



Project Energy

smart energy solutions

PROJECT ENERGY Sp. z o.o.
90-437 Łódź, al. Kościuszki 80/82
NIP 525-257-02-54 KRS 0000480961
www.projectenergy.pl

Tytuł opracowania

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU PUNKTU PRZEDSZKOLNEGO
W KRZYWEJ

Adres obiektu

KRZYWA 51
59-227 KRZYWA, GM. CHOJNÓW

Inwestor

GMINA CHOJNÓW
ul. Fabryczna 1, 59-225 Chojnów

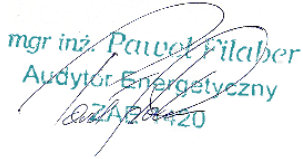

Opracował

mgr inż. Paweł Filaber
mgr inż. Katarzyna Lonc

Data wykonania

17.02.2021 r.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek szkolny	1.2 Rok budowy	1920
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Chojnów ul. Fabryczna 1, 59-225 Chojnów	1.4 Adres budynku	Krzywa 51 59-227 Krzywa gmina wiejska Chojnów pow. legnicki woj. dolnośląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Project Energy Sp. Z o.o., al. Kościuszki 80/82, 90-437 Łódź, NIP 525-257-02-54			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Paweł Filaber, 75032106415, ul. Prądyńskiego 31, 05-200 Wołomin, Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1420; Uprawnienia Weryfikatora NFOŚiGW nr W050			
 mgr inż. Paweł Filaber Audytor Energetyczny ZAE nr 1420			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1	mgr inż. Katarzyna Lonc audytor energetyczny ZAE nr 2058	Obliczenia OZC, opracowanie wyników	
 Katarzyna Lonc Audytor Energetyczny ZAE 2058			
5. Miejsowość:	Łódź	Data wykonania opracowania:	17.02.2021 r.
Spis treści: 1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU 1 2 KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾ 2 3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA 5 4 INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO 8 5 OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU 13 6 ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI 14 7 ANALIZA MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ 20 8 ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH 24 9 WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW 25 10 ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU 26			

2 Karta audytu energetycznego budynku¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Konstrukcja tradycyjna	Konstrukcja tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 + poddasze	2 + poddasze
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	995,60	995,60
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]*	398,22	398,22
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	0,00	0,00
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0%	0%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	28	28
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Terma elektryczna	Terma elektryczna
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja c.o. rurowa, grzejniki bez zaworów termostatycznych	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi, zasilana z powietrznej pomy ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,6	0,6
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Dach	2,571	2,571
2.	Drzwi zewnętrzne	2,000	1,300
3.	Okna PCV	1,100	1,100
4.	Podłoga na gruncie	0,839	0,839
5.	Strop pod poddaszem	1,739	0,147
6.	Ściana zewnętrzna piętra	1,205	0,860
7.	Ściana zewnętrzna parteru	1,014	0,758
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	1,00	3,00
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,77	0,88

4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,88	0,88
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna	grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Okna / kanały wentylacyjne	Okna / kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	375	375
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,38	0,38
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	39,12	25,43
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	0,58	0,58
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	191,12	82,74
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	206,29	25,70
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	7,85	7,85
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)]	133	58

9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	144	18
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	51,07%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	188,09	188,09
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	3 874,50	3 874,50
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	25,86	25,86
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	3 874,50	3 874,50
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	8,51	1,27
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	5,61	5,61
7.	Inne - Opłata za 1GJ na ogrzewanie c.w.u. [zł]	188,09	188,09
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	511 291,75	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	84,3%
Planowane koszty całkowite [zł]	601 519,71	Premia termomodernizacyjna [zł]	n/d
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	34 602,87		
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej kW - NIE DOTYCZY**			
Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. ²⁾ 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. ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii. ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii. ⁵⁾ Niepotrzebne skreślić e.			
* Przyjęto powierzchnię ogrzewaną. ** Koszt oraz oszczędności energii wynikające z modernizacji instalacji oświetleniowej oraz instalacji fotowoltaicznej nie zostały uwzględnione w karcie audytu energetycznego budynku.			

