:							
Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym:			0,423		W/m ² K		
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem			Styropian twardy				
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			7,0		cm		
Wariant 2: - grubość warstwy zwiększona o			8,0		cm		
Wariant 3: - grubość warstwy zwiększona o			9,0		cm		
Wariant 4: - grubość warstwy zwiększona o			10,0		cm		
Lp.	Opis	Jednostka	stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	grubość izolacji, d	cm	-	7,0	8,0	9,0	10,0
2	zwiększenie oporu ΔR	m ² ·K/W	-	2,00	2,29	2,57	2,86
3	opór cieplny przegrody R	m ² ·K/W	2,364	4,364	4,654	4,934	5,224
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A/R	GJ/a	25,1	13,6	12,7	12,0	11,4
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -T _{z0})/R	MW	0,0030	0,0016	0,0015	0,0014	0,0014
6	Roczna oszczędność kosztów energii ΔQ _{ru}	zł/a	-	496 zł	534 zł	565 zł	587 zł
7	Koszt jednostkowy ocieplenia*	zł/m ²	-	362,9	381,0	400,0	420,0
8	Koszt usprawnienia N _u	zł	-	61 693 zł	64 770 zł	68 000 zł	71 400 zł
9	SPBT= N _u /ΔQ _u	lata	-	124,38	121,29	120,35	121,64
10	U ₀ , U ₁	W/(m ² ·K)	0,423	0,229	0,215	0,203	0,191

Wybrano ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej, ze względu na najniższy współczynnik SPBT (czas zwrotu inwestycji). Przy tej grubości ocieplenia 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 $U \leq 0,300$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

10) OK2 – okna zewnętrzne

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	81,2	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			$Sd =$	4 037	dzień $\cdot K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z0} =$	43,09	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m \cdot c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW \cdot m \cdot c$	$O_{z1} =$	43,09	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	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		55,5			
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2 \cdot K)$	2,5	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	48,4	17,4	15,5	13,6	
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	10,6	9,6	9,6	9,6	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	59,0	27,0	25,1	23,2	
7	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0056	0,0020	0,0018	0,0016	
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0068	0,0031	0,0029	0,0027	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		1 379	1 461	1 543	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		1500,00	1650,00	1800,00	
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	$zł$		83 250 zł	91 575 zł	99 900 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		60,37	62,68	64,74	

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

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

11) OK3 – okna zewnętrzne piwniczne

Okna zewnętrzne							
Dane	Strumień powietrza wentylującego			$V_{nom} =$	81,2	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 $*K/rok$	
Taryfa opłat za ciepło:							
Opłaty stałe		Opłaty zmienne			Abonament		
$O_{m0} =$	0,00	$zł/MW*m-c$	$O_{z0} =$	43,09	$zł/GJ$	$A_{b0} =$	0,00 $zł/m-c$
$O_{m1} =$	0,00	$zł/MW*m-c$	$O_{z1} =$	43,09	$zł/GJ$	$A_{b1} =$	0,00 $zł/m-c$
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			2,4		
2	Współczynnik przenikania	$W/(m^2*K)$	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	$8,64*10^{-5}*Sd*A_{ok}*U$	GJ/a	3,3	0,8	0,8	0,7	
5	$2,94*10^{-5}*c_r*c_w*V_{nom}*Sd$	GJ/a	10,6	9,6	9,6	9,6	
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	13,9	10,4	10,4	10,3	
7	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{wo}-t_{zo})*U$	MW	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	
8	$3,4*10^{-7}*c_m*V_{nom}*(t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0016	0,0012	0,0012	0,0012	
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	$zł/rok$		151	151	155	
11	Cena jednostkowa wym.okien*	$zł/m^2$		1350,00	1500,00	1650,00	
12	Koszt wymiany okien N_{ok}	$zł$		3 240 zł	3 600 zł	3 960 zł	
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	-		21,46	23,84	25,55	

*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).

