



# Project Energy

smart energy solutions

**PROJECT ENERGY Sp. z o.o.**

Al. Bohaterów Września 9, bud. 10

lokal 209, 00-973 Warszawa,

NIP 525-257-02-54 KRS 0000480961

[www.projectenergy.pl](http://www.projectenergy.pl)

*Tytuł opracowania*

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU  
SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. JANA PAWŁA II W ZAGRODNIĘ

*Adres obiektu*

Zagrodno 181A  
59-516 Zagrodno

*Inwestor*

Gmina Zagrodno  
Zagrodno 52  
59-516 Zagrodno

*Opracowała*

mgr inż. Paweł Filaber

*Data wykonania*

25.11.2023r.

## 1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	Budynek Szkoły	<b>1.2 Rok budowy</b>	19...
<b>1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)</b>	Gmina Zagrodno Zagrodno 52 59-516 Zagrodno	<b>1.4 Adres budynku</b>	Zagrodno 181A 59-516 Zagrodno
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:</b>			
Project Energy Sp. z o.o. Al. Bohaterów Września 9, Bud. 10 lokal 209, 00-973 Warszawa, NIP 525-257-02-54			
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:</b>			
mgr inż. Paweł Filaber, ul. Rodzinna 4, 05-200 Nowe Lipiny Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1420			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:</b>	
1			
<b>5. Miejscowość:</b>	Warszawa	<b>Data wykonania opracowania:</b>	25.11.2023r.
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU .....		2
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup> .....		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 .....		10
5	OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU .....		14
6	ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI .....		15
7	ANALIZA MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI INSTALACJI OŚWIETLENIA.....		24
8	DOKUMENTACJA WYBORU OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO BUDYNKU .....		27
9	WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW .....		27
10	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU .....		28

## 2 Karta audytu energetycznego budynku<sup>1)</sup>

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna, murowana	Tradycyjna, murowana
2.	Liczba kondygnacji	1+piwnica	1+piwnica
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	4 433,40	4 433,40
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	1 642,00	1 642,00
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	1 642,00	1 642,00
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	181	181
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny (z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej bez strat) oraz elektryczny podgrzewacz przepływowy (50/50)	Kotły kondensacyjne, opalane gazem ziemnym lub olejem opałowym lekkim, o mocy: powyżej 50 kW oraz powietrzna pompa ciepła (30/70)
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej: powyżej 120 do 1200 kW	Kotły gazowe kondensacyjne niskotemperaturowe (55/45°C) o mocy nominalnej: powyżej 50 do 120 kW, oraz powietrzna pompa ciepła (30/70)
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,0	1,0
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m<sup>2</sup>K)</b>			
1.	Drzwi	2,30	1,30
2.	Okno zewnętrzne nowe	1,70	0,90
3.	Okno zewnętrzne piwnic	2,30	1,40
4.	Okno zewnętrzne stare	2,30	0,90
5.	Podłoga na gruncie	0,26	0,26

6.	Podłoga na gruncie do ocieplenia	0,40	0,26
7.	Podłoga piwnic	0,23	0,23
8.	Stropodach	0,33	0,14
9.	strop nad piwnicą	0,22	0,22
10.	Ściana zewnętrzna ocieplona	0,30	0,30
11.	Ściana zewnętrzna do ocieplenia	0,96	0,18
<b>3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,94	2,39
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,97
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,83	2,08
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,50	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
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 <sup>3</sup> /h]	5 477	4 527
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	1,24	1,02
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego[kW]	139,85	91,04
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	4,21	4,21
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	628,65	254,86
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	904,53	105,86
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	41,96	30,65

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 <sup>2</sup> rok)]	106	43
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	153	18
10. <sup>1)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	70%
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)</b>			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>2)</sup> [zł/GJ]	89,18	215,70
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>3)</sup> [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>2)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	31,04	18,12
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc <sup>3)</sup> [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	4,09	0,48
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł] - Opłata za 1GJ na ogrzewanie [zł]	-	-
<b>8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	171,85	30,06
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	215,40	29,66
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	85,6%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	809,98	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	19,35	
6.	Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]	84,06	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	74 276,19	

8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] <sup>4)</sup>	49,72	
<b>8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	Brutto
		1 633 263,66	2 008 914,30
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] <sup>4)</sup>	netto	Brutto
		318 237,40	391 432,00
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 [%] <sup>4)</sup>	16,3%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE <sup>5)</sup>		
5.	Premia termomodernizacyjna <sup>6)</sup> [zł]*)	n/d	
<b>9. Grant termomodernizacyjny</b>			
1. Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]			n/d
2. Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku <del>ODPOWIADAJA</del> / NIE ODPOWIADAJA <sup>7)</sup> 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] <sup>8)**)</sup>			n/d
<b>10. Premia MZG i grant MZG<sup>9)</sup></b>			
1. Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <sup>7)</sup> w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: <del>TAK</del> /NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 <sup>7)</sup>			
2. Wysokość premii MZG [zł]		n/d	
3. Wysokość grantu MZG [zł] <sup>4)***)</sup>		n/d	
4. Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]		n/d	
<b>11. Inne</b>			
1. W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <del>ZOSTANIE</del> / NIE ZOSTANIE <sup>7)</sup> zastosowana wysokosprawna kogeneracja			
2. Budynek <del>JEST</del> / NIE JEST <sup>7)</sup> wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków			
3. Przedsięwzięcie <del>STANOWI</del> / NIE STANOWI <sup>7)</sup> przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy			
4. Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA <sup>7)</sup> , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy <sup>10)</sup> <b>NIE DOTYCZY</b>			

- <sup>1)</sup> 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.
- <sup>2)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
- <sup>3)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
- <sup>4)</sup> Jeśli dotyczy.
- <sup>5)</sup> Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
- <sup>6)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
- <sup>7)</sup> Niepotrzebne skreślić.
- <sup>8)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
- <sup>9)</sup> Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.
- <sup>10)</sup> 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.
- <sup>\*)</sup> 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.
- <sup>\*\*)</sup> 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.
- <sup>\*\*\*)</sup> 30% kosztów przedsięwzięcia netto.