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,

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

3.2 Dokumentacja projektowa

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

3.3 Inne dokumenty:

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące powierzchni użytkowych, 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.2020 poz. 1333, z późn. zmianami)

- 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 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2020 poz. 1608).
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (publ. Dz.U. 2020 poz. 1609, w szczególności par. 23 pkt 11).
- 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

Luty 2021 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 wysokości do 85% 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 termomodernizacyjnych:

- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- ocieplenie stropu pod poddaszem,
- wymiana stolarki drzwiowej,
- należy obniżyć koszty ogrzewania budynku,

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe należy dopasować do obecnie obowiązujących warunków technicznych (WT2021).

Budynek znajduje się pod opieką konserwatora zabytków (w gminnej ewidencji zabytków).

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Dane ogólne

Adres	Krzywa 51, 59-227 Krzywa, gm. Chojnów	
Identyfikator działki	020902_2.0011.159/1	
Powierzchnia użytkowa budynku	m ²	597,33
Powierzchnia ogrzewana budynku	m ²	398,22
Kubatura zewnętrzna budynku	m ³	1 964
Kubatura ogrzewana budynku (wewnętrzna)	m ³	995,60
Liczba użytkowników	os.	28 (25 przedszkolaków + 3 pracowników)

4.2 Rysunki i zdjęcia budynku

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

4.3 Konstrukcja budynku

Przedmiotowy budynek wykonany jest w technologii tradycyjnej jako murowany. Posiada 2 kondygnacje nadziemne oraz nieogrzewane poddasze. Ściany zewnętrzne obustronnie tynkowane wykonane z cegły ceramicznej o różnej grubości: na parterze o gr. 60 cm, a na piętrze o gr. 48 cm. Strop na belkach drewnianych. Dach łamany polski o konstrukcji drewnianej pokryty ceramiczną dachówką karpiówką. Schody drewniane.

Ściany zewnętrzne oraz strop pod poddaszem nieocieplone.

4.4 Stolarka okienna i drzwiowa

Okna wykonane jako PVC o niskim współczynniku przenikania ciepła. Drzwi zewnętrzne aluminiowe od strony wejściowej i stalowe od strony tylnej o wysokim współczynniku przenikania ciepła wymaga wymiany.

4.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez rozszczelnienie drzwi i okien.

4.6 Źródło ciepła

Źródłem ciepła są 2 kotły elektryczne.

4.7 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania tradycyjna rurowa miedziana, grzejniki stalowe płytowe bez zaworów termostatycznych. Instalacja wykonana w latach 90. ubiegłego wieku nie była modernizowana. Instalację ogrzewania można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g}$	1,00
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,d}$	0,77
3	Sprawność przesyłu ciepła	$\eta_{H,e}$	0,90
4	Sprawność akumulacji ciepła	$\eta_{H,s}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η_H	0,69
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,85
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,88

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

4.8 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przy pomocy przepływowych podgrzewaczy elektrycznych (4 szt.). Instalację przygotowywania ciepłej wody można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{W,g}$	0,96
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_{W,d}$	0,80
3	Sprawność akumulacji	$\eta_{W,s}$	1,00
4	Sprawność sezonowa wykorzystania	$\eta_{W,e}$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e =$	η_W	0,77

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).

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”.

4.10 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego.

