



Project Energy

smart energy solutions

PROJECT ENERGY Sp. z o.o.

Al. Bohaterów Września 9, bud. 10 lokal 209

00-973 Warszawa,

NIP 525-257-02-54 KRS 0000480961

www.projectenergy.pl

Tytuł opracowania

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU
URZĘDU GMINY W CHOJNOWIE

Adres obiektu

UL. FABRYCZNA 1
59-225 CHOJNÓW

Inwestor

GMINA CHOJNÓW
UL. FABRYCZNA 1
59-225 CHOJNÓW

Opracowała

mgr inż. Agnieszka Orłowska

Data wykonania

28.05.2023r.

1 Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej - biurowy	1.2 Rok budowy	ok. 1964r.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)	Gmina Chojnów ul. Fabryczna 1 59-225 Chojnów	1.4 Adres budynku	ul. Fabryczna 1 59-225 Chojnów gmina Chojnów pow. legnicki woj. dolnośląskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
Project Energy Sp. z o.o. Al. Bohaterów Września 9, Bud. 10 lokal 209, 00-973 Warszawa, NIP 525-257-02-54			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
mgr inż. Agnieszka Orłowska, ul. Suwalska 16, 05-200 Wołomin, Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1986			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego:	
1			
5. Miejscowość:	Łódź	Data wykonania opracowania:	28.05.2023r.
Spis treści:			
1	STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU		1
2	KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ZESPOŁU BUDYNKÓW ¹⁾		2
3	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA.....		7
4	INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU ORAZ OCENA STANU TECHNICZNEGO		10
5	OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU.....		15
6	ANALIZA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW TERMOMODERNIZACJI		16
7	ANALIZA MOŻLIWOŚCI MODERNIZACJI INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ I OŚWIETLENIA.....		25
8	ANALIZA WARIANTOWA EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH ORAZ EKONOMICZNYCH DLA ANALIZOWANEGO ZAKRESU PRAC TERMOMODERNIZACYJNYCH		28
9	WSKAZANIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO SPEŁNIAJĄCEGO WYMAGANIA USTAWY Z DNIA 21 LISTOPADA 2008 R. O WSPIERANIU TERMOMODERNIZACJI I REMONTÓW		29
10	ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU		30

2 Karta audytu energetycznego budynku¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	uprzemysłowiona	uprzemysłowiona
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 668,10	4 668,10
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1 582,40	1 582,40
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	1 582,40	1 582,40
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	75	75
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki w większości żeliwne bez zaworów termostatycznych, część grzejników stalowych, płytowych, zasilana z kotła gazowego	Instalacja tradycyjna rurowa, grzejniki stalowe płytowe z zaworami termostatycznymi, zasilana z powietrznej pompy ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,5	0,5
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane W/(m ² K)			
1.	Drzwi zewnętrzne frontowe	2,100	1,300
2.	Drzwi zewnętrzne stalowe	3,600	1,300
3.	Okno zewnętrzne witryna - do zamurowania	2,100	0,191
4.	Okno zewnętrzne witryna	2,100	0,900
5.	Okno zewnętrzne 1	2,100	0,900
6.	Okno zewnętrzne 2 do zamurowania	3,600	0,191
7.	Okno zewnętrzne 2	3,600	0,900
8.	Podłoga na gruncie	0,690	0,690
9.	Strop zewnętrzny	1,539	0,148
10.	Stropodach wentylowany	0,610	0,144
11.	Ściana zewnętrzna	0,938	0,191
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	2,60

2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,80	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu [-]	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)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/ kanały wentylacyjne	nawiewniki/ kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza zewnętrznego[m ³ /h]	3 594	2 287
4.	Liczba wymian powietrza [1/h]	0,8	0,5
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego[kW]	134,54	73,40
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	1,53	1,53
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	535,06	119,45
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	816,89	57,24
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	27,79	27,79
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)]	94	21
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	143	10
10. ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	-	39,51%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	62,54	269,01
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	5 405,36	4 157,40
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m ³]	37,36	37,36
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	4 157,40	4 157,40
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,24	1,00
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	148,83	0,00
7.	Inne [zł] - Opłata za 1GJ na ogrzewanie [zł]	269,01	269,01
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² .rok)]	197,60	43,86
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² .rok)]	278,17	38,21
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	71,97%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	839,54	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	20,05	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	81,72	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	107 827,94	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	73,40 – pompa ciepła 49,95 – instalacja PV	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		1 678 603,25	2 064 682,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] ⁴⁾	netto	brutto
		743 686,99	914 735,00

3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [%] ⁴⁾	30,7
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK /NIE ⁵⁾	
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ^{*)}	n/d
9. Grant termomodernizacyjny		
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² rok)]	95,0
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ^{8)**))}	n/d
10. Premia MZG i grant MZG⁹⁾		
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK /NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾	
2.	Wysokość premii MZG [zł]	n/d
3.	Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)***)}	n/d
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	n/d
11. Inne		
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
2.	Budynek JEST / NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
3.	Przedsięwzięcie STANOWI / NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾ NIE DOTYCZY	

- ¹⁾ UOZE [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- ²⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.
- ³⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.
- ⁴⁾ Jeśli dotyczy.
- ⁵⁾ Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
- ⁶⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
- ⁷⁾ Niepotrzebne skreślić.
- ⁸⁾ Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
- ⁹⁾ Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust. 1 pkt 1 ustawy.
- ¹⁰⁾ Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
- ^{*)} Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
- 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy;
- 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy;
- 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy.
- ^{**) 10%} kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto.
- ^{***) 30%} kosztów przedsięwzięcia netto.