Strumień powietrza wentylacyjnego policzony w załączniku nr 1.

Zużycie CWU wyliczono w załączniku nr 2. Wartość zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie wody wykorzystano jedynie do obliczenia procentowej oszczędności zużycia ciepła na cele co i cwu w poszczególnych wariantach termomodernizacyjnych.

*(\* Nie uwzględnia redukcji kosztów wynikających z zastosowania instalacji fotowoltaicznej opisanej w dalszej części opracowania.*

### 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 instalacji ogrzewczych wraz ze źródłem ciepła,
- propozycję rozwiązań termomodernizacyjnych pozwalających na zmniejszenie zużycia ciepła w rozpatrywanym budynku,
- procedurę wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

Realizacja powyższych przedsięwzięć ma prowadzić do zmniejszenia kosztów ogrzewania i zmniejszenia emisji zanieczyszczeń.

### 3.2 Dokumentacja projektowa

- Książka obiektu budowlanego
- Inwentaryzacja budynku wykonana na potrzeby opracowania.
- Dokumentacja dostarczona przez Zamawiającego.

### 3.3 Inne dokumenty:

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji, zużycia ciepła itp.
- Wizja lokalna.
- Obowiązujące normy i rozporządzenia:
  - Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (publ. t.j. Dz.U. 2020 poz.213 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2020 poz. 471)
  - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (publ. t.j. Dz.U.2019 poz. 1186, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz. U. 2019 poz. 1309, 1524, 1696, 1712, 1815, 2166, 2170, Dz.U. 2020 poz. 148,471, 695, 782).
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (publ. t.j. Dz.U. 2019, poz.1065).
  - Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (publ. t.j. Dz.U. 2018 poz. 1935, w szczególności par. 11 ust 2 pkt 10 i pkt 12).
  - Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (publ. t.j. Dz.U. 2020 poz. 22, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2020 poz. 284, 412)
  - Rozporządzenie 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)

- 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 (Dz.U. 2015 poz.376 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2017 poz. 22, Dz.U. 2019 poz. 1829).
- 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 Wizja lokalna

Listopad 2023 roku.

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

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych. W audycie posłużono się danymi jednego z działań na termomodernizację, w którym wysokość dotacji wynosiła do 70% kosztów kwalifikowanych.

### 3.6 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

Zleceniodawca podał następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu, dla których należy wykonać analizę ekonomiczną uzasadniającą podjęcie prac modernizacyjnych:

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
- Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części budynku
- Wymiana okien w piwnicy
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Wymiana okien
- Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic przy gruncie
- Ocieplenie stropodachu
- Ocieplenie podłogi na gruncie w części budynku
- Modernizacja oświetlenia
- Budowa instalacji fotowoltaicznej.

Ponadto należy obniżyć koszty ogrzewania budynku, oraz należy zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w tym CO<sub>2</sub> w wyniku zmniejszenia produkcji ciepła dla budynku.

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe należy dopasować do warunków technicznych obowiązujących od 2021 roku.

## **4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego**

### **4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3**

#### **4.2 Opis techniczny podstawowych elementów budynku**

Budynek częściowo podpiwniczony wzniesiony w technologii tradycyjnej murowanej z cegły ceramicznej ocieplony. Stropodach wentylowany ocieplony wełną mineralną kryty papą.

Stołarka otworowa w stanie technicznym wykazującym potencjal oszczędności.

Budynek zasilany jest w ciepło na cele co i c.w.u. z własnej kotłowni gazowej, zlokalizowanej w audytowanym budynku, w stanie technicznym dostatecznym.

Instalacja c.o. w budynku stalowa rurowa, grzejniki bez zaworów termostatycznych.

#### 4.3 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest poprzez wentylację grawitacyjną. Świeże powietrze infiltruje przez nieszczelności okien i drzwi.

#### 4.4 Źródło ciepła

Budynek zasilany jest w ciepło na cele c.o. z własnej kotłowni gazowej, zlokalizowanej w audytowanym budynku, w stanie technicznym dostatecznym. Instalacja c.o. w budynku oraz grzejniki stalowe bez zaworów termostacyjnych w stanie technicznym dobrym wymagającym modernizacji. Do przygotowania ciepłej wody użytkowej wykorzystywane są podgrzewacze elektryczne akumulacyjne oraz przepływowe.

#### 4.5 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe bez zaworów termostacyjnych w stanie technicznym dostatecznym. Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,94
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e$	0,77
3	Sprawność przesyłu ciepła	$\eta_d$	0,96
4	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta$	0,70
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t$	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d$	1,00

Do wyznaczenia ogólnej sprawności systemu centralnego ogrzewania posłużono się obowiązującymi przepisami.

