

PMG Sp. z o.o.

Al. Jana Pawła II nr 11, 00-828 Warszawa
NIP 5272814908, REGON 367891256,
e-mail: biuro@pmg.com.pl, www.pmg.com.pl



Audyt energetyczny budynku Szkoły Podstawowej im. Orła Białego w Lelkowie 115

Wykonawca:	PMG Sp. z o.o. Al. Jana Pawła II nr 11, 00-828 Warszawa
Opracował:	mgr inż. Weronika Leszczyńska
Data wykonania:	14.12.2023r.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Urząd Gminy w Lełkowie Lełkowo 21 14-521 Lełkowo	1.4 Adres budynku	Lełkowo 115 14-521 Lełkowo Warmińsko-Mazurskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
PMG Sp. z o.o. Al. Jana Pawła II nr 11, 00-828 Warszawa, NIP 5272814908, REGON 367891256, e-mail: biuro@pmg.com.pl, www.pmg.com.pl			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Weronika Leszczyńska ul. W. Chrzanowskiego 14, 04-394 Warszawa Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 2886			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1.			
5. Miejscowość:	Warszawa	Data wykonania opracowania:	Grudzień 2023r.
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		2
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		3
3	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA		7
4	INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO		8
5	WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO		12
6	OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO		12
7	ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI		13
8	ANALIZA MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI INSTALACJI OŚWIETLENIA		20
9	TABELA. DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU		21
10	WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW		21
11	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU		22

2 Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna, murowana	Tradycyjna, murowana
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	11995,68	11995,68
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	3578,03	3578,03
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	358,00	358,00
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	10%	10%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	3	3
8.	Liczba osób użytkujących budynek	150	150
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat)
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Kotły na olej opałowy wyprodukowane: w latach 1980–2000,	Pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: 55/45°C,
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,40	0,40
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m²K)			
1.	Ściany zewnętrzne	0,52	0,198
2.	Dach	0,45	0,147
3.	Podłoga na gruncie	0,43	0,430
4.	Okna zewnętrzne	3,00	0,900
5.	Drzwi zewnętrzne	3,00	1,300
6.	Ściany na gruncie	0,48	0,192
7.	Stropy zewnętrzne	0,34	0,145
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	2,60
2.	Sprawność przesyłania	0,82	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,90	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95

5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie	1,00	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,96
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłania	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,65	0,65
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	Naturalna	Naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/ kanały wentylacyjne	okna/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	9 075	7 013
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,76	0,58
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	234,00	78,00
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	10,44	10,44
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 371,66	134,48
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 041,16	55,48
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	33,64	33,64
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	106,49	10,44
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	158	4
10. ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	97,74%

7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	206,00	243,54
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m ³]	45,79	45,79
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	9,79	0,27
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)]	161,44	7,28
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	181,74	0,41
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	95,7%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	1 985,68	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	47,43	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	200,04	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	406 968,33	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	24,00	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		1 423 777,64	1 751 246,50
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] ⁴⁾	netto	brutto
		132 000,00	162 360,00
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⁾	8,5%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK /NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł]*)	784 578,67	
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)]			70

2. Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ 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] ^{8)**)}	0
10. Premia MZG i grant MZG⁹⁾	
1. Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ 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)***)}	-
4. Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-
11. Inne	
1. W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
2. Budynek JEST / NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
3. Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
4. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾	
<p>1) UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p>2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p> <p>4) Jeśli dotyczy.</p> <p>5) Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.</p> <p>6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.</p> <p>7) Niepotrzebne skreślić.</p> <p>8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.</p> <p>9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.</p> <p>10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.</p> <p>*) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:</p> <p>1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;</p> <p>2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;</p> <p>3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.</p> <p>**) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.</p> <p>***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto.</p>	

Ilekcioć mowa o Ustawie rozumie się: Ustawę z 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków z późniejszymi zmianami.

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

3.1 Cel pracy

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji termomodernizacji budynku. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- ocenę stanu istniejącego budynku pod kątem izolacyjności cieplnej przegród,
- ocenę stanu istniejących wewnętrznych instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
- propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
- procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

3.2 Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja budowlana budynku.
- Inwentaryzacja budynku wykonana na potrzeby opracowania.