Strumień powietrza wentylacyjnego policzony w załączniku nr 1.

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

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

3.1 Cel pracy

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

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

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

3.2 Dokumentacja projektowa

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

3.3 Inne dokumenty:

- Aktualne ceny nośnika energii.
- Dane dostarczone przez inwestora dotyczące źródła ciepła, instalacji, zużycia ciepła itp.
- Wizja lokalna.
- Obowiązujące normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (publ. t.j. Dz.U. 2020 poz.213 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2020 poz. 471)
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (publ. t.j. Dz.U.2019 poz. 1186, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz. U. 2019 poz. 1309, 1524, 1696, 1712, 1815, 2166, 2170, Dz.U. 2020 poz. 148,471, 695, 782).

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (publ. t.j. Dz.U. 2019, poz.1065).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (publ. t.j. Dz.U. 2018 poz. 1935, w szczególności par. 11 ust 2 pkt 10 i pkt 12).
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (publ. t.j. Dz.U. 2020 poz. 22, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2020 poz. 284, 412)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606, Dz.U. 2020 poz. 879)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2015 poz.376 z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2017 poz. 22, Dz.U. 2019 poz. 1829).
- PN-EN ISO 6946 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania".
- PN-EN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków - Wymiana ciepła przez grunt - Metody obliczania".
- PN-EN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach - Liniowy współczynnik przenikania ciepła - Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- PN-EN 12831 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

- Przepisy prawa dotyczące współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych obowiązujące w latach wznoszenia, zatwierdzenia projektu budowy lub modernizacji budynku.

3.4 Wizja lokalna

Marzec 2023 roku.

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

Inwestycja będzie realizowana przy udziale środków zewnętrznych. W audycie posłużono się danymi jednego z działań na termomodernizację, w którym wysokość dotacji wynosiła do 80% kosztów kwalifikowanych.

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

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

- Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- Wymiana okien zewnętrznych
- Zamurowanie części okien zewnętrznych
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Ocieplenie stropodachu
- Ocielenie stropu zewnętrznego
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Wymiana oświetlenia wbudowanego.
- Budowa instalacji fotowoltaicznej.

Ponadto należy obniżyć koszty ogrzewania budynku, oraz należy zmniejszyć emisję zanieczyszczeń w tym CO₂ w wyniku zmniejszenia produkcji ciepła dla budynku.

Wszystkie elementy budynku poddawane termomodernizacji jeśli to możliwe należy dopasować do warunków technicznych mających zacząć obowiązywać w 2021 roku.

4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku oraz ocena stanu technicznego

4.1 Rysunki i zdjęcia budynku – załącznik nr 3

4.2 Konstrukcja budynku

Budynek Urzędu Gminy Chojnów został zbudowany ok 1964 roku w technologii uprzemysłowionej. Posiada on 4 kondygnacje nadziemne, nie jest podpiwniczony. Fundamenty żelbetowe, konstrukcja z ram typu „H”, stropy z płyt kanałowych typu Żerań. Ściany osłonowe z bloczków gazobetonowych. Stropodach płaski z płyt korytkowych, pokrycie papowe. Stropodach został ocieplony wełną mineralną, jednak z powodu nieszczelności dachu, wełna mineralna jest zawilgocona, występują przecieki widoczne na stropie ostatniej kondygnacji.

4.3 Stolarka okienna i drzwiowa

Okna zewnętrzne klatek schodowych drewniane, nieszczelne, w złym stanie technicznym, podobnie jak jedna z witryn szklanych na parterze. Reszta okien PCV wymienionych w latach 2009-2015, posiadają nieszczelności oraz wysoki współczynnik przenikania ciepła. Drzwi zewnętrzne aluminiowe oraz drzwi stalowe, wymagają wymiany.

4.4 Wentylacja

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

4.5 Źródło ciepła

Źródłem ciepła dla budynku jest niskotemperaturowy kocioł gazowy.

4.6 Instalacja centralnego ogrzewania

Instalacja centralnego ogrzewania wodna rurowa zasilana z kotła gazowego. W ogrzewaniu wykorzystywane są w większości grzejniki żeliwne bez zaworów termostatycznych. Część grzejników została wymieniona na stalowe, płytowe. Istniejącą instalację (ogółem) można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

Lp.	Opis	Ozn.	Wartości współczynników sprawności
1	Sprawność wytwarzania ciepła	η_g	0,91
2	Sprawność regulacji i wykorzystania	η_e	0,80
3	Sprawność przesyłu ciepła	η_d	0,90
4	Sprawność akumulacji ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s =$	η	0,66
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

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

4.7 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w elektrycznym podgrzewaczu akumulacyjnym oraz podgrzewaczach przepływowych. Instalację można scharakteryzować współczynnikami sprawności przedstawionymi w tabeli:

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

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 Ministerstwo Rozwoju (załącznik 4). Strumień powietrza

wentylacyjnego został określony na podstawie normy PN-83/B-03430/Az3:2000 (załącznik 1).