#### 4.6 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Do przygotowania ciepłej wody użytkowej wykorzystywane są podgrzewacze elektryczne akumulacyjne oraz przepływowe w stosunku 50/50. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_g$	0,98

2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_d$	1,00
3	Sprawność akumulacji	$\eta_e$	0,93
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	$\eta$	0,90

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

#### 4.7 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 (załącznik 1).

Moc zamówioną obliczono na podstawie normy PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze 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).

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

–PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”

–PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.

–„Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.

–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.

#### 4.8 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego.

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,1399
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	628,65
Ogólna sprawność systemu	%	69,50
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	904,53

#### 4.9 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	89,18
Om**	zł/MW/mc	0,00
Ab	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,14
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	904,53
Roczna opłata zmienna	zł/rok	80 664,76
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	80 664,76
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

#### 4.10 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	269,92
Om**	zł/mc	0,00
Ab0	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody	MW	0,0042

Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/rok	41,96
Roczna opłata zmienna	zł/rok	11 324,78
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	11 324,78
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

#### 4.11 Roczny, obliczeniowy koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	80 664,76
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	11 324,78
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	91 989,55

#### 4.12 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	w stanie obecnym	po termo-modernizacji
$t_{w0}$	$^{\circ}\text{C}$	20	20
$t_{z0}$	$^{\circ}\text{C}$	-20	-20
Sd dla $T=20^{\circ}\text{C}$	dzień $\cdot$ K/a	3 468	3 468
Centralne ogrzewanie			
$O_{m0}$	zł/MW/m-c	0,00	0,00
$O_{z0}$	zł/GJ	89,18	215,70
$Ab_0$	zł/m-c	0,00	0,00
Ciepła woda użytkowa			
$O_{m0}$	zł/MW/m-c	0,00	0,00
$O_{z0}$	zł/GJ	269,92	215,70
$Ab_0$	zł/m-c	0,00	0,00

Ceny z dnia sporządzania audytu, zawierają VAT.

## 5 Ocena stanu technicznego budynku

Stan techniczny budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych ocenia się jako dostateczny. Współczynniki przenikania ciepła dla podłogi na gruncie, ścian zewnętrznych i stropodachu odbiegają od obecnie obowiązujących przepisów. Stolarka okienna i drzwiowa nie spełnia obowiązujących przepisów, powodując straty ciepła przez przenikanie oraz infiltrację zimnego powietrza do przestrzeni ogrzewanych. Instalacje co i cwu wykazują duży

potencjał oszczędności. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

## 6 Analiza poszczególnych wariantów termomodernizacji

### 6.1 Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę montaż pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie, która będzie zapewniała ok. 70% zapotrzebowania na ciepło na cele centralnego ogrzewania oraz wymianę istniejącego kotła gazowego na nowy kondensacyjny jako źródło pomocnicze, które będzie pokrywać ok. 30% zapotrzebowania na ciepło. Ponadto planuje się wymianę instalacji centralnego ogrzewania, jej izolację termiczną oraz zamontowanie grzejników stalowych, płytowych z zaworami termostatycznymi.

UWAGA! Po wymianie źródła ciepła na pompę ciepła, należy pamiętać o zmianie warunków i mocy przyłącza do sieci elektroenergetycznej.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,1399	0,1399
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	628,7	628,7
Sprawność wytwarzania $\eta_g$	-	0,94	2,39
Sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_d$	-	0,77	0,88
Sprawność przesyłu $\eta_e$	-	0,96	0,96
Sprawność akumulacji $\eta_s$	-	1,00	0,97
Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta_{tot}$	-	0,695	1,944
Obniżenie tygodniowe	-	1,00	0,85
Obniżenie nocne	-	1,00	0,95
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	904,53	261,13
Opłata zmienna Oz	zł/GJ	89,18	215,70
Opłata stała Om	zł/MW/m-c	0,00	0,00
Abonament A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	80 664,76	56 324,28
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym z uwzględnieniem oszczędności kosztów wynikających z instalacji z PV	zł/rok	80 664,76	56 324,28
		Różnica	24 340,48
		Koszt	468 565,00
		SPBT	19,3

W ramach prac związanych z modernizacją systemu ogrzewania pojawił się koszt niekwalifikowany związany z wymianą kotła gazowego na kocioł gazowy, którego szacunkowy koszt wynosić będzie 12 300zł brutto który został odjęty od kosztów modernizacji instalacji CO.

W dalszej części opracowania przyjmuje się jako wariant optymalny wymianę instalacji c.o. oraz montaż pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie, która będzie zapewniała ok. 70% zapotrzebowania na ciepło na cele centralnego ogrzewania oraz kotła gazowego jako źródło pomocnicze, które będzie pokrywać ok. 30% zapotrzebowania na ciepło. Przedstawione wyliczenia rocznego kosztu ogrzewania w sezonie standardowym po modernizacji instalacji c.o. nie uwzględniają oszczędności kosztów wynikające z produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej w sezonie grzewczym. Usprawnienie dotyczące montażu instalacji fotowoltaicznej zostanie przedstawione w końcowej części opracowania.