3.3 Inne dokumenty:

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji , itp.
- Wizja lokalna.
- Obowiązujące normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (t.j. Dz. U. z 2021 poz. 497, z 2022 r. poz. 2206, z 2023 r. poz. 1762.)
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 682, 553, 967, 1506, 1597, 1681, 1688, 1762, 1890, 1963, 2029.)
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690).
 - Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (t.j. Dz.U. 2012 poz. 462).
 - Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków (t.j. Dz. U. z 2023 r. poz. 2496.

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (t.j. Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (t.j. Dz.U. 2015 poz. 376).
- PN-EN ISO 6946 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
- PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania".
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- Przepisy prawa dotyczące współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych obowiązujące w latach wznoszenia, zatwierdzenia projektu budowy lub modernizacji budynku.

3.4 Zadeklarowany maksymalny udział własny na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych do maksymalnego poziomu.

3.5 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

W ramach prac termomodernizacyjnych należy wykonać analizę opłacalności wykonania modernizacji instalacji centralnego ogrzewania, ocieplenia dachu, ścian zewnętrznych, a także wymiany okien i drzwi zewnętrznych.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Dane ogólne

Budynek zlokalizowany jest w Lelkowie 115 14-521 Lelkowo, w województwie Warmińsko-Mazurskim

4.2 Rysunki i zdjęcia budynku

Budynek posiada dokumentację fotograficzną z wizji lokalnej, która znajduje się w załączniku nr 3 audytu.

4.3 Konstrukcja budynku

Budynek został wzniesiony w technologii tradycyjnej murowanej, posadowiony na fundamencie żelbetowym z betonu żwirowego B-15 zbrojonego stalą. Ściany zewnętrzne warstwowe z pustaków keramzytowych, murowane na zaprawie cementowo-wapiennej. Stropy nad przyziemem z płyt żelbetonowych kanałowych wzmocnionych, natomiast nad piętrem i środkową nawą poddasza z płyt żelbetonowych kanałowych zwykłych. Dach o konstrukcji drewnianej.

4.4 Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka otworowa o niskim współczynniku przenikania ciepła.

4.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne, a świeże powietrze infiltruje do środka przez rozszczelnienia okien i drzwi.

4.6 Źródło ciepła

Źródłem ciepła do ogrzewania budynku jest kocioł olejowy.

4.7 Instalacja centralnego ogrzewania

W budynku występuje ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi. Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,91
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,90
3	Sprawność przesyłu ciepła	η_d	0,82
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,67
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

4.8 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w elektrycznych podgrzewaczach. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,96
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	η_d	1,00
3	Sprawność akumulacji	η_e	0,65
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,62

Do wyznaczenia ogólnej sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej posłużono się obowiązującymi przepisami.

4.9 Zapotrzebowanie na moc i ciepło na potrzeby c.o.

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym wykonano na podstawie normy PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia” i rozporządzenia w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej z dnia 27 lutego 2015 r. z późniejszymi zmianami. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 7.0 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne (Dane do obliczeń energetycznych budynków) podane na stronie Ministerstwo Rozwoju (załącznik 4). Strumień powietrza wentylacyjnego został określony na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000 (załącznik1).

Moc zamówioną obliczono na podstawie normy PN-EN 12831 "Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego". Do obliczeń przyjęto strumień powietrza wentylacyjnego proponowany w normie PN-EN 12831. Obliczenia wykonano przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 7.0 Pro, przyjmując wieloletnie dane klimatyczne dotyczące: średnich miesięcznych wartości zewnętrznych temperatur (załącznik nr 4).

4.10 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,2340
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	1 371,66
Ogólna sprawność systemu	%	67,20
Obniżenie nocne	%	100,00
Obniżenie tygodniowe	%	100,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	2 041,16

4.11 Roczny koszt ogrzewania

Ceny ogrzewania budynku wg stawek lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	206,00
Om**	zł/MW/mc	50,00
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,23
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	2 041,16
Roczna opłata zmienna	zł/rok	420 479,11
Roczna opłata stała	zł/rok	140,40
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	420 619,51
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.12 Roczny, obliczeniowy koszt przygotowania ciepłej wody

Ceny przygotowania ciepłej wody wg stawki lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	243,54
Om**	zł/mc	0,00
Ab ₀	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej	MW	0,0007
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	33,64
Roczna opłata zmienna	zł/rok	8 191,66
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	8 191,66
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.13 Roczny, obliczeniowy koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	420 479,11
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	8 191,66
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	428 670,76

4.14 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	w stanie obecnym	po termo-modernizacji
t _{w0} w pom 1	°C	22,5	22,5
t _{w0} w pom 2	°C	20	20
t _{w0} w pom 3	°C	18,3	18,3
t _{z0}	°C	-18	-18
S _d dla przegród zewnętrznych, t _{w0} = 20°C	dzień*K/a	3889,9	3889,9

PMG Sp. z o.o.