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

Dodatkowo wykorzystano następujące normy i rozporządzenia:

- PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- PN-82/B-02403 „Temperatury obliczeniowe zewnętrzne”.
- „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

Uwaga!

W obliczeniach przyjęto, że na elewacji północnej dobudowano windę, której wykonanie jest planowane na czerwiec 2023r., stąd do obliczeń cieplnych nie brano pod uwagę ściany zewnętrznej stykającej się z planowaną windą oraz otworów okiennych o drzwiowych, które będą zabudowane windą.

4.9 Obliczenia mocy systemu grzewczego i rocznego zużycia energii na ciepło

Tabela przedstawiająca obliczeniową moc systemu grzewczego.

Obliczeniowa moc systemu grzewczego	MW	0,1345
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby co	GJ/rok	535,06
Ogólna sprawność systemu	%	65,50
Obniżenie nocne	%	100,00
Obniżenie tygodniowe	%	100,00
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	816,89

4.10 Roczny koszt ogrzewania

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

Oz*	zł/GJ	62,54
Om**	zł/MW/mc	5 405,36
Ab	zł/mc	148,83
Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	MW	0,13
Roczne zużycie energii na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	816,89
Roczna opłata zmienna	zł/rok	51 089,72
Roczna opłata stała	zł/rok	8 726,52
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	1 785,96
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	61 602,20
*) - 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 stawki lokalnego dostawcy ciepła z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

Oz*	zł/GJ	269,01
Om**	zł/mc	4 157,40
Ab0	zł/mc	0,00
Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody	MW	0,0015
Roczne zużycie energii do przygotowania ciepłej wody	GJ/rok	27,79
Roczna opłata zmienna	zł/rok	7 476,64
Roczna opłata stała	zł/rok	76,21
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	0,00
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody	zł/rok	7 552,85

*) - 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	61 602,20
Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej	zł/rok	7 552,85
Roczny koszt sumaryczny	zł/rok	69 155,05

4.13 Dane do obliczeń

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Opis	Jednostki	Wartości
t_{w0}	$^{\circ}\text{C}$	20
t_{z0}	$^{\circ}\text{C}$	-18
S_d	dzień*K/a	3 468
Centralne ogrzewanie		
O_{m0}	zł/MW/m-c	5 405,36
O_{z0}	zł/GJ	62,54
Ab_0	zł/m-c	148,83
Ciepła woda użytkowa		
O_{m0}	zł/MW/m-c	4 157,40
O_{z0}	zł/GJ	269,01
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, stropodachu, stropu zewnętrznego odbiegają od obecnie obowiązujących przepisów. Stolarka okienna nie spełnia obowiązujących przepisów, powodując straty ciepła przez przenikanie oraz infiltrację zimnego powietrza do przestrzeni ogrzewanych. Sprawności instalacji centralnego ogrzewania posiada potencjał oszczędności. W następnym rozdziale zostanie opisany proponowany zakres usprawnień termomodernizacyjnych.

6 Analiza poszczególnych wariantów termomodernizacji

6.1 Usprawnienia dotyczące systemu centralnego ogrzewania

W niniejszym opracowaniu bierze się pod uwagę modernizację instalacji centralnego ogrzewania. W ramach usprawnienia planuje się montaż pompy ciepła typu powietrze-woda napędzanej elektrycznie. Ponadto planuje się wymianę instalacji centralnego ogrzewania, jej izolację termiczną oraz zamontowanie grzejników stalowych, płytowych z zaworami termostatycznymi.

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

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,1345	0,1345
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	535,1	535,1
Sprawność wytwarzania η_g	-	0,91	2,60
Sprawność regulacji i wykorzystania η_d	-	0,80	0,88
Sprawność przesyłu η_e	-	0,90	0,96
Sprawność akumulacji η_s	-	1,00	0,95
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,655	2,087
Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	816,89	256,38
Oz	zł/GJ	62,54	269,01
Om	zł/MW/m-c	5 405,36	4 157,40
A	zł	148,83	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	51 089,72	68 969,33
Roczna opłata stała	zł/rok	8 726,52	6 711,79
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	1 785,96	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	61 602,20	75 681,12
Różnica			-14 078,92
Koszt			650 000,00
SPBT			-

Powyższe usprawnienie charakteryzuje się wysokim zmniejszeniem zapotrzebowania na ciepło dla budynku, jednak ze względu na wysokie ceny energii elektrycznej, koszty eksploatacyjne po zamontowaniu pompy ciepła są wyższe niż przed modernizacją. Jednak przy planowanym zastosowaniu instalacji fotowoltaicznej, która będzie częściowo pokrywała zapotrzebowanie na energię elektryczną potrzebną do pracy pompy ciepła, koszty będą niższe. Poniższa tabelka przedstawia opłacalność inwestycji po uwzględnieniu zastosowania instalacji fotowoltaicznej (usprawnienie dotyczące montażu instalacji fotowoltaicznej zostanie przedstawione w końcowej części opracowania) oraz prosty czas zwrotu inwestycji.