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,0391
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	191,12
Ogólna sprawność systemu	%	69,30
Obniżenie nocne	%	88,00
Obniżenie tygodniowe	%	85,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	206,29

4.11 Roczny koszt ogrzewania

Ceny ogrzewania budynku wg faktur z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	188,09
Om**	zł/MW/mc	3 874,50
Ab	zł/mc	5,61
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,04
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	206,29
Roczna opłata zmienna	zł/rok	38 800,24
Roczna opłata stała	zł/rok	1 818,94
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	67,31
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	40 686,49
*) - 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 faktur z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	188,09
Om**	zł/mc	3 874,50
Ab0	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody	MW	0,0006
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody	GJ/rok	7,85
Roczna opłata zmienna	zł/rok	1 476,60
Roczna opłata stała	zł/rok	27,06
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	1 503,66
*) - 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	40 686,49
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	1 503,66
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	42 190,15

4.14 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t_{w0} w pomieszczeniach ogrzewanych	°C	20
t_{z0}	°C	-18
S_d	dzień·K/a	3 468
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	3 874,50
O_{z0}	zł/GJ	188,09
Ab_0	zł/m-c	5,61
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	3 874,50
O_{z0}	zł/GJ	188,09
Ab_0	zł/m-c	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 ścian zewnętrznych, stropu pod nieogrzewanym poddaszem oraz drzwi zewnętrznych nie spełniają obowiązujących przepisów. Sprawności instalacji centralnego ogrzewania są niskie i wymagają usprawnienia.

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 modernizację instalacji centralnego ogrzewania. W ramach usprawnienia planuje się demontaż kotła elektrycznego i zastąpienie go powietrzną pompą ciepła wraz z wymianą instalacji c.o. o parametrach 35/28°C: demontaż istniejącej instalacji grzewczej wraz z grzejnikami, wykonanie nowej instalacji grzewczej, montaż nowych grzejników stalowych płytowych, montaż zaworów termostatycznych działania proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K, zaworów powrotnych, podpionowych zaworów równoważących, zaworów odpowietrzających oraz izolację instalacji.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,0391	0,0391
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	191,1	191,1
Sprawność wytwarzania ciepła	-	1,00	3,00
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	-	0,77	0,88
Sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła	-	0,90	0,96
Sprawność akumulacji ciepła	-	1,00	0,95
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,693	2,408
Obniżenie tygodniowe	-	0,85	0,85
Obniżenie nocne	-	0,88	0,88
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	206,29	59,37
Opłata zmienna Oz	zł/GJ	188,09	188,09
Opłata stała Om	zł/MW/m-c	3 874,50	3 874,50
Abonament A	Zł/m-c	5,61	5,61
Roczna opłata zmienna	zł/rok	38 800,24	11 166,35
Roczna opłata stała	zł/rok	1 818,94	1 818,94
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	67,31	67,31
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	40 686,49	13 052,59
Różnica			27 633,89
Koszt			310 000,00
SPBT			11,2

6.2 Usprawnienie dotyczące stropu pod nieogrzewanym poddaszem

Rozpatruje się ocieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. 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	0,040	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	223,30	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	223,30	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,23	0,25	0,27
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² ·K)/W		5,75	6,25	6,75
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,575	6,33	6,83	7,33
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,739	0,158	0,147	0,137
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	91,85	8,35	7,74	7,21
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,015	0,001	0,001	0,001
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		16 328,97	16 448,60	16 551,91
8	Cena jednostkowa	zł/m ²		566,50	578,10	599,10
9	Koszt realizacji usprawnienia	zł		126	129	133
10	SPBT=NU/ΔOru	lata		7,7	7,8	8,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 129 089,73 zł		SPBT= 7,8 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem warstwą izolacji o grubości 25 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

Rozwiązanie to spełnia wymagania obowiązujących warunków technicznych 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_{min})”.

6.3 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji (tynk ciepłochronny) o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,12 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto dwa warianty różniące się grubością ze względu na fakt, iż proponowany system ocieplenie tynkiem ciepłochronnym umożliwia użycie warstwy tynku o maksymalnej grubości 4 cm. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,120	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	270,38	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	322,70	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,02	0,04
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		0,17	0,33
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,897	1,06	1,23
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,115	0,941	0,813
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	90,35	76,19	65,87
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,011	0,010	0,008
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		2 747,47	4 750,30
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		458,10	467,40
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		147 828,87	150 829,98
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		53,8	31,8
Wybrany wariant: 2		Koszt: 150 829,98 zł		SPBT= 31,8 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 4 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,12 \text{ W/mK}$.