Al. Jana Pawła II nr 11, 00-828 Warszawa,

NIP 5272814908, REGON 367891256,

e-mail: biuro@pmg.com.pl, www.pmg.com.pl

S_d dla przegród zewnętrznych, $t_{w0} = 22,5^{\circ}\text{C}$	dzień*K/a	4464,21	4464,21
S_d dla przegród zewnętrznych, $t_{w0} = 18,3^{\circ}\text{C}$	dzień*K/a	3492,65	3492,65
Centralne ogrzewanie			
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00	0,00
O_{z0}	zł/GJ	206,00	243,54
Ab_0	zł/m-c	0,00	0,00
Ciepła woda użytkowa			
O_{m0}	zł/MW/m-c	0,00	0,00
O_{z0}	zł/GJ	243,54	243,54
Ab_0	zł/m-c	0,00	0,00

Ceny z dnia sporządzania audytu, zawierają VAT.

5 Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

Na podstawie wykonanej oceny stanu technicznego budynku planuje się wykonać:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania;
- Ocieplenie dachu;
- Ocieplenie stropu zewnętrznego;
- Ocieplenie ścian zewnętrznych;
- Ocieplenie ścian zewnętrznych przy gruncie;
- Wymiana okien zewnętrznych;
- Wymiana drzwi zewnętrznych;
- Montaż instalacji fotowoltaicznej.

6 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde uprawnienie bez uwzględniania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.
- Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego, w przypadku rozpatrywania modernizacji instalacji c.o.

- Uwzględnianie przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego w zestawieniu optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.
- Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.
- Ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych.
- Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7 Analiza poszczególnych wariantów termomodernizacji

7.1 Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania. W ramach usprawnienia planuje się modernizację węzła cieplnego, demontaż istniejącej instalacji grzewczej wraz z grzejnikami, wykonanie nowej instalacji grzewczej, montaż nowych grzejników stalowych płytowych, montaż zaworów termostatycznych o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą, izolację instalacji oraz zastosowanie automatyki sterującej.

Koszt usprawnienia zawiera całkowity koszt wszystkich prac z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,2340	0,2340
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	1 371,7	1 371,7
Sprawność wytwarzania $\eta_{H,g}$	-	0,91	2,60
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,d}$	-	0,90	0,89
Sprawność przesyłu $\eta_{H,e}$	-	0,82	0,90
Sprawność akumulacji $\eta_{H,s}$	-	1,00	0,95
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,672	1,978
Obniżenie tygodniowe	-	1,00	0,85
Obniżenie nocne	-	1,00	0,96
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	2 041,16	565,86
Ilość energii wyprodukowanej w sezonie grzewczym przez PV	GJ/rok	-	18,28
Oz	zł/GJ	206,00	243,54
Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	420 479,11	133 359,19

Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	420 479,11	133 359,19
Różnica			287 119,92
Koszt			994 507,50
SPBT			3,5

7.2 Usprawnienie dotyczące dachu

Rozpatruje się ocieplenie dachu warstwą izolacji (np. styropapy) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,035	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	556,00	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	556,00	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,15	0,16	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		4,29	4,57	4,86
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,222	6,51	6,79	7,08
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,450	0,154	0,147	0,141
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	84,09	28,71	27,51	26,40
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,010	0,003	0,003	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		11 411,16	11 660,00	11 888,75
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		356,40	360,00	377,90
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		198 158,40	200 160,00	210 112,40
10	SPBT=N _U /ΔOru	lata		17,4	17,2	17,7
Wybrany wariant: 2		Koszt: 200 160,00 zł		SPBT= 17,2 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu dachu warstwą izolacji o grubości 16 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879) (SPBT_{min})”.