Opis	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji
Moc zamówiona	MW	0,1345	0,1345
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	535,1	535,1
Sprawność wytwarzania η_g	-	0,91	2,60
Sprawność regulacji i wykorzystania η_d	-	0,80	0,88
Sprawność przesyłu η_e	-	0,90	0,96
Sprawność akumulacji η_s	-	1,00	0,95
Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,655	2,087
Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu po odjęciu uzysku z instalacji PV	GJ/rok	816,89	93,59
Oz	zł/GJ	62,54	269,01
Om	zł/MW/m-c	5 405,36	4 157,40
A	zł	148,83	0,00
Roczna opłata zmienna	zł/rok	51 089,72	25 177,25
Roczna opłata stała	zł/rok	8 726,52	6 711,79
Roczna opłata abonamentowa	zł/rok	1 785,96	0,00
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	61 602,20	31 889,04
Różnica			29 713,16
Koszt			650 000,00
SPBT			21,9

6.2 Usprawnienie dotyczące stropodachu

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

λ	0,038	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	505,36	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	505,36	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Ze względu na zły stan dachu, jego przecieki oraz w konsekwencji zawilgocenie istniejącej warstwy wełny mineralnej, planuje się demontaż istniejącej warstwy izolacji, a następnie ocieplenie nową warstwą. Należy także wykonać naprawę dachu. Dlatego też, do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto, że izolacji tej nie ma – stąd:

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,23	0,25	0,27
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		6,05	6,58	7,11
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,388	6,441	6,967	7,494
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	2,575	0,155	0,144	0,133

Do obliczenia (SPBT_{min}) przyjęto, właściwości cieplne przegrody w stanie obecnym, stąd:

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,23	0,25	0,27
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		6,05	6,58	7,11
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,639	6,441	6,967	7,494
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,610	0,155	0,144	0,133
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	92,36	23,51	21,73	20,21
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,012	0,003	0,003	0,003
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		4 872,66	4 998,33	5 106,34
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		348,30	350,00	364,60
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		176 016,89	176 876,00	184 254,26
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		36,1	35,4	36,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 176 876,00 zł		SPBT= 35,4 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: demontaż istniejącej warstwy izolacji oraz ocieplenie stropodachu warstwą izolacji o grubości 25 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.3 Usprawnienie dotyczące stropu zewnętrznego

Rozpatruje się ocieplenie stropu zewnętrznego warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Do wyznaczenia optymalnej grubości izolacji przyjęto warianty różniące się grubością. Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych, ceny rynkowe z podatkiem VAT z dnia sporządzania audytu.

λ	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego
A	22,42	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat
A _{koszt}	22,42	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia

Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		5,56	6,11	6,67
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	0,650	6,205	6,761	7,316
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,539	0,161	0,148	0,137
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	10,34	1,08	0,99	0,92
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,001	0,000	0,000	0,000
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		654,99	661,29	666,62
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		346,50	350,00	359,80
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		7 768,53	7 847,00	8 066,72
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		11,9	11,9	12,1
Wybrany wariant: 2		Koszt: 7 847,00 zł		SPBT= 11,9 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie stropu zewnętrznego warstwą izolacji o grubości 22 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBT_{min})”.

6.4 Usprawnienie dotyczące ścian zewnętrznych

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych oraz w pasie szerokości 1m poniżej poziomu gruntu warstwą izolacji o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. 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	0,036	W/mK - współczynnik przewodności cieplnej materiału izolacyjnego				
A	861,16	m ² - powierzchnia przegrody do obliczania strat				
A _{koszt}	1006,64	m ² - powierzchnia przegrody do ocieplenia				
Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g	m		0,13	0,15	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m ² ·K)/W		3,61	4,17	4,72
3	Opór cieplny R	(m ² ·K)/W	1,066	4,677	5,233	5,788
4	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,938	0,214	0,191	0,173
5	Q _{0U} , Q _{1U}	GJ/a	242,01	55,16	49,31	44,57
6	q _{0U} , q _{1U}	MW	0,031	0,007	0,006	0,006
7	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru}	zł/a		13 223,27	13 637,73	13 972,64
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		343,00	350,00	365,60
9	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		345 277,52	352 324,00	368 027,58
10	SPBT=NU/ ΔO_{ru}	lata		26,1	25,8	26,3
Wybrany wariant: 2		Koszt: 352 324,00 zł		SPBT= 25,8 lat		

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant nr 2: ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą izolacji o grubości 15 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

6.5 Usprawnienie dotyczące zamurowania części okien zewnętrznych

Zgodnie z zaleceniami inwestora, planuje się zamurowanie części okien zewnętrznych (witryny na parterze - z pozostawieniem otworów na 8 okien o wymiarach $1,75 \times 1,97$ oraz 1 otworu na okno wymiarach $0,62 \times 1,62$; okna klatek schodowych - z pozostawieniem otworów na nowe okna o wymiarach $0,62 \times 1,62$) oraz doprowadzenie dobudowywanej przegrody do wartości współczynnika przenikania ciepła co najmniej takiego jak planowana ocieplona ściana zewnętrzna (współczynnik $U=0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$). Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

A	63,37	m^2 - powierzchnia okien do zamurowania		
Lp.	Opis	Jednostki	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Opór cieplny R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,358	5,236
2	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	2,790	0,191
3	Q_{0U}, Q_{1U}	GJ/a	52,98	3,63
4	q_{0U}, q_{1U}	MW	0,007	0,0005
5	Roczna oszczędność kosztów ΔOru	zł/a	0,358	3 492,42
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		800,00
7	Koszt realizacji usprawnienia Nu	zł		50 696,00
8	$\text{SPBT}=\text{NU}/\Delta \text{Oru}$	lata		14,5
Wybrany wariant: 2		Koszt: 50 696,00 zł		SPBT= 14,5 lat

