

**ATsys.pl Sp. z o.o. /
www.niskaemisja.pl**

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Urząd Skarbowy w Kluczborku

ADRES BUDYNKU	Ulica:	Sienkiewicza 22A
	Miejscowość:	Kluczbork
	Kod pocztowy:	46-200
	Powiat:	kluczborski
	Województwo:	opolskie
NUMER OPRACOWANIA	Izba/1/00002/2023/Audyt 1	

listopad 2023

CZĘŚĆ I. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU		
1.1 Rodzaj budynku	Usługowy	
1.2 Rok budowy	Budynek wybudowany w latach 1970, 1998-1999 przejął US Kluczbork.	
1.3 Inwestor	Izba Administracji Skarbowej w Opolu ul. płk. Witolda Pileckiego 2 45-331 Opole NIP 754-10-26-256 REGON 001022920	
1.4 Adres budynku	Sienkiewicza 22A Kluczbork 46-200	
2. NAZWA, NR. REGON I ADRES PODMIOTU WYKONUJĄCEGO AUDYT		
ATsys.pl Sp. z o.o. Spółka Komandytowa 40-030 Katowice, Lompy 7/3 NIP: 6342817144 REGON: 243232469		
3. IMIĘ I NAZWISKO, ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS		
Monika Gołębiowska Numer wpisu: 14244/2017 Katarzyna Budzisz Numer wpisu: 19394/2023		
4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRES PRAC		
LP.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu
1	Radosław Pęczak	Inwentaryzacja techniczno-budowlana
2	Katarzyna Budzisz	Przygotowanie opracowania
3	Monika Gołębiowska	Przygotowanie opracowania, sprawdzenie
5. MIEJSCE, DATA OPRACOWANIA		
Katowice, 30.11.2023r.		
6. SPIS TREŚCI		
CZĘŚĆ I..... STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU 2		
CZĘŚĆ II. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU..... 4		
CZĘŚĆ III. DOKUMENTACJA..... 8		
CZĘŚĆ IV. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU..... 10		
CZĘŚĆ V. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU..... 14		
CZĘŚĆ VI. WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU TECHNICZNEGO 15		

CZĘŚĆ VII. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO	16
CZĘŚĆ VIII. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI	31
ZAŁĄCZNIK NR 1 - Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych	33
ZAŁĄCZNIK NR 2 - Obliczenie strumienia ciepła wentylacyjnego	34
ZAŁĄCZNIK NR 3 - Obliczenie strumienia ciepła wentylacyjnego	36
ZAŁĄCZNIK NR 4 - Charakterystyka energetyczna - stan przed	38
ZAŁĄCZNIK NR 5 - Charakterystyka energetyczna - stan po	39
ZAŁĄCZNIK NR 6 - OBLICZENIA DOTYCZĄCE REDUKCJI ENERGII PIERWOTNEJ	40

CZĘŚĆ II. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	4 751	4751
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	4 228	4227,7
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	4 228	4227,7
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali użytkowych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	100,0%	100,0%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	Przepływowe elektryczne podgrzewacze wody, przygotowana w miejscu poboru	Przepływowe elektryczne podgrzewacze wody, przygotowana w miejscu poboru
10.	Rodzaj systemu grzewczego w budynku	Budynek podłączony do sieci ciepłowniczej ZEC Kluczbork	Budynek podłączony do sieci ciepłowniczej ZEC Kluczbork
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,38	0,38
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane ¹⁾ [W/(m ² K)]			
1	Podłoga na gruncie	0,366	0,366
2	Podłoga w piwnicy	0,420	0,420
3	Ściana zewnętrzna	0,418	0,418
4	Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,892	0,892
5	Stropodach wentylowany	0,290	0,147
6	Stropodach niewentylowany	0,447	0,447
7	Strop ciepło do dołu	0,858	0,858
8	Okna zewnętrzne	2,600	0,900