## 6.2 Usprawnienia dotyczące systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji ciepłej wody użytkowej poprzez montaż pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie, która będzie zapewniała ok. 70% zapotrzebowania na ciepło na cele centralnego ogrzewania oraz montaż kotła gazowego kondensacyjnego jako źródło pomocnicze, które będzie pokrywać ok. 30% zapotrzebowania na ciepło. Wymianę zasobnika ciepłej wody i zastosowanie automatyki sterującej. Ponadto planuje się częściową wymianę instalacji.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\bar{r}} = q_{cwu\max}$ /Nh	MW	0,00421	0,00421
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego QK,W	GJ/rok	41,96	30,65
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	41,96	30,65
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,98	2,08
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	0,70



sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	0,93	0,85
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	1,00	1,00
Opłata zmienna Oz	zł/GJ	0,90	1,23
Opłata stała Om	zł/MW/m-c	269,92	215,70
Abonament A	zł	0,00	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	0,00	0,00
Roczna opłata stała	zł/rok	11 324,78	6 610,77
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00	0,00
Roczny koszt przygotowania c.w.u.		0,00	0,00
Różnica			4 714,01
Koszt			107 713,00
SPBT			22,8

Rozwiązanie to spełnia wymagania WT2021.

### 6.3 Usprawnienie dotyczące docieplenia stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu wełną mineralną o współczynniku przewodności cieplnej  $\lambda = 0,036$  W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

$\Lambda$	0,036	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	1376,29	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A <sub>koszt</sub>	1376,29	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		3,33	3,89	4,44
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	3,058	6,39	6,95	7,50
4	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,327	0,156	0,144	0,133
5	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub>	GJ/a	99,53	47,62	43,81	40,57
6	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub>	MW	0,018	0,009	0,008	0,007
7	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	zł/a		4 629,14	4 968,77	5 258,10
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		346,50	350,00	380,90
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		476 884,49	481 701,50	524 228,86
10	SPBT=NU/ $\Delta O_{ru}$	lata		103,0	96,9	99,7
Wybrany wariant: 2		Koszt: 481 701,50 zł		SPBT= 96,9 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie stropodachu warstwą izolacji o grubości 14 cm o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ . 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) (SPBTmin)".

#### 6.4 Usprawnienie dotyczące docieplenia ścian zewnętrznych starej części budynku

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych starej części budynku warstwą izolacji o współczynniku przewodności cieplnej  $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ . Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

$\lambda$	0,031	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	431,81	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A <sub>koszt</sub>	518,17	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,14	0,14	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		4,50	4,52	4,53
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	1,038	5,538	5,555	5,571
4	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	0,963	0,181	0,180	0,180
5	$Q_{0U}, Q_{1U}$	GJ/a	124,59	23,36	23,29	23,22
6	$q_{0U}, q_{1U}$	MW	0,017	0,003	0,003	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	zł/a		9 027,35	9 033,40	9 039,42
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		392,00	400,00	448,00
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		203 123,42	207 268,80	232 141,06
10	SPBT=NU/ $\Delta O_{ru}$	lata		22,5	22,9	25,7
Wybrany wariant: 2		Koszt: 207 268,80 zł		SPBT= 22,9 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 14 cm o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ . 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<sub>min</sub>)”.

## 6.5 Usprawnienie dotyczące docieplenia ścian zewnętrznych piwnic

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic warstwą izolacji o współczynniku przewodności cieplnej  $\lambda = 0,036$  W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

$\Lambda$	0,036	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	142,40	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A <sub>koszt</sub>	71,20	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,06	0,08	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		1,67	2,22	2,78
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	1,855	3,52	4,08	4,63
4	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,539	0,284	0,245	0,216
5	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub>	GJ/a	16,97	8,94	7,72	6,80
6	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub>	MW	0,0006	0,0003	0,0003	0,000
7	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	zł/a		716,35	825,00	907,59
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		693,00	700,00	777,10
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		49 341,60	49 840,00	55 329,52
10	SPBT=NU/ $\Delta O_{ru}$	lata		68,9	60,4	61,0
Wybrany wariant: 2		Koszt: 49 840,00 zł		SPBT= 60,4 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic warstwą izolacji o grubości 8 cm o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036$  W/mK. 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) (SPBTmin)”.

## 6.6 Usprawnienie dotyczące docieplenia podłogi na gruncie w starej części budynku

Rozpatruje się ocieplenie podłogi na gruncie w starej części budynku warstwą izolacji o współczynniku przewodności cieplnej  $\lambda = 0,040$  W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

$\Lambda$	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	390,00	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A <sub>koszt</sub>	390,00	m <sup>2</sup> - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,03	0,05	0,07
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		0,75	1,25	1,75
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	2,488	3,24	3,74	4,24
4	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,402	0,309	0,268	0,236
5	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub>	GJ/a	34,67	26,64	23,08	20,35
6	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub>	MW	0,006	0,005	0,004	0,004
7	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru}$	zł/a		716,30	1 034,13	1 276,95
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		693,00	700,00	885,40
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		270 270,00	273 000,00	345 306,00
10	SPBT=NU/ $\Delta O_{ru}$	lata		377,3	264,0	270,4
Wybrany wariant: 2		Koszt: 273 000,00 zł		SPBT= 264 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie podłogi na gruncie w starej części budynku warstwą izolacji o grubości 5 cm o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040$  W/mK. 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) (SPBTmin)”.