Do dalszej analizy przyjmuje się zamurowanie części okien zewnętrznych oraz doprowadzenie dobudowywanej przegrody do wartości współczynnika przenikania ciepła $U=0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra

Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

6.6 Usprawnienie dotyczące wymiany okien zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę okien zewnętrznych (po zamuirowaniu części otworów okiennych ujętych w usprawnieniu powyżej) na nowe, szczelne, z nawiewnikami higrosterowanymi. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_{ok} zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia okien do wymiany: $P = 288,89 \text{ m}^2$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	2,144	1,10	0,90	0,70
2	Cr	-	1,10	0,70	0,70	0,70
3	Cm	-	1,10	1,00	1,00	1,00
4	Q0, Q1	GJ/a	547,80	325,72	308,41	291,09
5	q0, q1	MW	0,0694	0,0538	0,0516	0,0494
6	Dorok+Dorw	zł/rok		14 903,7	16 128,7	17 353,8
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		1 536,00	1 600,00	1 881,50
	N_{ok}	zł		443 735,04	462 224,00	543 546,54
	SPBT	lata		29,8	28,7	31,3
Wybrany wariant 2:			Koszt: 462 224,00 zł		SPBT= 28,7 lat	

Do dalszej analizy przyjmuje się wariant 2 polegający na wymianie okien zewnętrznych na nowe szczelne z nawiewnikami o współczynniku przenikania ciepła równym $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozwiązanie to spełnia wymagania stawiane w WT2021 oraz warunek procedury wyboru optymalnego usprawnienia określony w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. Nr 43 z 2009 r, poz.346, z późn. zmianami opublikowanymi w Dz.U. 2015 poz.1606) (SPBTmin)".

6.7 Usprawnienie dotyczące drzwi zewnętrznych

Rozpatruje się wymianę stalowych oraz frontowych drzwi zewnętrznych na nowe, szczelne. Do wyznaczenia optymalnego współczynnika przenikania ciepła przyjęto trzy różniące się warianty. Cena N_o zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe z dnia sporządzania audytu.

Powierzchnia drzwi do wymiany: P = 5,54 m ²						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	U	W/m ² K	2,64	1,50	1,30	1,10
2	Cr	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Q ₀ , Q ₁	GJ/a	7,39	5,50	5,17	4,83
5	q ₀ , q ₁	MW	0,0009	0,0007	0,0007	0,0006
6	D _{ordz}	zł/rok		134,1	157,6	181,1
7	J, Koszt usprawnienia	zł/m ²		1 900,0	2 000,0	2 338,2
	N _{dz}	zł		10 526,00	11 080,00	12 953,63
	SPBT	lata		78,5	70,3	71,5
Wybrany wariant 2:			Koszt: 11 080,00 zł		SPBT= 70,3 lat	

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

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

lp.	Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku	Planowane koszty robót (ceny z VAT, zł)	SPBT lata
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	650 000,00	-
2	Ocieplenie stropu zewnętrznego	7 847,00	11,9
3	zamurowanie okien zewnętrznych	50 696,00	14,5
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	352 324,00	25,8
5	Wymiana okien zewnętrznych	462 224,00	28,7
6	Ocieplenie stropodachu	176 876,00	35,4
7	Wymiana drzwi zewnętrznych stalowych	11 080,00	70,3

Uwaga! Usprawnienie związane z modernizacją instalacji centralnego ogrzewania jest traktowane priorytetowo stąd niezależnie od wartości SPBT jest rozważana jako 1 wariant. Koszty poszczególnych usprawnień przedstawione w opracowaniu są cenami brutto i zawierają 23% VAT.

6.9 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
VII	0,073398	0,00153	119,45	57,2	27,8	760	19 058,86	7 552,85	26 611,71	42 543,33
VI	0,073707	0,00153	121,15	58,0	27,8	759	19 293,41	7 552,85	26 846,26	42 308,79
V	0,084133	0,00153	192,17	92,1	27,8	725	28 968,04	7 552,85	36 520,89	32 634,16
IV	0,101251	0,00153	308,76	147,9	27,8	669	44 850,51	7 552,85	52 403,36	16 751,69
III	0,125704	0,00153	488,06	233,9	27,8	583	69 182,24	7 552,85	76 735,09	-7 580,04
II	0,133349	0,00153	526,08	252,1	27,8	565	74 464,43	7 552,85	82 017,28	-12 862,23
I	0,134535	0,00153	535,06	256,4	27,8	561	75 681,12	7 552,85	83 233,97	-14 078,92
Stan istn.	0,134535	0,00153	535,06	816,9	27,8	-	61 602,20	7 552,85	69 155,05	-

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 c.o.

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

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

^{*)} oznaczenia liczbowe przedsięwzięcia (usprawnienia) termomodernizacyjnego zgodnie z tabelą rozdziału 6.9.

7 Analiza możliwości modernizacji instalacji oświetlenia

7.1 Ocena stanu istniejącego instalacji elektrycznej i oświetleniowej

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

Roczne zużycie energii elektrycznej dla budynku wynosi 97 123,0 kWh/rok, koszt energii elektrycznej wynosi 0,97 zł/kWh.