7.3 Usprawnienie dotyczące stropu zewnętrznego

Rozpatruje się ocieplenie stropu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła λ nie gorszym niż 0,038W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,038	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	285,00	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	285,00	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość nowej warstwy izolacji termicznej; g z tabeli poniżej	m		0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,68	3,95	4,21
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,941	6,63	6,89	7,15
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,340	0,151	0,145	0,140
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	37,38	16,59	15,96	15,37
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,004	0,002	0,002	0,002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		4 282,60	4 413,21	4 534,20
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		277,20	280,00	296,10
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		79 002,00	79 800,00	84 388,50
10	SPBT=N _U /ΔO _{ru}	lata		18,4	18,1	18,6
Wybrany wariant: 2		Koszt: 79 800,00 zł		SPBT= 18,1 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu dachu warstwą izolacji o grubości 15cm o współczynniku przewodzenia ciepła nie gorszym niż $\lambda=0,038\text{W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879) (SPBT_{min})”.

7.4 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty

różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,032	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	430,33	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	516,40	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,50	3,13	3,75
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,934	4,434	5,059	5,684
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,517	0,226	0,198	0,176
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	74,77	32,62	28,59	25,44
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,008	0,004	0,003	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		8 687,12	9 517,43	10 165,15
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		343,00	350,00	385,00
9	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		177 125,20	180 740,00	198 814,00
10	SPBT=N _u /ΔO _{ru}	lata		20,4	19,0	19,6
Wybrany wariant: 2		Koszt: 180 740,00 zł		SPBT= 19 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o $\lambda = 0,032$ W/mK o grubości 10 cm. Rozwiązanie to spełnia wymagania WT2021 oraz warunków procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879) (SPBT_{min})”.

7.5 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych przy gruncie

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji termicznej o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032$ W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,032	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	217,08	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	238,79	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		2,50	3,13	3,75
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	2,083	4,583	5,208	5,833
4	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,480	0,218	0,192	0,171
5	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	31,44	14,29	12,58	11,23
6	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,004	0,002	0,002	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		3 534,33	3 887,77	4 165,46
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		343,00	350,00	385,00
9	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		81 904,97	83 576,50	91 934,15
10	SPBT= $N_u/\Delta O_{ru}$	lata		23,2	21,5	22,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 83 576,50 zł		SPBT= 21,5 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na ociepleniu ścian zewnętrznych warstwą izolacji o $\lambda = 0,032$ W/mK o grubości 10 cm. Rozwiązanie to spełnia wymagania WT2021 oraz warunków procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879) (SPBT_{min})”.

7.6 Usprawnienie dotyczące okien zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę okien na nowe szczelne. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_{ok} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia okien do wymiany: P = 116,15 m ²						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	W/m ² ·K	3,000	1,10	0,90	0,70
2	Cr	-	1,10	0,85	0,85	0,85
3	Cm	-	1,20	1,00	1,00	1,00
4	Q_0, Q_1	GJ/a	151,69	63,19	55,38	47,57
5	q_0, q_1	MW	0,0162	0,0075	0,0067	0,0058
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		18 237,4	19 846,2	21 455,0
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		1 662,50	1 750,00	2 066,90
8	N_{ok}	zł		193 099,38	203 262,50	240 070,44
9	SPBT	lata		10,6	10,2	11,2
Wybrany wariant 2:			Koszt: 203 262,50 zł		SPBT= 10,2 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie okien na nowe szczelne o współczynnika przenikania ciepła równym 0,9 W/m²·K. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w

WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

7.7 Usprawnienie dotyczące wymiany drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wyłącznie wymianę drzwi zewnętrznych na nowe, szczelne. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_{DZ} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia drzwi do wymiany: P = 4,0 m ²						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	3,00	1,50	1,30	1,10
2	Współczynnik C _r	-	1,10	0,85	0,85	0,85
3	Współczynnik C _m	-	1,20	1,00	1,00	1,00
4	Q ₀ , Q ₁	GJ/a	35,72	22,42	22,15	21,89
5	q ₀ , q ₁	MW	0,0032	0,0029	0,0029	0,0029
6	ΔQ _{rdz} + ΔQ _{rw}	zł/rok		2 740,0	2 795,4	2 850,8
7	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	zł/m ²		2 185,0	2 300,0	2 391,6
8	Koszt wymiany drzwi N _{DZ}	zł		8 740,00	9 200,00	9 566,40
9	SPBT	lata		3,2	3,3	3,4
Wybrany wariant: 2		Koszt: 9 200,00 zł		SPBT= 3,3 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła U=1,3 W/m²K. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz. 346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