## 6.7 Usprawnienie dotyczące okien zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę okien zewnętrznych na nowe okna. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy warianty różniące się współczynnikiem przenikania okien  $U$  [ $W/m^2K$ ]. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe ceny rynkowe z dany sporządzania audytu.

Powierzchnia okien do wymiany: 224,54m <sup>2</sup>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$W/m^2K$	2,052	1,10	0,90	0,70
2	Współczynnik $C_r$	-	1,20	1,00	1,00	1,00
3	Współczynnik $C_m$	-	1,30	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1$	GJ/a	318,60	189,75	176,29	162,84
5	$q_0, q_1$	MW	0,0339	0,0253	0,0235	0,0217
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		11 490,9	12 690,8	13 890,7
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/m <sup>2</sup>		1 728,00	1 800,00	2 150,20
8	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	zł		388 005,12	404 172,00	482 805,91
9	SPBT	lata		33,8	31,8	34,8
Wybrany wariant: 2		Koszt: 404 172,00 zł		SPBT= 31,8 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: wymiana okien zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 W/m^2K$ . Rozwiązanie to spełnia obowiązujące wymagania WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r 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) (SPBTmin)”.

## 6.8 Usprawnienie dotyczące okien zewnętrznych piwnic

Rozpatruje się wymianę okien zewnętrznych piwnic na nowe okna. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy warianty różniące się

współczynnikiem przenikania okien  $U$  [ $W/m^2K$ ]. Cena No zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia okien do wymiany: 6,48m <sup>2</sup>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$W/m^2K$	2,300	1,60	1,40	1,20
2	Współczynnik $C_r$	-	1,20	1,00	1,00	1,00
3	Współczynnik $C_m$	-	1,30	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1$	GJ/a	13,66	9,00	8,61	8,22
5	$q_0, q_1$	MW	0,0015	0,0012	0,0011	0,0011
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		415,5	450,1	484,7
7	Jednostkowy koszt wymiany okien	zł/m <sup>2</sup>		1 728,00	1 800,00	2 118,50
8	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	zł		11 197,44	11 664,00	13 727,88
9	SPBT	lata		27,0	25,9	28,3
Wybrany wariant: 2		Koszt: 11 664,00 zł		SPBT= 25,9 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: wymiana okien zewnętrznych piwnic na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 1,4 W/m^2K$ . Rozwiązanie to spełnia obowiązujące wymagania WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r 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<sub>min</sub>)”.

## 6.9 Usprawnienie dotyczące starych drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę starych drzwi zewnętrznych na nowe szczelne. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy warianty różniące się współczynnikiem przenikania drzwi  $U$  [ $W/m^2K$ ]. Cena  $N_{dz}$  zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia drzwi do wymiany: 6,7 m <sup>2</sup>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m <sup>2</sup> K	2,30	1,50	1,30	1,10
2	Współczynnik C <sub>r</sub>	-	1,20	1,00	1,00	1,00
3	Współczynnik C <sub>m</sub>	-	1,30	1,00	1,00	1,00
4	Q <sub>0</sub> , Q <sub>1</sub>	GJ/a	34,27	22,02	21,61	21,21
5	q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub>	MW	0,0043	0,0040	0,0039	0,0038
6	ΔQ <sub>rok</sub> + ΔQ <sub>rw</sub>	zł/rok		1 092,4	1 128,4	1 164,5
7	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	zł/m <sup>2</sup>		3 325,0	3 500,0	3 681,8
8	Koszt wymiany drzwi N <sub>DZ</sub>	zł		30 390,50	31 990,00	33 651,65
9	SPBT	lata		27,8	28,3	28,9
Wybrany wariant :2		Koszt: 31 990,00 zł		SPBT= 28,3 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Rozwiązanie to spełnia wymagania obowiązujących warunków technicznych 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<sub>min</sub>)”.

#### 6.10 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów SPBT

Lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	468 565,00	19,25
2	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	107 713,00	22,8
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części budynku	207 268,80	22,94
4	Wymiana okien w piwnicy	11 664,00	25,91
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	31 990,00	28,35
6	Wymiana okien	404 172,00	31,85
7	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic przy gruncie	49 840,00	60,41
8	Ocieplenie stropodachu	481 701,50	96,95
9	Ocieplenie podłogi na gruncie w części budynku	273 000,00	263,99



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

### 6.11 Zapotrzebowanie na moc i ciepło oraz określenie efektów finansowych dla każdego z wariantów

Wariant	Moc CO <sup>1)</sup> MW	Moc CWU <sup>1)</sup> MW	Zapotrz. CO <sup>2)</sup> GJ/rok	Zapotrz. CO <sup>3)</sup> GJ/rok	Zapotrz. CWU GJ/rok	Efekt GJ/rok	Koszt c.o. <sup>4)</sup> zł/rok	Koszt c.w.u. <sup>4)</sup> zł/rok	Koszt c.o.+c.w.u zł/rok	Efekt zł/rok
IX	0,091043	0,00421	254,86	105,9	30,6	810	9 440,78	8 272,58	17 713,36	74 276,19
VIII	0,092718	0,00421	267,69	111,2	30,6	805	9 916,00	8 272,58	18 188,59	73 800,96
VII	0,100768	0,00421	329,33	136,8	30,6	779	12 199,36	8 272,58	20 471,95	71 517,60
VI	0,102104	0,00421	339,56	141,0	30,6	775	12 578,48	8 272,58	20 851,07	71 138,48
V	0,122663	0,00421	497,00	206,4	30,6	709	18 410,44	8 272,58	26 683,03	65 306,52
IV	0,124491	0,00421	511,00	212,3	30,6	704	18 929,00	8 272,58	27 201,59	64 787,96
III	0,125220	0,00421	516,58	214,6	30,6	701	19 135,85	8 272,58	27 408,43	64 581,12
II	0,139854	0,00421	628,65	261,1	30,6	655	23 287,08	8 272,58	31 559,66	60 429,89
I	0,139854	0,00421	628,65	261,1	42,0	643	23 287,08	11 324,78	34 611,86	57 377,69
Stan istn.	0,139854	0,00421	628,65	904,5	42,0	0,0	80 664,76	11 324,78	91 989,55	

4) 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 c.o.