7.2 Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia

Zakłada się zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez wymianę starych opraw oświetleniowych na energooszczędne oprawy LED uwzględniając zastąpienie istniejących źródeł światła. Prace mają na celu zmniejszenie mocy zainstalowanej instalacji oświetlenia. Rozróżnia się następujące typy starych opraw oświetleniowych, które zostaną poddane analizie:

Lp.	Typ oprawy	Ilość opraw [szt.]	Moc oprawy [W]	Moc poszczególnych źródeł światła [kW]
1	oprawa świetlówkowa 2x36W	201	72	14,472
2	oprawa świetlówkowa 2x36W	31	72	2,232
3	oprawa żarowa 60W	19	60	1,140
4	halogen 35W	3	35	0,105
5	LED okrągły	28	20	0,560
6	LED 30W	10	30	0,300
7	LED 70W	37	70	2,590
8	żarówka LED 12W	52	12	0,624
Razem moc zainstalowana źródeł światła [kW]				22,023
Razem moc zainstalowana źródeł światła do wymiany [kW]				17,949

W związku z uciążliwym charakterem pracy tradycyjnych świetlówek oraz żarówek, dużym poborem prądu, wytwarzanych hałasem oraz awaryjnością, w analizowanym budynku planuje się zastąpienie istniejącego starego oświetlenia oprawami LED oraz montaż czujników ruchu w toaletach oraz ciągach komunikacyjnych. Planowane usprawnienie nie obejmuje wymiany istniejących opraw LED.

Lp	Parametry	Jed.	Przed modernizacją	Po modernizacji
1	Zainstalowana moc oświetlenia P_i	kW	22,023	13,642
2	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia t_d	h/rok	2 250	2 250
3	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy t_n	h/rok	250	250
4	Czas użytkowania oświetlenia t_u ¹⁾	h/rok	2 500	2 500
5	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego F_D	-	1,00	1,00
6	Współczynnik uwzględniający nieobecności użytkowników F_O	-	1,00	0,96
7	Współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F_C	-	1,00	1,00
8	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh/rok	55 057,50	32 864,86
9	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/rok	53 320,59	31 828,06
10	Roczna oszczędność energii	kWh		22 192,64
11	Roczna oszczędność kosztów ΔQ_{rok}	zł/rok		21 492,53
12	Cena usprawnienia N_U	zł		88 900,00
13	SPBT= N_U/DO_{rok}	lata		4,1
14	Oszczędności	%		40,3%

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).

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

7.3 Ocena opłacalności zastosowania ogniw fotowoltaicznych

Na podstawie zapotrzebowania na energię elektryczną, rozważa się zastosowanie ogniw fotowoltaicznych pokrywających zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku dla zmodernizowanych systemów (po modernizacji instalacji oświetlenia oraz montażu pompy ciepła). Uwaga! Należy pamiętać o zmianie mocy zamówionej u dostawcy ciepła po montażu pompy ciepła.

Lp.	Opis	Jednostki	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Zapotrzebowanie na energię elektryczną zmodernizowanych instalacji	kWh/rok	86 059,44	86 059,44	86 059,44
2	Roczny koszt zakupu energii elektrycznej	zł/rok	83 344,50	83 344,50	83 344,50
3	Ilość paneli fotowoltaicznych	szt.	105	111	117
4	Powierzchnia elektrowni	m ²	192,4	202,6	212,7
5	Teoretyczna moc instalacji	Wp	47 453	49 950	52 448
6	Średnioroczna ilość wyprodukowanej energii z ogniw fotowoltaicznych	kWh/rok	42 957,67	45 218,60	47 479,53
7	Koszt budowy instalacji fotowoltaicznej	zł	254 013,23	264 735,00	280 751,47
8	Procentowe pokrycie rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną zmodernizowanych instalacji	%	50%	53%	55%
9	Oszczędności	zł/rok	41 602,47	43 792,08	45 981,68
10	SPBT	lata	6,1	6,0	6,1

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 ze 111 paneli o łącznej mocy ok. 49,95 kWp wytwarzającej średniorocznie 45 218,60 kWh energii elektrycznej, które zostanie wykorzystane na potrzeby własne budynku pokrywając ok. 53% zapotrzebowania na energię elektryczną budynku przez systemy modernizowane.



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	650 000,00	-14 078,92	66,4%	20%	130 000,0	80%	520 000,0
2	Ocieplenie stropu zewnętrznego	7 847,00	1 216,69	0,5%	20%	1 569,4	80%	6 277,6
3	zamurowanie okien zewnętrznych	50 696,00	5 282,18	2,2%	20%	10 139,2	80%	40 556,8
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	352 324,00	24 331,73	10,2%	20%	70 464,8	80%	281 859,2
5	Wymiana okien zewnętrznych	462 224,00	15 882,47	6,6%	20%	92 444,8	80%	369 779,2
6	Ocieplenie stropodachu	176 876,00	9 674,63	4,0%	20%	35 375,2	80%	141 500,8
7	Wymiana drzwi zewnętrznych stalowych	11 080,00	216,50	0,1%	20%	2 216,0	80%	8 864,0
Podsumowanie termomodernizacji		1 711 047,00	42 543,33	89,9%	20%	342 209,40	80%	1 368 837,60
1	Modernizacja instalacji oświetlenia	88 900,00	21 492,53	40,3%	20%	17 780,0	80%	71 120,0
2	Montaż instalacji fotowoltaicznej	264 735,00	43 792,08	0,0%	20%	52 947,0	80%	211 788,0
Audyt elektroenergetyczny		353 635,00	65 284,60	-	20%	70 727,00	80%	282 908,00
Całość projektu		2 064 682,00	107 827,94	72,0%	20%	412 936,40	80%	1 651 745,60