7.8 Zestawienie optymalnych usprawnień związanych z modernizacją przegród zewnętrznych w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT

Lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata	Oszczędności [GJ]
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	994 507,50	3,46	1 475,30
2	Wymiana drzwi zewnętrznych	9 200,00	3,29	13,57
3	Wymiana stolarki okiennej zewnętrznej	203 262,50	10,24	96,31

4	Ocieplenie dachu	200 160,00	17,17	56,58
5	Ocieplenie stropu zewnętrznego	79 800,00	18,09	21,42
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych	180 740,00	19,00	46,19
7	Ocieplenie ściany zewnętrznej przy gruncie	83 576,50	21,50	18,87

Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają 23% VAT.

Uwaga! Usprawnienie związane z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania jest traktowane priorytetowo stąd niezależnie od wartości SPBT jest rozważana jako 1 wariant.

7.9 Zapotrzebowanie na moc i ciepło oraz określenie efektów finansowych dla każdego z usprawnień

Tabela poniżej przedstawia obliczeniowe zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynku oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej

Wariant	Moc CO ¹⁾	Moc CWU ¹⁾	Zapotrz. CO ²⁾	Zapotrz. CO ³⁾	Zapotrz. CWU	Efekt	Koszt c.o. ⁴⁾	Koszt c.w.u. ⁴⁾	Koszt c.o.+c.w.u	Efekt
VII	0,078000	0,00070	134,48	55,5	33,6	1986	13 510,78	8 191,66	21 702,44	406 968,33
VI	0,089636	0,00070	226,76	93,5	33,6	1948	22 782,09	8 191,66	30 973,75	397 697,02
V	0,118121	0,00070	452,67	186,7	33,6	1854	45 479,14	8 191,66	53 670,80	374 999,97
IV	0,131331	0,00070	557,42	230,0	33,6	1811	56 004,14	8 191,66	64 195,80	364 474,96
III	0,166229	0,00070	834,19	344,1	33,6	1697	83 810,76	8 191,66	92 002,42	336 668,34
II	0,225631	0,00070	1305,29	538,5	33,6	1503	131 141,65	8 191,66	139 333,31	289 337,45
I	0,234000	0,00070	1371,66	565,9	33,6	1475	137 809,97	8 191,66	146 001,63	282 669,13
Stan istn.	0,234000	0,00070	1371,66	565,9	33,6	1475	137 809,97	8 191,66	146 001,63	282 669,13

¹⁾ moc obliczeniowa dla:

- c.o. z programu AUDYTOR OZC 7.0 Pro (załącznik 4). Strumień powietrza dla pomieszczeń ogrzewanych wg załącznika 1
- c.w.u. obliczono w załączniku nr 2 na podstawie danych przekazanych od inwestora.

²⁾ zapotrzebowanie na ciepło dla:

- c.o. z programu AUDYTOR OZC 7.0 Pro (załącznik 4). Strumień powietrza dla pomieszczeń ogrzewanych zgodnie z normą PN-83/B-03430/Az3:2000.

³⁾ zapotrzebowanie na ciepło obliczone w programie AUDYTOR OZC 7.0 Pro z uwzględnieniem sprawności systemu CO.

⁴⁾ koszt ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej uwzględnia aktualne ceny nośnika wskazane w karcie audytu energetycznego.

Gdzie:

Wariant	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ^{*)}
VII	1+2+3+4+5+6+7
VI	1+2+3+4+5+6
V	1+2+3+4+5
IV	1+2+3+4
III	1+2+3
II	1+2
I	1

*oznaczenia liczbowe przedsięwzięcia (usprawnienia) termomodernizacyjnego zgodnie z tabelą rozdziału 7.8.

8 Analiza możliwości modernizacji instalacji oświetlenia

Podstawowym celem jest optymalizacja zakresu inwestycji modernizacji budynku w zakresie instalacji zasilanych energią elektryczną. Opracowanie swoim zakresem obejmuje:

- rozpatrzenie możliwości zastosowania instalacji OZE (zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną),
- propozycję rozwiązań modernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w rozpatrywanych budynkach,

Realizacja przedsięwzięć modernizacyjnych ma prowadzić do zmniejszenia kosztów generowanych przez instalację zużywającą energię elektryczną na potrzeby oświetlenia budynku oraz zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną.