9	Okna zewnętrzne aluminiowe - ściany aluminiowe	5,320	5,320
10	Drzwi zewnętrzne aluminiowe	2,600	2,600
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1	Sprawność wytwarzania	0,98	0,98
2	Sprawność przesyłu	0,90	0,90
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4	Sprawność akumulacji	0,82	0,82
5	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,71	0,71
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	okna/kanały
3	Strumień powietrza zewnętrznego [m³/h]	4 725,10	4 725,10
4	Krotność wymian powietrza [l/h]	0,71	0,71
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	87,31	59,5
2	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania cwu [kW]	7,8	7,8
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	508,0	346,5
4	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	983,36	670,66
5	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	546	436

6	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	983,36	670,66
7	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	546	436
8	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	100	51
9	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	100	73
10	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	87,31	59,5
7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1	Koszt 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku [zł/GJ]	55,56	55,56
2	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
3	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej [zł/m³]	0,0034	0,0034
4	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MW m-c)]	-	-
5	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]	1,19	1,17
6	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	150,00	150,00
7	Inne - np.. opłata za 1 GJ za podgrzanie wody użytkowej [zł/GJ]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]		27,64%	
Planowane koszty całkowite [zł]		940 604	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		3157	
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej 30 kW			

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. a ust. 2 ustawy

CZĘŚĆ III. DOKUMENTACJA

1. DOKUMENTACJA PROJEKTOWA

Projekty i plany przekazane w trakcie wizji lokalnej.

2. INNE DOKUMENTY

Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459. Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- Rozporządzenie 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. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- 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 charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 ""„Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”. "

3. OSOBY UDZIELAJĄCE INFORMACJI

Dużyński Krzysztof
IZBA ADMINISTRACJI SKARBOWEJ W OPOLU
krzysztof.duzynski@mf.gov.pl
502 726 170

Włodowska Magdalena
IZBA ADMINISTRACJI SKARBOWEJ W OPOLU
magdalena.wlodowska@mf.gov.pl
605 438 634

4. DATA WIZJI LOKALNEJ

Listopad 2023 roku

5. WYTYCZNE, SUGESTIE, OGRANICZENIA I UWAGI INWESTORA (ZLECENIODAWCY)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Pozyskać dofinansowanie z Programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (FEnIKS).
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych
 - ocieplenie dachu i stropodachu,
 - ocieplenie stropu nad piwnicą,
 - wymiana okien
 - wymiana drzwi.
- Osiągnięcie redukcji zapotrzebowania na energię o co najmniej 30%.

6. WIELKOŚĆ ŚRODKÓW WŁASNYCH INWESTORA PRZEZNACZONYCH NA POKRYCIE KOSZTÓW PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO ORAZ WYSOKOŚĆ KREDYTU MOŻLIWEGO DO ZACIĄgniĘCIA

Wielkość środków własnych inwestora: 0,00%. Maksymalny procentowy poziom dofinansowania całkowitego wydatków kwalifikowanych na poziomie projektu wynosi 100%.

CZĘŚĆ IV. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU

1. Ogólne dane o budynku	
1.1 Własność	Skarb Państwa
1.2 Przeznaczenie budynku	usługowy (administracji publicznej)
1.3 Adres	Sienkiewicza 22A Kluczbork 46-200
1.4 Rodzaj budynku	wolnostojący
1.5 Rok budowy (zasiedlenia)	Budynek wybudowany w latach 1970, 1998-1999 przejął US Kluczbork.
1.6 Technologia budowy	tradycyjna

2. Dane techniczne budynku		
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]	563
2	Kubatura budynku [m ³]	4228
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii [m ³]	4751
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań [m ²]	0
5	Powierzchnia korytarzy +klatek [m ²]	0
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy podać przeznaczenie pomieszczeń [m ²]	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	1570
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	1570
10	Budynek podpiwniczony	TAK
11	Liczba klatek schodowych	3
12	Liczba kondygnacji	4
13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,0
14	Liczba mieszkańców	0
15	Liczba mieszkań	0
16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
17	Liczba mieszkań z WC osobno	0