Kalkulowany koszt robót wyniesie (z VAT)	2 064 682,00 zł
Udział środków własnych inwestora	412 936,40 zł
Dofinansowanie	1 651 745,60 zł
Roczna oszczędność kosztów	107 827,94 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT [lat]	19,1
Czas zwrotu nakładów SPBT z uwzględnieniem pozyskanego dofinansowania [lat]	3,8

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 6, obejmujący następujące przedsięwzięcia:

1. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
2. Ocieplenie stropu zewnętrznego
3. zamurowanie okien zewnętrznych
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych
5. Wymiana okien zewnętrznych
6. Ocieplenie stropodachu
7. Wymiana drzwi zewnętrznych stalowych

Ponadto planuje się wykonanie modernizacji instalacji oświetlenia wbudowanego oraz budowę instalacji fotowoltaicznej.

10 Załączniki do audytu

Załącznik 1

Obliczenie minimalnego strumienia powietrza wentylowanego

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

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura netto	Współczynnik Cr	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m ³		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	Pomieszczenia ogrzewane	4668,1	1,10	0,7	3 594,4
Po modernizacji					
1	Pomieszczenia ogrzewane	4668,1	0,70	0,7	2 287,4

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”:

Lp.	Pomieszczenia	Kubatura netto	Współczynnik Cm	Norma	Strumień powietrza wentylacyjnego
-	-	m ³		wym/h	m ³ /h
Przed modernizacją					
1	Pomieszczenia ogrzewane	4668,1	1,10	0,7	3 594,4
Po modernizacji					
1	Pomieszczenia ogrzewane	4668,10	1,00	0,7	3 267,7

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

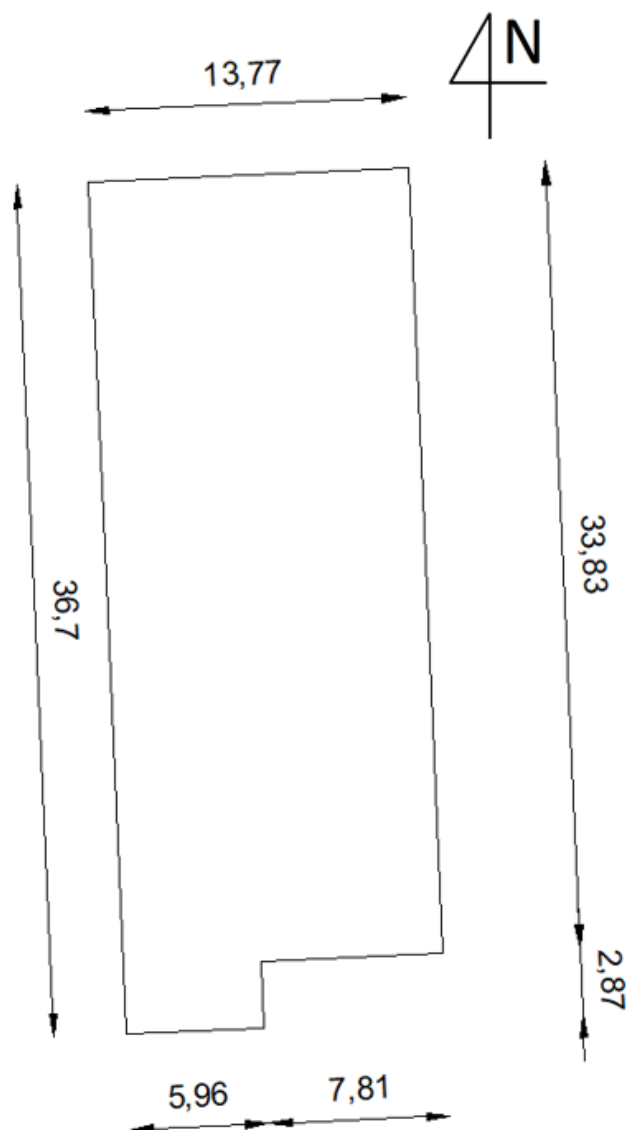
Lp	Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan istniejący	Stan po
1	jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	0,35	0,35
2	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana z wyłączeniem sali gimnastycznej)	m^2	1 582,40	1582,40
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 czterpalnym 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	-	0,7	0,7
8	liczba dni w roku t_r *	dość	365	365
9	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_r / (3600)$	kWh/rok	7 411,4	7 411,4
10	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,96
11	sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	1,00
12	sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
13	sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
14	sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,960	0,960
15	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	7 720,2	7 720,2
16	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{kw}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	4,88	4,88
17	Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_{PW}	kWh/rok	18 696,29	19 300,48
18	Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną E_{PW}	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	11,82	12,20
19	roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	27,8	27,8

Obliczenie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

lp	Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Ilość użytkowników L	osoby	75	75
2	Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	7	7
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	0,029	0,029
4	Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L - 0,244$	-	3,25	3,25
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	0,20	0,20
6	Max. moc c.w.u. $q_{cwumax} = V_{h\dot{s}r} \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot N_h / 3600$	kW	4,96	4,96
7	Średnia moc c.w.u.	kW	1,53	1,53