8.1 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

Na podstawie zapotrzebowania na energię elektryczną po modernizacji, rozważa się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych pokrywających częściowe zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku dla zmodernizowanych systemów (po montażu pompy ciepła).

Uwaga! Należy pamiętać o zmianie mocy zamówionej u dostawcy ciepła po montażu pompy ciepła.

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	kWh/rok	24 753,45	24 753,45	24 753,45
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	3 117,75	3 117,75	3 117,75
3	Moc pojedynczego panela fotowoltaicznego	Wp	450,00	450,00	450,00
4	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	48,00	53,00	58,00
5	Powierzchnia elektrowni	m ²	87,6	96,7	105,9
6	Moc instalacji	Wp	23 000	24 000	25 000
7	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	23 186,64	24 194,75	25 202,86
8	Koszt energii elektrycznej u dostawcy	zł/kWh	0,13	0,13	0,13
9	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	171 154,50	162 360,00	167 433,75
10	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	%	94%	98%	102%
11	Oszczędności	zł/rok	2 920,40	3 047,38	3 117,75
12	SPBT	lata	58,61	53,28	53,70

Projektowana moc instalacji oraz powierzchnia ogniw fotowoltaicznych pokrywa się z powierzchnią dachu możliwą do zabudowania. Planowane jest wykonanie ekspertyzy technicznej konstrukcji dachu z analizą możliwości obciążenia dachu instalacją fotowoltaiczną.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że opłacalne jest zbudowanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 53 paneli o łącznej powierzchni ok. 96,7 m², mocy 24 kWp wytwarzającej średniorocznie 24 194,75 kWh.

9 Tabela. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]*	Premia termomodernizacyjna
1	2	3	4	5	7
8.	1+2+3+4+5+6+7+P V	1 913 606,50	410 015,70	95,7%	784 578,67
7.	1+2+3+4+5+6+7	1 751 246,50	406 968,33	95,7%	718 011,07
6.	1+2+3+4+5+6	1 667 670,00	397 697,02	93,9%	683 744,70
5.	1+2+3+4+5	1 486 930,00	374 999,97	89,4%	609 641,30
4.	1+2+3+4	1 407 130,00	364 474,96	87,3%	576 923,30
3.	1+2+3	1 206 970,00	336 668,34	81,8%	494 857,70
2.	1+2	1 003 707,50	289 337,45	72,4%	411 520,08
1.	1	994 507,50	282 669,13	71,1%	407 748,08

Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają podatek VAT.

10 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spełniającego wymagania Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów

Na podstawie wykonanej analizy, w myśl ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów, jako optymalne rozwiązanie przyjmuje się **wariant VIII** obejmujący wszystkie założone w audycie przedsięwzięcia.

11 Załączniki do audytu

Załącznik 1

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

Strumień przyjęty przy obliczeniach zużycia ciepła zgodnie z normą PN-83/B-03430 „Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej”:

Lp.	Pomieszczenia	Liczba użytkowników	Kubatura netto	Współ Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	szt.	m ³		m ³ /h lub wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją						
1	Biuro	150	-	1,10	55	9 075,0
Po modernizacji						
1	Biuro	150	-	0,85	55	7 012,5

Zapotrzebowanie na moc

Strumień przyjęty przy obliczeniach zapotrzebowania na moc cieplną zgodnie z normą PN-EN 12831 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”:

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Kubatura netto	Współ Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	szt.	m ³		m ³ /h lub wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją						
1	pom1	-	1200,23	1,20	1,0	1 440,3
2	pom2	-	5397,73	1,20	1,0	6 477,3
3	pom3	-	5397,73	1,20	1,0	6 477,3
Po modernizacji						
1	pom1	-	1200,23	1,00	0,5	600,1
2	pom2	-	5397,73	1,00	0,5	2 698,9
3	pom3	-	5397,73	1,00	0,5	2 698,9

Załącznik 2

Obliczenie mocy obliczeniowej na cele c.w.u. oraz zapotrzebowania na ciepło na c.w.u.