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

Wariant	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego*)
IX	1+2+3+4+5+6+7+8+9
VIII	1+2+3+4+5+6+7+8
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 6.10.

## 7 Analiza możliwości modernizacji instalacji oświetlenia

### 7.1 Ocena stanu istniejącego instalacji elektrycznej i oświetleniowej



Obiekt jest zasilany w energię elektryczną przyłączem do sieci elektroenergetycznej. Wnętrze budynku jest oświetlane przez oświetlenie naturalne (poprzez okna w pomieszczeniach) wraz z wykorzystaniem oświetlenia halogenowego, żarowego oraz częściowo LED.

## 7.2 Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia

Zakłada się zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez wymianę starych opraw oświetleniowych na energooszczędne oprawy LED uwzględniając zastąpienie istniejących źródeł światła oraz zastosowanie czujników ruchu w toaletach lub czujników zmierzchowych w korytarzach i hollach. Prace mają na celu zmniejszenie mocy zainstalowanej instalacji oświetlenia. Rozróżnia się następujące typy istniejących opraw oświetleniowych, które zostaną poddane analizie:

Lp.	Typ oprawy	Liczba opraw	Moc oprawy [W]	Moc poszczególnych źródeł światła [kW]
1	Jarzeniówki	160	72	11,520
2	żarówki	55	60	3,300
<b>Razem moc zainstalowana źródeł światła [kW]</b>				14,820

W związku z uciążliwym charakterem pracy oświetlenia halogenowego oraz żarówek, dużym poborem prądu, wytwarzanych hałasem oraz awaryjnością, w analizowanym budynku planuje się zastąpienie istniejącego starego oświetlenia oprawami LED oraz montaż czujników ruchu w toaletach lub czujników zmierzchowych w korytarzach i hollach. Planowane usprawnienie nie obejmuje wymiany istniejących opraw LED.

Lp.	Parametry	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
1	Zainstalowana moc oświetlenia $P_i$	kW	14,820	9,781
2	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia $t_d$	h/rok	1 200	1 200
3	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy $t_n$	h/rok	100	100
4	Czas użytkowania oświetlenia $t_u^{1)}$	h/rok	1 300	1 300
5	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego $F_D$	-	1,00	1,00
6	Współczynnik uwzględniający nieobecności użytkowników $F_O$	-	1,00	1,00
7	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego $F_C$	-	1,00	1,00
8	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh/rok	19 266,00	11 444,00
9	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	18 720,77	11 120,14
10	Roczna oszczędność energii	kWh		7 822,00

11	Roczna oszczędność kosztów $\Delta Q_{rok}$	zł/rok		7 600,63
12	Cena usprawnienia $N_U$	zł		86 000,00
13	SPBT= $N_U/Dorok$	lata		11,3
14	Oszczędności	%		40,6%

59) Czas pracy instalacji oświetlenia oparty o metodologię obliczania charakterystyki energetycznej budynków (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej) został skorygowany uwzględniając rzeczywiste zużycie energii elektrycznej w budynku.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że wykonanie modernizacji polegającej na wymianie i redukcji mocy źródeł światła poprzez zastosowanie wysokosprawnego źródła światła LED jest opłacalne. Nowe oświetlenie opiera się na energooszczędnym oświetleniu LED, charakteryzującym się między innymi brakiem pulsowania światła, płynnym włączaniem, zmniejszeniem zużycia energii elektrycznej i mocy oprawy. Dodatkowymi korzyściami wynikającymi z zastosowania opraw typu LED będzie brak wydatków na wymianę źródeł światła (średnia trwałość oprawy LED 50 000 h  $\sim$ 10lat) – świetlówek T5 i kosztów ich recyklingu.

### 7.3 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. Łączna moc instalacji nie powinna przekroczyć 50kW.

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną po modernizacji oświetlenia	kWh/rok	82 660,78	82 660,78	82 660,78
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	80 321,48	80 321,48	80 321,48
3	Moc pojedynczego panela fotowoltaicznego	Wp	440,00	440,00	440,00
4	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	102	113	124
5	Powierzchnia elektrowni	m <sup>2</sup>	186,2	206,2	226,8
6	Moc instalacji	Wp	44 880	49 720	54 692
7	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	46 181,26	51 161,59	55 280,02
8	Koszt energii elektrycznej u dostawcy	zł/kWh	0,97	0,97	0,97
9	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	253 841,28	278 432,00	306 887,75
10	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną	%	56%	62%	67%
11	Oszczędności	zł/rok	44 874,33	49 713,72	53 715,59
12	SPBT	lata	5,66	5,60	5,71