Załącznik 3

Orientacja i wymiary budynku



Zdjęcia



Elewacja E



Elewacja W



Elewacja S



Elewacja N

Załącznik 4

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

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyty energetyczny budynku Urzędu Gminy w Chojnowie	
	stan przed termomodernizacją	
Miejscowość:	59-225 Chojnów	
Adres:	ul. Fabryczna 1	
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 :	1582,4	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4668,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	88095	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	46440	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	134535	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	134535	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	85,0	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	28,8	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	490,1	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,8	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	3594,4	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	3594,4	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	535,06	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	148629	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1582,40	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4668,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	338,1	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	93,9	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	114,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	31,8	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	stan przed termomodernizacją	
	U	A
	W/m ² · K	m ²
Drzwi zewnętrzne frontowe	2,100	3,54
Drzwi zewnętrzne stalowe	3,600	2,00
Okno zewnętrzne witryna - do zamurowania	2,100	34,21
Okno zewnętrzne witryna	2,100	27,58
Okno zewnętrzne 1	2,100	252,83
Okno zewnętrzne 2 do zamurowania	3,600	29,16
Okno zewnętrzne 2	3,600	8,48
Podłoga na gruncie	0,690	482,94
Strop zewnętrzny	1,539	22,42
Stropodach wentylowany	0,610	505,36
Ściana zewnętrzna	0,938	861,16

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	stan przed termomodernizacją		
	$\theta_{int,H}$	A	V
	°C	m ²	m ³
Urząd Gminy	20,0	1582,40	4668,1

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt energetyczny budynku Urzędu Gminy w Chojnowie	
	stan po termomodernizacji	
Miejscowość:	59-225 Chojnów	
Adres:	ul. Fabryczna 1	
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 :	1582,40	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4668,1	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	31180	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	42218	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	73398	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	73398	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	46,4	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	15,7	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	490,1	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	0,7	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	3267,7	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-18	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Warszawa Okęcie	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	3267,70	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	119,45	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	33180,0	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1582,4	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	4668,1	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	75,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	21,0	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{vH} :	25,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{vH} :	7,1	kWh/(m ³ ·rok)

Wyniki - Zestawienie przegród

Opis	stan przed termomodernizacją	
	U	A
	W/m ² · K	m ²
Drzwi zewnętrzne frontowe	1,300	3,54
Drzwi zewnętrzne stalowe	1,300	2,00
Okno zewnętrzne witryna - do zamurowania	0,191	34,21
Okno zewnętrzne witryna	0,900	27,58
Okno zewnętrzne 1	0,900	252,83
Okno zewnętrzne 2 do zamurowania	0,191	29,16
Okno zewnętrzne 2	0,900	8,48
Podłoga na gruncie	0,690	482,94
Strop zewnętrzny	0,148	22,42
Stropodach wentylowany	0,144	505,36
Ściana zewnętrzna	0,191	861,16

Wyniki - Zestawienie pomieszczeń

Opis	$\theta_{int,H}$	stan przed termomodernizacją	
		A	V
	°C	m ²	m ³
Urząd Gminy	20,0	1582,40	4668,1

Załącznik 5

Obliczenie wskaźników projektu i efektu ekologicznego.

Obliczenie emisji gazów i zanieczyszczeń

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń służące dla wyznaczenia efektu ekologicznego przyjęto wg:

- „Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023.” opublikowane przez KOBIZE
- „Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2021 rok.” opublikowane przez KOBIZE

Wskaźniki jednostkowe emisji:

Wskaźniki jednostkowe emisji CO ₂ :		
Jedn.	Gaz ziemny	Energia elektryczna
[kg/MWh]	199,40	708
[kg/GJ]	55,39	196,67

Opis usprawnienia	Energia cieplna z: Gaz ziemny	Energia elektryczna z sieci	Emisja CO ₂
	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[t/rok]
Stan istniejący	226,91	7,72	50,71
1		78,94	55,89
2		77,74	55,04
3		72,68	51,46
4		48,82	34,56
5		33,30	23,57
6		23,85	16,88
7		23,64	16,74
Podsumowanie termomodernizacji (redukcja)	226,91	-15,90	33,99
Stan istniejący		97,12	68,76
Modernizacja oświetlenia		74,93	53,05
+/- termomodernizacja		90,83	64,31
Montaż instalacji PV		45,61	32,29
Audyt elektroenergetyczny (redukcja)		51,51	36,47
Podsumowanie			
Stan istniejący	226,91	97,12	114,01
Stan po realizacji projektu	0,00	45,61	32,29
Całość projektu (redukcja)	226,91	51,51	81,72

Obliczenie energii pierwotnej

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

Opis	Energia cieplna z:	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	SUMA
	Gaz ziemny			
	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Energia końcowa				
Stan istniejący	226,91	97,12	0	324,04
Stan po realizacji projektu	0,00	45,61	45,22	90,83
Całość projektu (redukcja)	226,91	51,51	-45,22	233,21
Energia pierwotna				
Stan istniejący	249,60	242,81	0,00	492,41
Stan po realizacji projektu	0,00	114,03	0,00	114,03
Całość projektu (redukcja)	249,60	128,78	0,00	378,39