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp.	Charakterystyka systemu	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
			Ogółem	Ogółem
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,20	0,20
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m^2	3 578,03	3 578,03
3	ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	4,19	4,19
4	gęstość wody ρ_w	kg/dm^3	1	1
5	temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czepalnym θ_w	$^{\circ}\text{C}$	50	50
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,7	0,7
8	liczba dni w roku t_r	Doba	250	250
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_r / (3600)$	kWh/rok	5 830,2	5 830,2
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,96
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	1,00
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,65	0,65
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,624	0,624
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	9 343,27	9 343,27
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{Kw}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	2,61	2,61
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{PW}	kWh/rok	23 358,18	23 358,18
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{PW}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	6,53	6,53
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	33,64	33,64

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Lp.	Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	50	50
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	7,0	7,0
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,015	0,015
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$	-	3,59	3,59
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_i / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,27	0,27
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{h\dot{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$	kW	2,51	2,51
7	Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\dot{s}r} = q_{cwumax} / N_h$	kW	0,70	0,70

Załącznik 3





Załącznik 4

Obliczenie mocy cieplnej systemu grzewczego oraz zużycia energii na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem wyznaczonego strumienia powietrza wentylacyjnego - wydruki komputerowe z programu Audytor OZC 7.0Pro.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:			
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku		
	stan istniejący		
Miejscowość:	14-521 Lełkowo		
Adres:	Lełkowo 115		
Projektant:	mgr. inż. Weronika Leszczyńska		
Normy:			
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946		
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006		
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790		
Dane klimatyczne:			
Strefa klimatyczna:	STREFA II		
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C	
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C	
Stacja meteorologiczna:	Elbląg		
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:			
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	3578,03	m^2	
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	11995,68	m^3	
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	71394	W	
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	27123	W	
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	98518	W	
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W	
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	234000,0	W	
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:			
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	65,4	W/m^2	
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	19,5	W/m^3	
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:			
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	287,7	m^3/h	
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8		
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2099,3	m^3/h	
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18	°C	
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790			
Stacja meteorologiczna:	Elbląg		
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie			
Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	2099,3	GJ/rok	

Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie	$Q_{H,nd}$:	1371,66	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku	A_H :	153288	m ²
Kubatura ogrzewana budynku	V_H :	751,20	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	E_{AH} :	2739,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	E_{AH} :	734,6	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	E_{VH} :	204,1	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	E_{VH} :	201,4	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki – Zestawienie przegród		stan istniejący	
Lp.	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
1	Ściany zewnętrzne	0,517	430,33
2	Dach	0,450	556,00
3	Podłoga na gruncie	0,430	1657,75
4	Okna zewnętrzne	3,000	116,15
5	Drzwi zewnętrzne	3,000	4,00
6	Ściany na gruncie	0,480	217,08
7	Stropy zewnętrzne	0,340	285,00

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń	stan istniejący		
Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	°C	m2	m3
pom1	22,5	358,00	1200,23
pom2	20,0	1610,02	5397,73
pom3	18,3	1610,02	5397,73

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku	
	stan docelowy	
Miejscowość:	14-521 Lelkowo	
Adres:	Lelkowo 115	
Projektant:	mgr. inż. Weronika Leszczyńska	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA II	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-18	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,9	°C
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	751,20	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	2739,90	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	27468,00	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10620,00	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	38087,00	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0,00	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	78000,00	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	103,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	28,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	287,7	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,3	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	822	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Elbląg	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	822,0	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	134,5	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	14603,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	751,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie E_{AH} :	2739,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie E_{AH} :	70,0	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie E_{VH} :	19,4	MJ/(m ³ ·rok)

Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	E_{vH} :	19,2	kWh/(m ³ ·rok)
---------------------------------------	-------------------	------	---------------------------

Wyniki – Zestawienie przegród		stan po modernizacji	
Lp.	Opis	U	A
		W/m ² ·K	m ²
1	Ściany zewnętrzne	0,198	430,33
2	Dach	0,147	556,00
3	Podloga na gruncie	0,430	1657,75
4	Okna zewnętrzne	0,900	116,15
5	Drzwi zewnętrzne	1,300	4,00
6	Ściany na gruncie	0,192	217,08
7	Stropy zewnętrzne	0,145	285,00

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń		stan po modernizacji		
Opis		$\theta_{\text{int,H}}$	A	V
		°C	m ²	m ³
pom1		22,5	358,00	1200,23
pom2		20,0	1610,02	5397,73
pom3		18,3	1610,02	5397,73