## 8 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
10.	1+2+3+4+5+6+7+8+9+ ośw + PV	2 400 346,30	131 590,54	85,6%	984 141,98
9.	1+2+3+4+5+6+7+8+9	2 035 914,30	74 276,19	85,6%	834 724,86
8.	1+2+3+4+5+6+7+8	1 762 914,30	73 800,96	85,0%	722 794,86
7.	1+2+3+4+5+6+7	1 281 212,80	71 517,60	82,3%	525 297,25
6.	1+2+3+4+5+6	1 231 372,80	71 138,48	81,9%	504 862,85
5.	1+2+3+4+5	827 200,80	65 306,52	75,0%	339 152,33
4.	1+2+3+4	795 210,80	64 787,96	74,3%	326 036,43
3.	1+2+3	783 546,80	64 581,12	74,1%	321 254,19
2.	1+2	576 278,00	60 429,89	69,2%	236 273,98
1.	1	468 565,00	57 377,69	68,0%	192 111,65

## 9 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 IX + oświetlenie + PV**, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych starej części budynku
4. Wymiana okien w piwnicy
5. Wymiana drzwi zewnętrznych
6. Wymiana okien
7. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic przy gruncie
8. Ocieplenie stropodachu
9. Ocieplenie podłogi na gruncie w części budynku
10. Modernizacja instalacji oświetlenia
- 11. Montaż instalacji fotowoltaicznej**

## 10 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*Cw	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	szt.	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /h lub wym/h	m <sup>3</sup> /h
Przed modernizacją						
1	Minimalny strumień powietrza na osobę w pomieszczeniach ogrzewanych	181	-	1,20	20	4 344,0
Po modernizacji						
1	Minimalny strumień powietrza na osobę w pomieszczeniach ogrzewanych	181	-	1,00	20	3 620,0

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 Cm	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	szt.	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> /h lub wym/h	m <sup>3</sup> /h
Przed modernizacją						
1	Sala lekcyjna	-	2522,90	1,20	0,5	1 513,7
2	Piwnica		2223,70	1,30	0,5	1 445,4
Po modernizacji						
1	Sala lekcyjna	-	2522,90	1,00	0,5	1 261,5
2	Piwnica		2223,70	1,00	0,5	1 111,9

**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 $V_{wi}$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,80	0,80
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	$\text{m}^2$	1 754,26	1 754,26
3	ciepło właściwe wody $c_w$	$\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	4,19	4,19
4	gęstość wody $\rho_w$	$\text{kg/dm}^3$	1	1
5	temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym $\theta_w$	$^{\circ}\text{C}$	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	$^{\circ}\text{C}$	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej $k_R$	-	0,55	0,55
8	liczba dni w roku $t_r$	Doba	260	260
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_r \cdot t_r / (3600)$	$\text{kWh/rok}$	10 511,0	10 511,0
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,98	2,08
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	0,70
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,93	0,85
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,902	1,235
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	$\text{kWh/a}$	11 654,61	8 513,52
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową $E_{KW}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	6,64	4,85
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{PW}$	$\text{kWh/rok}$	29 136,52	17 708,11
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną $E_{PW}$	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	16,61	10,09
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	$\text{GJ/a}$	41,96	30,65

## 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	181	181
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$	l/os	8,0	8,0
3	Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{hśr} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m <sup>3</sup> /h	0,080	0,080
4	Wsp. Godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L - 0,244$	-	2,62	2,62
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m3 wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m <sup>3</sup>	0,53	0,15
6	Max. Moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{hśr} * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * N_h / 3600$	kW	11,04	11,04
7	Średnia moc c.w.u. $q_{cwuśr} = q_{cwumax} / N_h$	kW	4,21	4,21



Załącznik 3 – Zdjęcia budynku

N



### 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:	Audyty energetyczny budynku	
	stan istniejący	
Miejscowość:	59-516 Zagrodno	
Adres:	Zagrodno 181A	
Projektant:	mgr inż. Paweł Filaber	
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 III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Legnica	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	1754,26	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	4746,6	m <sup>3</sup>
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	139854,0	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	79,7	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	29,5	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące $V_{infv}$ :	498,4	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,2	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	5476,7	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Legnica	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	5476,7	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	628,65	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	174625	kWh/rok



Powierzchnia ogrzewana budynku	$A_H$ :	1754,26	$m^2$
Kubatura ogrzewana budynku	$V_H$ :	4746,6	$m^3$
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	$E_{AH}$ :	358,4	$MJ/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	$E_{AH}$ :	99,5	$kWh/(m^2 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	$E_{VH}$ :	132,4	$MJ/(m^3 \cdot rok)$
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie	$E_{VH}$ :	36,8	$kWh/(m^3 \cdot rok)$

## Wyniki – Zestawienie przegród

stan istniejący

Lp.	Opis	U	A
		$W/m^2 \cdot K$	$m^2$
1	Drzwi	2,300	9,14
2	Okno zewnętrzne nowe	1,700	92,86
3	Okno zewnętrzne piwnic	2,300	6,48
4	Okno zewnętrzne stare	2,300	131,68
5	Podłoga na gruncie	0,261	798,70
6	Podłoga na gruncie do ocieplenia	0,402	390,00
7	Podłoga piwnic	0,231	261,18
8	Stropodach	0,327	1376,29
9	strop nad piwnicą	0,221	261,18
10	Ściana zewnętrzna ocieplona	0,295	346,38
11	Ściana zewnętrzna do ocieplenia	0,963	431,81
12	Ściana zewnętrzna piwnic	0,539	142,40

