



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 SZKOŁY PODSTAWOWEJ W OKMIANACH

Adres obiektu

OKMIANY 65
59-225 OKMIANY

Inwestor

GMINA CHOJNÓW
UL. FABRYCZNA 1, 59-225 CHOJÓW

Opracował

mgr inż. Paweł Filaber
mgr inż. Agnieszka Orłowska

Data wykonania

17.02.2021r.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek szkolny	1.2 Rok budowy	ok. 1930r.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Chojnów ul. Fabryczna 1 59-225 Chojnów	1.4 Adres budynku	Okmiany 65 59-225 Okmiany gmina 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. Agnieszka Orłowska audytor energetyczny ZAE nr 1986	Obliczenia OZC, opracowanie wyników	
mgr inż. Agnieszka Orłowska Audytor Energetyczny ZAE 1986			
5. Miejscowość:	Łódź	Data wykonania opracowania:	17.02.2021r.
Spis treści: 1 STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU1 2 KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾2 3 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYPY I UWAGI INWESTORA5 4 INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO8 5 OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU13 6 ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI14 7 ANALIZA MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI INSTALACJI OŚWIETLENIA I ZASTOSOWANIA OZE21 8 ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH24 9 WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW ..25 10 ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU26			

2 Karta audytu energetycznego budynku¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Tradycyjna murowana	Tradycyjna murowana
2.	Liczba kondygnacji	2+piwnice	2+piwnice
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 684,70	1 684,70
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	624,00	624,00
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	113	113
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Podgrzewacz elektryczny przepływowy	Podgrzewacz elektryczny przepływowy
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe częściowo z zaworami termostatycznymi, zasilana z kotłowni węglowej	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi, zasilana powietrzną pompą ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,7	0,7
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła W/(m²K)			
1.	Dach	1,536	0,144
2.	Drzwi zewnętrzne	1,500	1,500
3.	Okna zewnętrzne w dachu	1,300	1,300
4.	Okno zewnętrzne	1,300	1,300
5.	Podłoga na gruncie	0,639	0,639
6.	Podłoga w piwnicy	0,639	0,639
7.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,335	0,142
8.	Ściana zewnętrzna	1,168	0,841
9.	Ściana cokołowa piwnic	1,205	0,860
10.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,945	0,191
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			

1.	Sprawność wytwarzania	0,82	3,00
2.	Sprawność przesyłania	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	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	0,99	0,99
2.	Sprawność przesyłania	1,00	1,00
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]	842,4	842,4
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania [kW]	58,25	33,87
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	2,63	2,63
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	282,39	97,01
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	349,14	30,13
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	14,31	14,31
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	126	43
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	155	13
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	45,2%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	37,02	188,09
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	3 874,50
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	20,60	20,60
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)]	5,73	0,98
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	2500,00	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]	612 000,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	87,8%
Planowane koszty całkowite [zł]	720 000,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	n/d
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	35 616,05		
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.			

*) Uwaga! Koszt oraz oszczędności energii wynikające z modernizacji instalacji oświetleniowej oraz montażu instalacji fotowoltaicznej nie zostały uwzględnione w karcie audytu energetycznego budynku. Oszczędności całkowite energii cieplnej i elektrycznej zostały przedstawione 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 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.
- Książka obiektu (powierzchni użytkowa i rok oddania do użytkowania).
- 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 ścian piwnic i fundamentów,
- ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem i dachu
- należy obniżyć koszty ogrzewania budynku,

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe należy dopasować do warunków technicznych mających zacząć obowiązywać w 2020 roku.

Budynek znajduje się w gminnej ewidencji zabytków.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku

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

4.2 Konstrukcja budynku

Przedmiotowy budynek wykonany jest w technologii tradycyjnej jako murowany. Posiada 1 kondygnację nadziemną użytkowe poddasze oraz podpiwniczenie pod częścią budynku. Budynek nie był docieplany od czasu budowy. Budynek znajduje się w gminnej ewidencji zabytków.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Okna wykonane jako PVC, wymienione w latach 2016-2018 w dobrym stanie technicznym. Drzwi zewnętrzne aluminiowe w dobrym stanie technicznym.

4.4 Wentylacja

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

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła dla budynku jest kotłownia węglowa.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe w większej części posiadają zawory termostatyczne, jednak instalacja ma już około 27 lat i wymaga wymiany.

Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{H,g}$	0,82
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,d}$	0,82
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	0,61
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.

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest przy pomocy elektrycznych podgrzewaczy przepływowych. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	$\eta_{w,g}$	0,99
2	Sprawność przesyłu ciepłej wody	$\eta_{w,d}$	1,00
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	0,99

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

4.8 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 Ministerstwa 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 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 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”.

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego.

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,0583
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	282,39
Ogólna sprawność systemu	%	60,50
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	349,14

4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	37,02
Om**	zł/MW/mc	0,00
Ab	zł/mc	2 500,00
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,06
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	349,14
Roczna opłata zmienna	zł/rok	12 926,09
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	30 000,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	42 926,09
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.11 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	0,0026
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody	GJ/rok	14,31
Roczna opłata zmienna	zł/rok	2 692,42
Roczna opłata stała	zł/rok	122,30
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	2 814,72
*) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii		
**) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii		

4.12 Roczny, obliczeniowy koszt ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	42 926,09
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	2 814,72
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	45 740,81

4.13 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	0,00
O_{z0}	zł/GJ	37,02
Ab_0	zł/m-c	2 500,00 ^{*)}
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.

^{*)} Abonament zawiera koszty związane z obsługą i konserwacją kotłowni węglowej.

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, ścian piwnic, stropu pod nieogrzewanym poddaszem oraz dachu, 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 węglowego i zastąpienie go pompą ciepła typu powietrze – woda napędzaną elektrycznie o parametrach pracy 35/28°C, wymianę instalacji, powrotnych, podpionowych zaworów równoważących, zaworów odpowietrzających, izolację przewodów, wymianę grzejników na nowe płytowe, montaż zaworów termostatycznych przy grzejnikach.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,0583	0,0583
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	282,4	282,4
Sprawność wytwarzania ciepła	-	0,82	3,00
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	-	0,82	0,88
Sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła	-	0,90	0,96
Sprawność akumulacji ciepła	-	1,00	0,95
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,605	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	349,14	87,72
Opłata zmienna Oz	zł/GJ	37,02	188,09
Opłata stała Om	zł/MW/m-c	0,00	3 874,50
Abonament A	Zł/m-c	2 500,00	5,61
Roczna opłata zmienna	zł/rok	12 926,09	16 498,88
Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	2 708,46
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	30 000,00	67,31
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym (Sd 3686)	zł/rok	42 926,09	19 274,64
Różnica			23 651,45
Koszt			280 000,00
SPBT			11,8

6.2 Usprawnienie dotyczące dachu i stropu pod nieogrzewanym poddaszem

Rozpatruje się ocieplenie dachu i stropu pod nieogrzewanym poddaszem/stropodachu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,035	W/mK – współczynnik przewodności cieplnej warstwy izolacji
A	392,32	m ² - powierzchnia przegrody do obliczenia strat
A _{koszt}	392,32	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² ·K)/W		5,71	6,29	6,86
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,677	6,39	6,96	7,53
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,476	0,156	0,144	0,133
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	173,51	18,39	16,88	15,60
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,022	0,002	0,002	0,002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		5 742,97	5 798,84	5 846,24
8	Cena jednostkowa	zł/m ²		374,70	382,34	396,90
9	Koszt realizacji usprawnienia	zł		147	150	155
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		25,6	25,9	26,6
Wybrany wariant: 2		Koszt: 150 000,00 zł		SPBT= 25,9 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie dachu i stropu pod nieogrzewanym poddaszem warstwą izolacji o grubości 22 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035$ W/mK. Rozwiązanie to spełnia wymagania obowiązujące od dnia 31 grudnia 2020r. 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