12) DZ1 – drzwi zewnętrzne

Drzwi						
Dane	Strumień powietrza wentylującego		$V_{nom} =$		81,2	m ³ /h
	Współczynnik U		$U =$		2,5	W/m ² K
	Obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego		$T_{wo} =$		20	°C
	Obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego		$T_{zo} =$		-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
Warianty wymiany drzwi następujących współczynników przenikania:						
Wariant 1:					U_{drz}	1,3 W/m ² K
Wariant 2:					U_{drz}	1,2 W/m ² K
Wariant 3:					U_{drz}	1,1 W/m ² K
Lp	Opis /wyszczególnienie	jednostki	stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Powierzchnia drzwi	m ²			10,7	
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	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	GJ/a	9,3	4,9	4,5	4,1
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot c_r \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	11,7	9,6	9,6	9,6
6	$Q_{0u}, Q_{1u} = \text{poz.4} + \text{poz.5}$	GJ/a	21,0	14,5	14,1	13,7
7	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot U$	MW	0,0011	0,0006	0,0005	0,0005
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot c_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{wo} - t_{zo})$	MW	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011
9	$q_0, q_1 = \text{poz.7} + \text{poz.8}$	MW	0,0023	0,0017	0,0016	0,0016
10	Roczna oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		280	297	315
11	Cena jednostkowa wym. drzwi	zł/m ²		1000	1100	1200
12	Koszt wymiany drzwi N_{drz}	zł		10 700 zł	11 770 zł	12 840 zł
13	$SPBT = (N_{drz} + N_w) / \Sigma(\Delta Q_{rdz} + \Delta Q_{rw})$	-		38,21	39,63	40,76

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	0,91	0,91
Sprawność przesyłania ciepła	0,80	0,93
Regulacja	0,77	0,93
Sprawność akumulacji	1,00	1,00
Sprawność całkowita systemu	0,56	0,79

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna [MW]	0,120	0,120
2.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu GJ/rok	896,31	896,31
3.	Ogólna sprawność systemu ogrzewania	0,56	0,79
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]	1600,55	1134,57
7.	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym [zł/rok]	68967,70	48888,62
8.	Roczna oszczędność kosztów [zł]	-	20 079,08
9.	Koszt usprawnienia [zł]	-	300 000,00

Czas zwrotu inwestycji wynosi: 14,94 lat

Wymiana oświetlenia na energooszczędne

W budynku założono wymianę całego oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne.

Lp.	Omówienie wybranego usprawnienia	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Moc wbudowana opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego [kW]	10,03	8,54
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]	15051,60	9341,55
8.	Koszt oświetlenia [zł/rok]	9783,54	6072,01
9.	Roczna oszczędność energii na oświetlenie / ilość energii wyprodukowana przez panele fotowoltaiczne [kWh/rok]		5710,05
10.	Roczna oszczędność kosztów [zł]		3711,53
11.	Koszt usprawnienia [zł brutto]*	-	100 000,00
12.	SPBT [lata] czas zwrotu inwestycji	-	26,94

*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	14,94
2.	SZ1-3 – ściana zewnętrzna ganku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	7 040,00	18,72
3.	D1-1, D3 – dach segment I i III, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	232 400,00	18,82
4.	OK3 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² ·K	3 240,00	21,46
5.	D1-2 – dach ganku, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	2 800,00	26,92
6.	SZ1-1, SZ1-2, SZ2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna budynku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	375 760,00	30,83
7.	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m ² ·K	10 700,00	38,21
8.	D4 – dach segmentu IV, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	67 200,00	57,73
9.	OK2 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² ·K	83 250,00	60,37
10.	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej	46 200,00	75,37
11.	PG3, PG4 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej	68 000,00	120,35
12.	PG2 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej	112 320,00	143,08
13.	PGP1 – podłoga w piwnicy, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej	77 520,00	158,85