Rozwiązanie to nie spełnia wymagań obowiązujących warunków technicznych WT2021, lecz zostało wybrane ze względu na opiekę konserwatora budynku nad budynkiem.

Rozwiązanie spełnia 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})”.

6.4 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę drzwi zewnętrznych na nowe szczelne. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy warianty różniące się współczynnikami 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: $5,8 m^2$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m^2K	2,00	1,50	1,30	1,10
2	Współczynnik C_r	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q_0, Q_1	GJ/a	3,48	2,61	2,26	1,91
5	q_0, q_1	MW	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002
6	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$	zł/rok		168,5	236,0	303,4
7	Jednostkowy koszt wymiany drzwi	zł/ m^2		1 900,0	2 000,0	2 611,4
8	Koszt wymiany drzwi N_{DZ}	zł		11 020,00	11 600,00	15 146,12
9	SPBT	lata		65,4	49,2	49,9
Wybrany wariant :2			Koszt: 11 600,00 zł		SPBT= 49,2 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie drzwi zewnętrznych na nowe szczelne o współczynniku przenikania ciepła równym $1,3 W/m^2K$.

Rozwiązanie to spełnia wymagania obowiązujących warunków technicznych 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})”.

6.5 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu nakładów SPBT

Lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT) [zł]	SPBT [lata]
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	310 000,00	11,2
2	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	129 089,73	7,8
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	150 829,98	31,8
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	11 600,00	49,16

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.

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

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
	MW	MW	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok	zł/rok
IV	0,025426	0,00058	82,74	25,7	7,9	181	6 083,62	1 503,66	7 587,28	34 602,87
III	0,025581	0,00058	83,89	26,1	7,9	180	6 158,01	1 503,66	7 661,67	34 528,47
II	0,028699	0,00058	107,51	33,4	7,9	173	7 683,00	1 503,66	9 186,66	33 003,49
I	0,039122	0,00058	191,12	59,4	7,9	147	13 052,59	1 503,66	14 556,25	27 633,89
Stan istn.	0,039122	0,00058	191,12	206,3	7,9	-	40 686,49	1 503,66	42 190,15	-

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 ^{*)}
IV	1+2+3+4
III	1+2+3
II	1+2
I	1

^{*)} oznaczenia liczbowe przedsięwzięcia (usprawnienia) termomodernizacyjnego zgodnie z tabelą rozdziału 7.

7 Analiza możliwości modernizacji instalacji elektrycznej

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.

7.1 Informacje ogólne

Zużycie energii elektrycznej w stanie istniejącym*	63 407,02	kWh/rok
Cena jednostkowa za zużycie energii elektrycznej (brutto)	0,68	zł/kWh

* W związku z koniecznością podzielenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby c.o., c.w.u. i oświetlenia (brak podliczników) oraz przeliczenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby ogrzewania na sezon standardowy za pomocą Sd konieczne było oszacowanie zużycia na podstawie rzeczywistego zużycia energii elektrycznej w roku 2019.

Brak systemu zarządzania energią w budynku.

7.2 Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia pomieszczeń wraz z systemem zarządzania energią

W związku z uciążliwym charakterem pracy tradycyjnych świetlówek dużym poborem prądu, wytwarzanych hałasem oraz awaryjnością, w analizowanym budynku planuje się zastąpienie tradycyjnych świetlówek, żarówek świetłówkami LED.