Ze względu na fakt, iż budynek znajduje się w gminnej ewidencji zabytków, rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych oraz cokołowych piwnic warstwą tynku ciepłochronnego o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,12 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością zgodnie z wytycznymi konserwatora zabytków. 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	353,65	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	378,41	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	0,853	1,02	1,19
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,172	0,980	0,843
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	124,16	103,87	89,29
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,016	0,013	0,011
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		751,09	1 291,21
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		569,80	581,38
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		215 618,02	220 000,00
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		287,1	170,4
Wybrany wariant: 2		Koszt: 220 000,00 zł		SPBT= 170,4 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą tynku ciepłochronnego o grubości 4 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,12 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się jedynie dwa warianty ocieplenia ze względu na fakt, iż proponowany system ocieplenia tynkiem ciepłochronnym umożliwia użycie warstwy tynku o maksymalnej grubości 4 cm grubości. Rozwiązanie to jest zgodne z wytycznymi konserwatora zabytków oraz 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. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})". Mimo, że wariant ten nie spełnia wymagań, obowiązujących od dnia 31 grudnia 2020r., ze względu na fakt, że budynek znajduje się w gminnej ewidencji zabytków, jest to jedyne rozwiązanie akceptowane przez konserwatora zabytków, które przyczyni się do polepszenia izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych, dlatego też przedsięwzięcie to uznaje się za optymalne.

6.4 Usprawnienie dotyczące ścian piwnic przy gruncie oraz ścian fundamentowych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic przy gruncie oraz ścian fundamentowych części niepodpiwniczonej (min. 1m poniżej poziomu gruntu) warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036$ W/mK. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT wraz z wykonaniem iniekcji krystalicznej ścian fundamentowych, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	51,03	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	112,11	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia (łącznie ze ścianami fundamentowymi niepodpiwniczonej części budynku)

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,13	0,15	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego	(m ² ·K)/W		3,61	4,17	4,72
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,058	4,67	5,22	5,78
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,945	0,214	0,191	0,173
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	2,89	0,65	0,59	0,53
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,001	0,0002	0,0002	0,0002
7	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a		82,74	85,32	87,40
8	Cena jednostkowa	zł/m ²		611,90	624,39	645,90
9	Koszt realizacji usprawnienia	zł		68 600,11	70 000,00	72 411,85
10	SPBT=NU/ΔOru	lata		829,1	820,5	828,5
Wybrany wariant: 2		Koszt: 70 000,00 zł		SPBT= 820,5 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic przy gruncie i fundamentowych części niepodpiwniczonej, warstwą izolacji o grubości 15 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania obowiązujące od dnia 31 grudnia 2020r. 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)".

6.5 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	280 000,00	11,8
2	Ocieplenie dachu i stropu pod nieogrzewanym poddaszem	150 000,00	25,9
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	220 000,00	170,4
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic przy gruncie i fundamentowych	70 000,00	820,5

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

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	0,033872	0,00263	97,01	30,1	14,3	319	7 310,04	2 814,72	10 124,76	35 616,05
III	0,034162	0,00263	99,21	30,8	14,3	318	7 452,30	2 814,72	10 267,02	35 473,79
II	0,038549	0,00263	132,57	41,2	14,3	308	9 605,33	2 814,72	12 420,05	33 320,76
I	0,058254	0,00263	282,39	87,7	14,3	261	19 274,64	2 814,72	22 089,36	23 651,45
Stan istn.	0,058254	0,00263	282,39	349,1	14,3	-	42 926,09	2 814,72	45 740,81	-

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 zgodne z tabelą rozdziału 6.5.

7 Analiza możliwości modernizacji instalacji oświetlenia i zastosowania OZE

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 Dane ogólne

Zużycie energii elektrycznej w stanie istniejącym na podstawie faktur z 2019r. wynosi 9 178,00 kWh/rok. Przyjęto cenę energii elektrycznej na poziomie 0,68 zł/kWh brutto.

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 oraz zastosowanie systemu zarządzania energią w postaci czujników ruchu w łazienkach oraz korytarzach. Na podstawie inwentaryzacji budynku w tabeli zestawiono oprawy oświetleniowe występujące wewnątrz budynku.

Lp	Typ oprawy	Ilość opraw światła w budynku [szt.]	Moc pojedynczego źródła światła [W]	Moc źródeł światła [kW]
1	Oprawa świetłówkowa 2x18W	16	36	0,58
2	Oprawa świetłówkowa 2x36W	62	72	4,46
Razem ilość opraw [szt.] i moc zainstalowana źródeł światła [kW]		78	-	5,04

Analiza opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia
 wewnętrznego w pomieszczeniach:

Lp	Parametry	Jednost.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Oświetlenie pomieszczeń całkowita moc zainstalowana do wymiany	kW	5,04	2,42
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	1 000
5	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego	F _D	1	0,95
6	Współczynnik uwzględniający nieobecności użytkowników	F _O	1	1,0
7	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	F _C	1	1,0
8	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh	5 040,00	2 310,34
9	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	3 412,66	1 564,36
10	Roczna oszczędność energii	kWh		2 729,66
11	Roczna oszczędność kosztów Δ Qrok	zł/rok		1 848,30
12	Cena usprawnienia / wymiana opraw NU ²⁾	zł		30 000,00
13	SPBT=NU/DOrrok	lata		16,2
14	Oszczędności	%		54,2%

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 skorygowano zgodnie z rzeczywistym zużyciem energii elektrycznej.