## Wyniki – Zestawienie pomieszczeń

stan istniejący

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	$^{\circ}C$	$m^2$	$m^3$
Sala lekcyjna	20,0	934,4	2522,9
Piwnica	16,0	112,26	313,2
Sala lekcyjna	20,0	707,60	1910,5

## Wyniki – Ogólne

Podstawowe informacje:	
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku
	stan docelowy
Miejscowość:	59-516 Zagrodno
Adres:	Zagrodno 181A
Projektant:	mgr inż. Paweł Filaber
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 III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Legnica	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	1754,26	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	4746,60	m <sup>3</sup>
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	91043,00	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	51,9	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	19,2	W/m <sup>3</sup>
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze in filtrujące $V_{infv}$ :	498,4	m <sup>3</sup> /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1	
Dopływające powietrze wentylacyjne $V_v$ :	4527,4	m <sup>3</sup> /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza $\theta_v$ :	-20	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Legnica	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	4527,4	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	254,9	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło – ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	70793,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	1754,3	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	4746,6	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie $E_{AH}$ :	145,3	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie $E_{AH}$ :	40,4	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie $E_{VH}$ :	53,7	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania – ogrzewanie $E_{VH}$ :	14,9	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

## Wyniki – Zestawienie przegród

stan po termomodernizacji

Lp.	Opis	U	A
		W/m <sup>2</sup> ·K	m <sup>2</sup>
1	Drzwi	1,300	9,14
2	Okno zewnętrzne nowe	0,900	92,86
3	Okno zewnętrzne piwnic	1,400	6,48
4	Okno zewnętrzne stare	0,900	131,68
5	Podłoga na gruncie	0,261	798,70
6	Podłoga na gruncie do ocieplenia	0,256	390,00
7	Podłoga piwnic	0,231	261,18

8	Stropodach	0,144	1376,29
9	strop nad piwnicą	0,221	261,18
10	Ściana zewnętrzna ocieplona	0,295	346,38
11	Ściana zewnętrzna do ocieplenia	0,180	431,81
12	Ściana zewnętrzna piwnic	0,233	142,40

Wyniki – Zestawienie pomieszczeń

stan po termomodernizacji

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Sala lekcyjna	20,0	934,4	2522,9
Piwnica	16,0	112,26	313,2
Sala lekcyjna	20,0	707,60	1910,5

### Załącznik 5

Obliczenie wskaźników projektu i efektu ekologicznego.

Obliczenie emisji gazów i zanieczyszczeń

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia efektu ekologicznego przyjęto wg:

- „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023.” Opublikowane przez KOBIZE
- „Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2021 rok.” Opublikowane przez KOBIZE

Wskaźniki jednostkowe emisji:

Wskaźniki jednostkowe emisji CO <sub>2</sub> :			
Jedn.	-	Gaz ziemny	En el.
[g/kWh]	-	199,40	708,00
[kg/GJ]	-	55,39	196,67
WE PM10 [g/kWh]	-	0,0018	0,256
WE PM2.5 [g/kWh]	-	0,0018	0,198

Opis usprawnienia	-	Energia cieplna z: gaz ziemny	Energia elektryczna z sieci	Emisja CO <sub>2</sub>
	-	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[t/rok]
<b>Stan istniejący</b>	-	251,26	82,66	108,63
<b>Stan po realizacji projektu</b>	-	11,38	31,50	24,57
<b>Całość projektu (redukcja)</b>	-	239,88	51,16	84,06

Obliczenie energii pierwotnej

Wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej $w_i$			
-	Gaz ziemny	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej
-	1,1	2,5	0,0

Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową	$E_{k\ co+cwu}$	$E_{k\ ośw}$	$E_k$
Jednostki	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]
Stan istniejący	160,12	11,73	171,85
Stan po realizacji projektu	23,09	6,97	30,06
Całość projektu (redukcja)	137,02	4,76	141,79
Całość projektu (redukcja)	85,58%	40,60%	82,51%
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną	$EP_{h+w}$	$EP_{ośw}$	EP
Jednostki	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]
Stan istniejący	186,07	29,33	215,40
Stan po realizacji projektu	23,02	6,64	29,66
Całość projektu (redukcja)	163,05	22,69	185,74
Całość projektu (redukcja)	87,63%	77,36%	86,23%

**Załącznik 6**

Zestawienie charakterystycznych wskaźników:

Wskaźnik	Przed modernizacją	Po modernizacji
Szacowna emisja gazów ciepl. CO <sub>2</sub> (tony równoważ. CO <sub>2</sub> /rok)	108,63	24,57
Redukcja emisji CO <sub>2</sub> (%)		61%
Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej (MWh/rok)		224,99
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej ( w MWh/rok)		51,16
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej i cieplnej ( w MWh/rok)		276,16
Roczne zużycie energii pierwotnej w budynkach ( w MWh/rok)	215,40	29,66
Dodat. zdolność do prod. en el. z OZE (w MW)		0,05
Dodat. zdolność do prod. en cieplnej z OZE (w MW)		0,10
Redukcja PM10 (g PM10/rok)		13 508,69
Redukcja PM2,5( g PM2,5/rok)		10 561,78