Inwentaryzacja w stanie istniejących opraw oświetleniowych:

Lp.	Typ oprawy	Ilość opraw	Moc oprawy [W]	Moc poszczególnych źródeł światła [kW]
1	Oprawa świetlówkowa 2x36W	27	72	1,94
2	Oprawa świetlówkowa 4x18W	5	72	0,36
3	Oprawa świetlówkowa 2x40W	9	80	0,72
4	Oprawa typu "plafon" E27 max. 100 W	3	100	0,30
5	Oprawa typu "plafon" E27 max. 75 W	4	75	0,30
6	Oprawa ceramiczna E27 max 100 W	3	100	0,30
Razem moc zainstalowana źródeł światła do wymiany [kW]				3,924

Analiza opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia
 wewnętrznego w pomieszczeniach:

Lp	Parametry	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Zainstalowana moc oświetlenia	kW	3,92	1,88
2	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia	h/rok	900	900
3	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy	h/rok	100	100
4	Przewidywany czas użytkowania oświetlenia ¹⁾	h/rok	1 000	1000
5	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	-	1	0,95
6	Współczynnik uwzględniający nieobecności użytkowników F_O	-	1	0,90
7	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_c	-	1	1
8	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh	3 924,00	1 618,89
9	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	2 657,00	1 096,17
10	Roczna oszczędność energii	kWh		2 305,11
11	Roczna oszczędność kosztów ΔQ_{rok}	zł/rok		1 560,83
12	Cena usprawnienia / wymiana opraw NU ²⁾	zł		30 090,00
13	$SPBT=N_U/D_{Orok}$	lata		19,3
14	Oszczędności	%		58,7%

¹⁾ 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) oraz skorygowany na podstawie rzeczywistego zużycia.

²⁾ Podstawa przyjętych wartości NU Kalkulację kosztów wymiany opraw oświetleniowych opracowano na podstawie dokumentacji projektowo-kosztorysowej firmy instalacyjnej elektrycznej obejmującej projekt, dostawę opraw oraz koszty robocizny.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że wykonanie modernizacji opraw światła polegającej na wymianie opraw i redukcji mocy źródeł światła poprzez zastosowanie wysokosprawnego źródła światła LED oraz zastosowanie systemu zarządzania energią w łazienkach oraz korytarzach jest opłacalne.

7.3 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

Na podstawie obliczeń zapotrzebowania na energię elektryczną dla budynku po modernizacji, rozważa się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych pokrywających zapotrzebowanie na energię elektryczną dla budynku dla zmodernizowanych instalacji (modernizacja oświetlenia i montaż powietrznej pompy ciepła oraz podgrzewanie ciepłej wody).

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną modernizowanych instalacji	kWh/rok	10 938,95	10 938,95	10 938,95
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	7 406,93	7 406,93	7 406,93
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	34	35	36
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	57,8	59,5	61,2
5	Teoretyczna moc instalacji	Wp	11 560	11 900	12 240
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	10 465,00	10 772,80	11 080,59
8	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	70 053,60	71 400,00	74 174,40
9	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną przez systemy zmodernizowane	%	96%	98%	101%
10	Oszczędności	zł/rok	7 086,01	7 294,42	7 406,93
11	SPBT	lata	9,9	9,8	10,0

Projektowana moc instalacji oraz powierzchnia ogniw fotowoltaicznych pokrywa się z powierzchnią dachu możliwą do zabudowania. Z przeprowadzonej analizy wynika, że opłacalne jest zbudowanie instalacji fotowoltaicznej składającej się z 35 paneli o łącznej mocy ok. 11,9 kWp wytwarzającej średniorocznie 10 772,80 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 98% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku przez systemy modernizowane (c.o., c.w.u. i oświetlenie).