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 instalacji oświetlenia oraz zamontowaniu pompy ciepła, rozważa się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych pokrywających zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby dla budynku.

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną modernizowanych instalacji	kWh/rok	14 818,98	14 818,98	14 818,98
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	10 034,16	10 034,16	10 034,16
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	46	48	50
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	78,2	81,6	85,0
5	Teoretyczna moc instalacji	Wp	15 640	16 320	17 000
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	14 158,54	14 774,12	15 389,71
7	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	94 778,40	97 920,00	103 020,00
8	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia	%	96%	100%	104%
9	Oszczędności	zł/rok	9 586,96	10 003,78	10 034,16
10	SPBT	lata	9,9	9,8	10,3

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 48 paneli o łącznej mocy ok. 16,32 kWp wytwarzającej średniorocznie 14 774,12 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 100% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku przez systemy modernizowane.

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

L p	Opis usprawnienia	Jednostkowe koszty termomodernizacji	Jednostkowe roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zap. na energię	Wkład własny	Wkład własny	Procent dofinan- sowania	Kwota dofinanso- wania
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[%]	[zł]	[%]	[zł]
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	280 000,00	23 651,45	71,9%	15%	42 000,00	85%	238 000,00
2	Ocieplenie dachu i stropu pod nieogrzewanym poddaszem	150 000,00	9 669,31	12,8%	15%	22 500,00	85%	127 500,00
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych	220 000,00	2 153,03	2,9%	15%	33 000,00	85%	187 000,00
4	Ocieplenie ścian piwnic przy gruncie i fundamentowych	70 000,00	142,26	0,2%	15%	10 500,00	85%	59 500,00
Podsumowanie termomodernizacji		720 000,00	35 616,05	87,8%	15%	108 000,00	85%	612 000,00
1	Modernizacja instalacji oświetlenia	30 000,00	1 848,30	54,2%	15%	4 500,00	85%	25 500,00
2	Montaż instalacji fotowoltaicznej	97 920,00	10 003,78	-	15%	14 688,00	85%	83 232,00
Audyt elektroenergetyczny		127 920,00	11 852,08	-	15%	19 188,00	85%	108 732,00
Całość projektu		847 920,00	47 468,12	86,0%	15%	127 188,00	85%	720 732,00

Koszty całkowite	zł	847 920,00
Roczna oszczędność kosztów	zł/rok	47 468,12
Czas zwrotu nakładów SPBT	lata	17,9

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 nr IV** obejmujący następujące przedsięwzięcia:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2. Ocieplenie dachu i stropu pod nieogrzewanym poddaszem
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych
4. Ocieplenie ścian piwnic przy gruncie i fundamentowych.

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 pomieszczeń	Kubatura netto	współczynnik Cr-Cw	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	szt.	m ³	-	m ³ /h lub wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
Parter	-	857,5	1,00	0,5	428,8
Piwnica	-	366,1	1,00	0,5	183,1
Poddasze	-	461,1	1,00	0,5	230,6
Razem pomieszczenia ogrzewane					842,4
Po modernizacji					
Parter	-	857,5	1,00	0,5	428,8
Piwnica	-	366,1	1,00	0,5	183,1
Poddasze	-	461,1	1,00	0,5	230,6
Razem pomieszczenia ogrzewane					842,4

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 lub wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją				
Parter	857,5	1,00	0,5	428,8
Piwnica	366,1	1,00	0,5	183,1
Poddasze	461,1	1,00	0,5	230,6
Razem pomieszczenia ogrzewane				842,4
Po modernizacji				
Parter	857,5	1,00	0,5	428,8
Piwnica	366,1	1,00	0,5	183,1
Poddasze	461,1	1,00	0,5	230,6
Razem pomieszczenia ogrzewane				842,4