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.	<p>SZ1-1, SZ1-2, SZ2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna budynku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$</p> <p>SZ1-3 – ściana zewnętrzna ganku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$</p> <p>SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ wraz z wykonaniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej</p> <p>D1-1, D3 – dach segment I i III, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$</p> <p>D1-2 – dach ganku, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$</p> <p>D4 – dach segmentu IV, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$</p> <p>PGP1 – podłoga w piwnicy, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej</p> <p>PG2 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej</p> <p>PG3, PG4 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej</p>	x	x	
	3.	<p>OK2 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$</p> <p>OK3 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$</p> <p>DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$</p>	x	

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.	1386430,00
2.	1289240,00
3.	300000,00

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.	0,045	383,31	0,79	1	485,20	20907,27	0,004	35,02	1509,01	1115,35	48060,43	68,19
2	0,055	475,50	0,79	1	601,90	25935,87	0,004	35,02	1509,01	998,65	43031,83	61,06
3	0,120	896,31	0,79	1	1134,57	48888,62	0,004	35,02	1509,01	465,98	20079,08	28,49
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	1386430,00	48060,43	68,19	-
2	1289240,00	43031,83	61,06	-
3	300000,00	20079,08	28,49	-

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

SZ1-1, SZ1-2, SZ2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna budynku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

SZ1-3 – ściana zewnętrzna ganku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,200$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

D1-1, D3 – dach segment I i III, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,150$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

D1-2 – dach ganku, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,150$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

D4 – dach segmentu IV, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,150$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

PGP1 – podłoga w piwnicy, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,300$ W/m²K dla przegrody po termomodernizacji.**

PG2 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,300 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla przegrody po termomodernizacji.**

PG3, PG4 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej **UWAGA: możliwość wykonania ocieplenia innym materiałem izolacyjnym o innych parametrach i grubości pod warunkiem osiągnięcia $U \leq 0,300 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla przegrody po termomodernizacji.**

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

OK3 – 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 [m ² / szt./kpl.]	Cena jednostkowa [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	Modernizacja instalacji grzewczej	1	300 000,00	300 000,00
2	SZ1-3 – ściana zewnętrzna ganku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	12,8	550,00	7 040,00
3	D1-1, D3 – dach segment I i III, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	332,0	700,00	232 400,00
4	OK3 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² ·K	2,4	1 500,00	3 240,00
5	D1-2 – dach ganku, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 22 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	4,0	700,00	2 800,00
6	SZ1-1, SZ1-2, SZ2, SZ3, SZ4 – ściana zewnętrzna budynku, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,031$ W/m·K	683,2	550,00	375 760,00
7	DZ1 – drzwi zewnętrzne, wymiana na nowe o współczynnika przenikania ciepła $U = 1,3$ W/m ² ·K	10,7	1 000,00	10 700,00
8	D4 – dach segmentu IV, ocieplenie za pomocą styropapy o grubości 20 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K	96,0	700,00	67 200,00
9	OK2 – okna zewnętrzne, wymiana na nowe okna o współczynnika przenikania ciepła $U = 0,9$ W/m ² ·K	55,5	1 500,00	83 250,00
10	SZPG1 – ściana zewnętrzna przy gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu o grubości 14 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej	84,0	550,00	46 200,00
11	PG3, PG4 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej	170,0	400,00	68 000,00
12	PG2 – podłoga na gruncie, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej	280,8	400,00	112 320,00

13	PGP1 – podłoga w piwnicy, ocieplenie za pomocą styropianu twardego o grubości 9 cm i współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda=0,035$ W/m·K wraz z wykonaniem poziomej izolacji przeciwwilgociowej	193,8	400,00	77 520,00
14	Wymiana oświetlenia na energooszczędne oraz wykonanie systemu zarządzania energią w budynku BMS	1	150 000,00	150 000,00
SUMA [zł brutto]				1 536 430,00

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]	1536430,00
2.	Uzyskana oszczędność kosztów energii [zł/rok]	51771,96
3.	Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych SPBT [lata]	29,68

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

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