8 Analiza wariantowa efektów energetycznych oraz ekonomicznych dla analizowanego zakresu prac termomodernizacyjnych

Lp	Opis usprawnienia	Jednostkowe koszty termomodernizacji	Jednostkowe roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zap. na energię	Wkład własny	Wkład własny	Procent dofinansowania	Kwota dofinansowania
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[%]	[zł]	[%]	[zł]
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	310 000,00	27 633,89	68,6%	15%	46 500,00	85%	263 500,00
2	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	129 089,73	5 369,59	12,1%	15%	19 363,46	85%	109 726,27
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	150 829,98	1 524,99	3,4%	15%	22 624,50	85%	128 205,48
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	11 600,00	74,40	0,2%	15%	1 740,00	85%	9 860,00
Podsumowanie termomodernizacji		601 519,71	34 602,87	84,3%	15%	90 227,96	85%	511 291,75
1	Modernizacja instalacji oświetlenia	30 090,00	1 560,83	58,7%	15%	4 513,50	85%	25 576,50
2	Montaż instalacji fotowoltaicznej	71 400,00	7 294,42	-	15%	10 710,00	85%	60 690,00
Audyt elektroenergetyczny		101 490,00	8 855,25	-	15%	15 223,50	85%	86 266,50
Całość projektu		703 009,71	43 458,12	82,7%	15%	105 451,46	85%	597 558,25

Koszty całkowite	zł	703 009,71
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	43 458,12
Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	16,2
Czas zwrotu nakładów SPBT z uwzględnieniem	lata	2,4

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

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 obejmujący następujące przedsięwzięcia:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2. Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych
4. Wymiana drzwi zewnętrznych

Dodatkowo uzasadnione jest wykonanie prac związanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii oraz redukcji zużycia energii elektrycznej:

1. wymiana oświetlenia w budynku na energooszczędne LED.
2. montaż instalacji fotowoltaicznej.

10 Załączniki do audytu

Załącznik 1

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

Zużycie ciepła

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

Pomieszczenia	Liczba użytkowników/pomieszczeń	Kubatura netto	współczynnik Cr·Cw	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	szt.	m ³	-	m ³ /h wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
Przedszkolaki	25		1,00	15	375,0
Pracownicy	3		1,00	20	60,0
Poddasze	-	497,8	1,00	0,3	149,3
Razem pomieszczenia ogrzewane					375,0
Razem pomieszczenia nieogrzewane					149,3
Po modernizacji					
Przedszkolaki	25		1,00	15	375,0
Pracownicy	3		1,00	20	60,0
Poddasze	-	497,8	1,00	0,3	149,3
Razem pomieszczenia ogrzewane					375,0
Razem pomieszczenia nieogrzewane					149,3

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”:

Pomieszczenia	Kubatura netto	współczynnik C _m	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
	m ³	-	m ³ /h wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją				
Pomieszczenia ogrzewane	995,6	1,00	0,5	497,8
Poddasze	497,8	1,00	0,3	149,3
Razem pomieszczenia ogrzewane				497,8
Razem pomieszczenia nieogrzewane				149,3
Po modernizacji				
Pomieszczenia ogrzewane	995,6	1,00	0,5	497,8
Poddasze	497,8	1,00	0,3	149,3
Razem pomieszczenia ogrzewane				497,8
Razem pomieszczenia nieogrzewane				149,3

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	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}^*	dm ³ / (m ² ·dzień)	0,40	0,40
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m ²	398,22	398,22
3	ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg·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 czterpalnym θ_w	°C	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°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	dość	365	365
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_r / (3600)$	kWh/rok	1 674,8	1 674,8
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,96
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,80	0,80
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,77	0,77
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	2 180,7	2 180,7
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{kw}	kWh/ (m ² rok)	5,48	5,48
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{pw}	kWh/rok	6 542,18	0,00
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{pw}	kWh/ (m ² rok)	16,43	0,00
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	7,9	7,9

*skorygowano na podstawie rzeczywistego zużycia energii elektrycznej.