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 $V_{wi}^{*})$	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,60	0,60
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)	m^2	624,00	624,00
3	ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$	4,19	4,19
4	gęstość wody ρ_w	kg/dm^3	1	1
5	temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu/ obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czteropalmym θ_w	$^{\circ}\text{C}$	55	55
6	obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10	10
7	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,55	0,55
8	liczba dni w roku t_r	dość	365	365
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_r / (3600)$	kWh/rok	3 936,5	3 936,5
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,99	0,99
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	1,00
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,99	0,99
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	3 976,3	3 976,3
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{kw}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	6,37	6,37
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{pw}	kWh/rok	11 928,93	11 928,93
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{pw}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	19,12	19,12
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	14,3	14,3

*) Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody zostało skorygowane z uwzględnieniem 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	113	113
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	0,050	0,050
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$	-	2,94	2,94
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	0,19	0,19
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	7,74	7,74
7	Średnia moc c.w.u. $q_{cwu\ \dot{s}r} = q_{cwu\ max} / N_h$	kW	2,63	2,63

Załącznik 3

Zdjęcia budynku



Elewacja W



Elewacja E

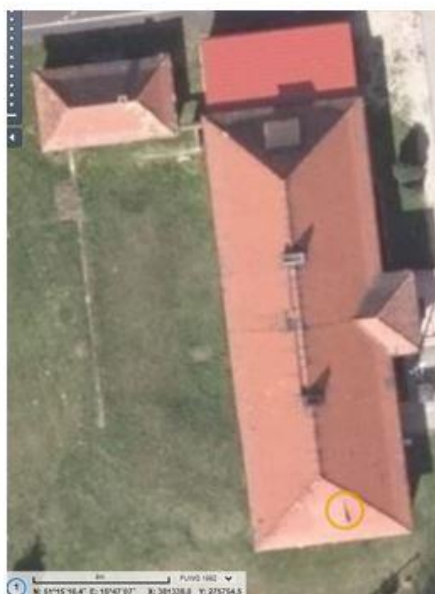


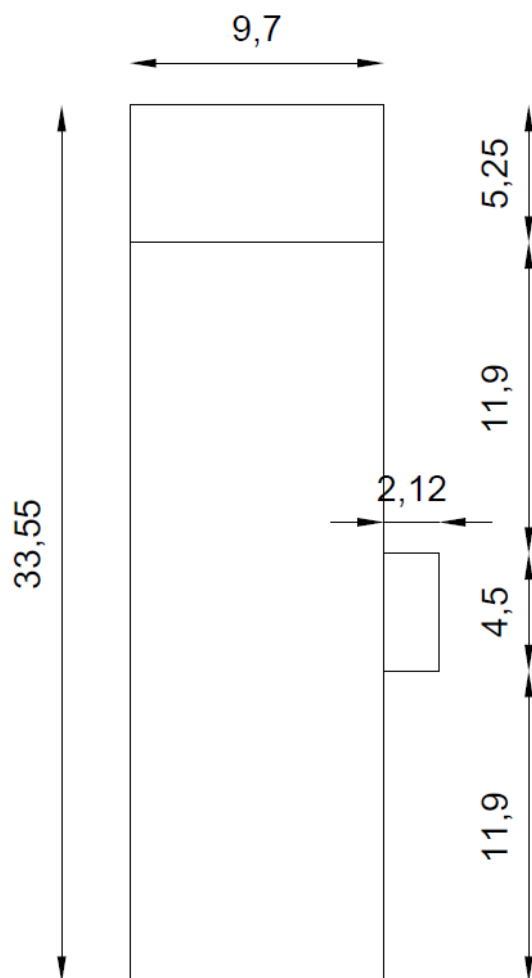
Elewacja S



Elewacja N

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 Szkoły Podstawowej w Okmianach	
	stan przed termomodernizacją	
Miejscowość:	59-225 Okmiany	
Adres:	Okmiany 65	
Projektant:	mgr inż. Agnieszka Orłowska	
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 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 :	624,01	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1684,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	47370	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10883	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	58254	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	58254	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	93,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	34,6	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	101,1	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	842,4	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 $V_{v,H}$:	842,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	282,39	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	78443,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	624,01	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1684,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	452,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	125,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	167,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	46,6	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

stan istniejący

Opis	U	A
	W/m ² · K	m ²
Dach	1,536	275,47
Drzwi zewnętrzne	1,500	6,00
Okna zewnętrzne w dachu	1,300	1,96
Okno zewnętrzne	1,300	70,66
Podłoga na gruncie	0,639	151,94
Podłoga w piwnicy	0,639	183,04
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,335	116,85
Ściana zewnętrzna	1,168	317,16
Ściana cokołowa piwnic	1,205	36,49
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,945	51,03