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	25	25
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	8	8
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	0,011	0,011
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$	-	4,25	4,25
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,25	0,25
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwu\ max} = V_{h\dot{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$	kW	2,47	2,47
7	Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\ \dot{s}r} = q_{cwu\ max} / N_h$	kW	0,58	0,58

Załącznik 3

Zdjęcia budynku



Elewacja frontowa



Elewacja boczna

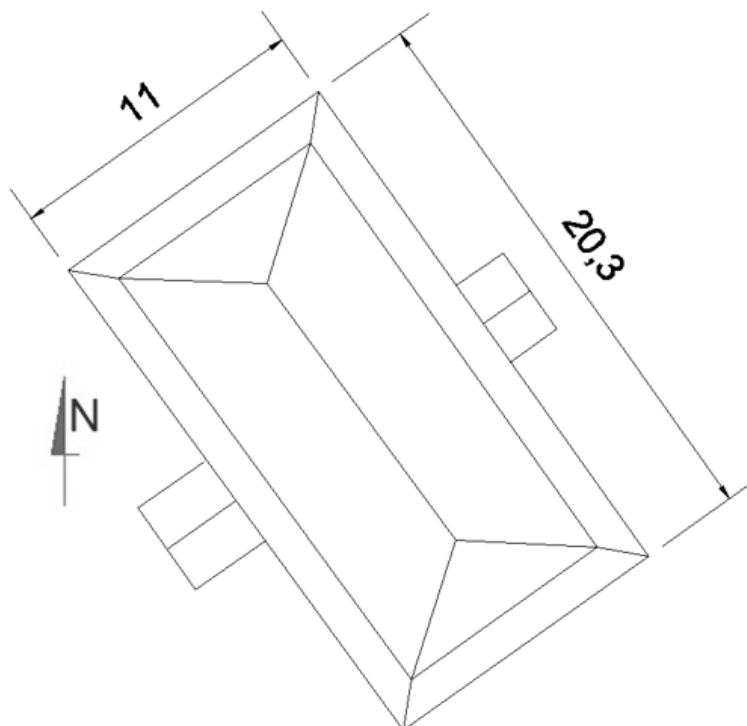


Elewacja tylna



Elewacja boczna

Obrys budynku i orientacja



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 7.0 Pro.

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynku punktu przedszkolnego Szkoły Podstawowej w Krzywej im. 10 Brygady Kawalerii Pancernej	
	stan istniejący	
Miejscowość:	59-227 Krzywa, gm. Chojnów	
Adres:	Krzywa 51	
Projektant:	mgr inż. Katarzyna Lonc	
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:	Legnica	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	398,22	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	995,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	32691	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	6431	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	39122	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	39122	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	98,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	39,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	119,5	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m,infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,4	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	647,1	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18	°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 $V_{v,H}$:	375,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	191,12	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	53088,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	398,22	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	995,6	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	479,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	133,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	192,0	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	53,3	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	stan istniejący	
	U W/m ² ·K	A m ²
Dach	2,571	548,71
Drzwi zewnętrzne	2,000	5,8
Dach	2,571	548,71
Drzwi zewnętrzne	2,000	5,8
Okna PCV	1,100	51,1
Podłoga na gruncie	0,839	227,7
Strop pod poddaszem	1,739	223,3
Ściana zewnętrzna piętra	1,205	143,49
Ściana zewnętrzna parteru	1,014	126,89

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	$\theta_{int,H}$ °C	stan istniejący	
		A m ²	V m ³
Punkt przedszkolny	20	398,22	995,6
Poddasze	-17,2	199,11	497,8
RAZEM		597,33	1493,4



Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku punktu przedszkolnego Szkoły Podstawowej w Krzywej im. 10 Brygady Kawalerii Pancernej	
	stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	59-227 Krzywa, gm. Chojnów	
Adres:	Krzywa 51	
Projektant:	mgr inż. Katarzyna Lonc	
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:	Legnica	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	398,22	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	995,6	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	18995	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	6431	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	25426	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	25426	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	63,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	25,5	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	119,5	m ³ /h
Powietrze dodatkowo infiltrujące $V_{m.infv}$:		m ³ /h
Wymagane powietrze nawiewane mech. $V_{su,min}$:		m ³ /h
Powietrze nawiewane mech. V_{su} :		m ³ /h
Wymagane powietrze usuwane mech. $V_{ex,min}$:		m ³ /h
Powietrze usuwane mech. V_{ex} :		m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,4	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	647,1	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18	°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 $V_{v,H}$:	375,0	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	82,74	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	22983,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	398,22	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	995,6	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	207,8	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	57,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	83,1	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	23,1	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród		stan po termomodernizacji	
Opis	U	A	
	W/m ² ·K	m ²	
Dach	2,571	548,71	
Drzwi zewnętrzne	1,300	5,8	
Dach	2,571	548,71	
Drzwi zewnętrzne	1,300	5,8	
Okna PCV	1,100	51,1	
Podłoga na gruncie	0,839	227,7	
Strop pod poddaszem	0,147	223,3	
Ściana zewnętrzna piętra	0,860	143,49	
Ściana zewnętrzna parteru	0,758	126,89	

Wyniki - Zestawienie przegród		stan po termomodernizacji	
Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	°C	m ²	m ³
Punkt przedszkolny	20	398,22	995,6
Poddasze	-17,2	199,11	497,8
RAZEM		597,33	1493,4

Załącznik 5

Obliczenie wskaźników projektu.

Obliczenie efektu ekologicznego.

Obliczenie emisji gazów i zanieczyszczeń

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia efektu ekologicznego przyjęto wg:

- „„Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2018 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2021.” opublikowane przez KOBIZE
- „Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej za rok 2019 opublikowane w grudniu 2020 r.” opublikowane przez KOBIZE

Wskaźniki jednostkowe emisji CO ₂ :	
Jedn.	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej (odbiorcy końcowi)
[kg/MWh]	719
[kg/GJ]	199,72

Opis usprawnienia	Energia elektryczna z sieci	Emisja CO ₂
	[MWh/rok]	[t/rok]
Stan istniejący	59,48	42,77
I	18,67	13,43
II	11,46	8,24
III	9,42	6,77
IV	9,32	6,70
Podsumowanie termomodernizacji (redukcja)	50,16	36,07
Stan istniejący	63,41	45,59
Modernizacja oświetlenia	61,10	43,93
+ termomodernizacja	10,94	7,87
Montaż instalacji PV	0,17	0,12
Audyt elektroenergetyczny (redukcja)	63,24	45,47
Podsumowanie		
Stan istniejący	63,41	45,59
Stan po realizacji projektu	0,17	6,70
Całość projektu (redukcja)	63,24	38,89
	99,7%	85,3%

Obliczenie energii pierwotnej

Wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i	
Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Energia słoneczna (PV)
3,0	0

Opis	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	SUMA
	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Energia końcowa			
Stan istniejący	63,41	0	63,41
Stan po realizacji projektu	0,17	10,77	10,94
Całość projektu (redukcja)	63,24	-10,77	52,47
	99,7%	n/d	82,7%
Energia pierwotna			
Stan istniejący	190,22	0,00	190,22
Stan po realizacji projektu	0,50	0,00	0,50
Całość projektu (redukcja)	189,72	0,00	189,72
	99,7%	n/d	99,7%

Obliczenie wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną

Opis	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną		
	Na potrzeby ogrzewania i wentylacji EP_n	Na potrzeby ciepłej wody użytkowej EP_w	EP_{h+w}
	[kWh/(m ² ·rok)]	[kWh/(m ² ·rok)]	[kWh/(m ² ·rok)]
Stan istniejący	431,69	16,43	448,12
Stan po realizacji projektu	0,00	0,00	0,00
Całość projektu (redukcja)	431,69	16,43	448,12
	100%	100%	100%