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

stan istniejący

Opis	$\theta_{int,H}$	A	V
	°C	m ²	m ³
Parter	20	267,98	857,5
Piwnica	20	146,43	366,1
Poddasze	20	209,59	461,1

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny Szkoły Podstawowej w Okmianach	
	stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	59-225 Okmiany	
Adres:	Okmiany 65	
Projektant:	mgr inż. Agnieszka Orłowska	
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 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 :	624,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1684,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	22989	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	10883	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	33872	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	33872	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\Phi_{HL,A}$:	54,3	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\Phi_{HL,V}$:	20,1	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	101,1	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:	0,5	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	842,4	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 $V_{v,H}$:	842,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	97,01	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	26947,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	624,0	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	1684,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	155,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	43,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	57,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	16,0	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród		stan po termomodernizacji	
Opis	U	A	
		W/m ² ·K	m ²
Dach	0,144	275,47	
Drzwi zewnętrzne	1,500	6,00	
Okna zewnętrzne w dachu	1,300	1,96	
Okno zewnętrzne	1,300	70,66	
Podłoga na gruncie	0,639	151,94	
Podłoga w piwnicy	0,639	183,04	
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,142	116,85	
Ściana zewnętrzna	0,841	317,16	
Ściana cokołowa piwnic	0,860	36,49	
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,191	51,03	

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń		stan po termomodernizacji	
Opis	$\theta_{int,H}$ °C	A	V
		m ²	m ³
Parter	20	267,98	857,5
Piwnica	20	146,43	366,1
Poddasze	20	209,59	461,1

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.	Węgiel kamienny	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej (odbiorcy końcowi)
[kg/MWh]	341,21	719
[kg/GJ]	94,78	199,72

Opis usprawnienia	Węgiel kamienny	Energia elektryczna z sieci	Emisja CO ₂
	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[t/rok]
Stan istniejący	96,98	3,98	35,95
I	0,00	28,34	20,38
II	0,00	15,42	11,08
III	0,00	12,54	9,01
IV	0,00	12,35	8,88
Podsumowanie termomodernizacji (redukcja)	96,98	-8,37	27,07
Stan istniejący		9,18	6,60
Modernizacja oświetlenia		6,45	4,64
+ termomodernizacja		14,82	10,65
Montaż instalacji PV		0,04	0,03
Audyt elektroenergetyczny (redukcja)		9,13	6,57
Podsumowanie			
Stan istniejący	96,98	9,18	39,69
Stan po realizacji projektu	0,00	0,04	8,88
Całość projektu (redukcja)	96,98	9,13	30,81
	100,0%	99,5%	77,6%

Obliczenie energii pierwotnej

Wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i		
Węgiel kamienny	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Energia słoneczna (PV)
1,1	3,0	0

Opis	Energia cieplna z: węgiel kamienny	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	SUMA
	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Energia końcowa				
Stan istniejący	96,98	9,18	0	106,16
Stan po realizacji projektu	0,00	0,04	14,77	14,82
Całość projektu (redukcja)	96,98	9,13	-14,77	91,34
	100,0%	99,5%	n/d	86,0%
Energia pierwotna				
Stan istniejący	106,68	27,53	0,00	134,21
Stan po realizacji projektu	0,00	0,13	0,00	0,13
Całość projektu (redukcja)	106,68	27,40	0,00	134,08
	100%	99,5%	n/d	99,9%

Obliczenie wskaźnika rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną

Opis	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną		
	Na potrzeby ogrzewania i wentylacji EP_h	Na potrzeby ciepłej wody użytkowej EP_w	EP_{h+w}
	[kWh/(m ² ·rok)]	[kWh/(m ² ·rok)]	[kWh/(m ² ·rok)]
Stan istniejący	170,96	19,12	190,08
Stan po realizacji projektu	0,00	0,00	0,00
Całość projektu (redukcja)	170,96	19,12	190,08
	100%	100%	100%