Opis techniczny podstawowych elementów budynku (przegrody)

L.p.	Opis	Pow. netto m²	U_k W/(m²*K)
1	Podłoga na gruncie	368,8	0,366
2	Podłoga w piwnicy	180,9	0,420
3	Ściana zewnętrzna	899,7	0,420
4	Ściana zewnętrzna przy gruncie	224,3	0,892
5	Stropodach wentylowany	415,1	0,290
6	Stropodach niewentylowany	276,6	0,447
7	Strop ciepło do dołu	200,5	0,858

Opis techniczny podstawowych elementów budynku (okna i drzwi)

L. p.	Opis	Pow. okien i drzwi balk. m²	U okna W/(m²* K)	Pow. drzwi m²	U drzwi W/(m²* K)
1	Okna zewnętrzne	50,1	2,600		
2	Okna zewnętrzne aluminiowe - ściany aluminiowe	103,3	5,317		
3	Drzwi zewnętrzne aluminiowe			9,1	3,000

4. Charakterystyka systemu ogrzewania			
1	Typ instalacji	Budynek podłączony do sieci ciepłowniczej ZEC Kluczbork	
2	Parametry pracy instalacji	20/70	
3	Przewody w instalacji	Zaizolowane	
4	Rodzaje grzejników	Ogrzewanie Grzejniki stalowe 2 płytowe z głowicami termostatycznymi	
5	Oślonięcie grzejników	Brak	
6	Zawory termostatyczne	Tak	
7	Zabezpieczenie	Brak	
8	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca	
9	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	5 / 24	
Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji			
Lp .	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,98
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,90
3	Regulacja i wykorzystanie	η_c	1,00
4	Akumulacja ciepła	η_s	0,82
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g*\eta_d*\eta_c*\eta_s =$	η_{tot}	0,72
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,71
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00
Uzasadnienie przyjętych współczynników sprawności:			
Opis		Wartości dla budynku - stan istniejący	
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$		WĘZEL CIEPLNY - kompaktowy z obudową do 100 kW	
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$		OGRZEWANIE CENTRALNE WODNE - z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku - z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami - w pomieszczeniach nieogrzewanych	
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$		OGRZEWANIE WODNE - grzejniki członowe/płytowe - z regulacją automatyczną miejscową	
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$		BRAK ZASOBNIKA BUFOROWEGO	

uwzględn. przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	praca ciągła
---	--------------

5. Dane techniczne budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny - z zasobnikiem bez strat
2	Piony i ich izolacja	MIEJSCOWE PRZYGOTOWANIE - bezpośrednio przy punktach poboru - bez obiegów cyrkulacyjnych
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4	Zbiornik akumulacyjny	BRAK ZASOBNIKA

Wartości współczynników systemu przygotowania cwu dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp.	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_{gw}	0,96
2	Przesyłanie ciepła	η_{dw}	1,00
3	Regulacja i wykorzystanie	η_{ew}	1,00
4	Akumulacja ciepła	η_{sw}	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} =$	$\eta_{tot,w}$	0,96

Uzasadnienie przyjętych współczynników sprawności:

Lp.	Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący
1	Rodzaj instalacji	Elektryczny podgrzewacz akumulacyjny - z zasobnikiem bez strat
2	sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	MIEJSCOWE PRZYGOTOWANIE - bezpośrednio przy punktach poboru - bez obiegów cyrkulacyjnych
3	sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	BRAK ZASOBNIKA

6. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m^3/h	3 369

CZĘŚĆ V. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

1. Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/(m ² *K)]	
	istniejące	wymagane
Podłoga na gruncie	0,366	0,90
Podłoga w piwnicy	0,42	0,90
Ściana zewnętrzna	0,418	0,20
Okno zewnętrzne	3,951	0,90
Ściana zewnętrzna przy gruncie	0,892	0,45
Stropodach wentylowany	0,29	0,15
Stropodach niewentylowany	0,447	0,30
Strop ciepło do dołu	0,858	1,00

Wymagane jest dostosowanie przegród do obowiązujących wymagań w zakresie przenikalności przegród, który wynika z Warunków Technicznych 2021

2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/(m ² *K)]	
	istniejące	wymagane
Okna zewnętrzne	2,6	0,9
Okna zewnętrzne aluminiowe - ściany aluminiowe	5,3	0,9
Drzwi zewnętrzne aluminiowe	2,6	1,3
Okna zewnętrzne	2,6	0,9
Okna zewnętrzne aluminiowe - ściany aluminiowe	5,3	0,9

Wymagane jest dostosowanie przegród do obowiązujących wymagań w zakresie przenikalności przegród, który wynika z Warunków Technicznych 2021

3. System grzewczy

Źródło ciepła spełnia wymagania ustawy antysmogowej - nie będzie podlegało wymianie.

4. System zaopatrzenia w ciepłą wodę

5. Źródło ciepła spełnia wymagania ustawy antysmogowej - nie będzie podlegało wymianie.

Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Stan techniczny przewodów kominowych wg ostatniej ekspertyzy kominiarskiej jest zgodny z obowiązującymi wymaganiami technicznymi.

**CZĘŚĆ VI. WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIENÍ I PRZEDSIĘWZIĘĆ
TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE
OCENY STANU TECHNICZNEGO**

Lp	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Docieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową (obsługa interesanta) Ocieplenie dachu nad biurową częścią budynku
2	<u>Okna i drzwi:</u> Okna i drzwi charakteryzują się niewystarczającym współczynnikiem przenikania ciepła $U [W/m^2K]$	Wymiana drzwi zewnętrznych Wymiana okien w części biurowo-usługowej (obsługa interesanta) Wymiana okien w części biurowej
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> -	Źródło ciepła spełnia wymagania ekoprojektu - nie będzie podlegało wymianie
5	<u>System grzewczy</u> -	Źródło ciepła spełnia wymagania ekoprojektu - nie będzie podlegało wymianie

CZĘŚĆ VII. OKREŚLENIE OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO

VII.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło (pierwszy krok optymalizacyjny)

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	1. Wymiana drzwi zewnętrznych 2. Wymiana okien w części biurowo-usługowego (obsługa interesanta) 3. Docieplenie ścian zewnętrznych 4. Wymiana okien w części biurowej 5. Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową (obsługa interesanta) 6. Ocieplenie dachu nad biurową częścią budynku
2	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Nie dotyczy
3	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie ciepła do ogrzewania	Nie dotyczy

VII.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego (drugi krok optymalizacyjny)

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- a) Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- b) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- c) Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

- d) Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

L. p.	Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termomodernizacji	Jedn.
1	Temperatura pomieszczeń ogrzewanych, t_{wo}	20,0	20,0	°C
2	Temperatura pomieszczeń nieogrzewanych, t_{wo}	8,0	8,0	°C
3	S_d dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 543	3 543	Dzień x K x a
4	S_d dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 8^{\circ}\text{C}$	992	992	

VII.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie – Wymiana drzwi zewnętrznych

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_{ok} =$ 9,12 m^2 $V_{nom} =$ 2 039 m^3/h $V_{obl} =$ 3 369 m^3/h $V_{PN-12831} =$ 2 376 m^3/h $C_w = 1$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : drzwi o współczynniku				U=	1,3	W/m2*K
wariant 2: drzwi o współczynniku				U=	1,1	W/m2*K
wariant 3: drzwi o współczynniku				U=	0,9	W/m2*K
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² .K	3	1,3	1,1	0,9
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	0,85	0,85	0,85
		Cm	-	1,00	1,00	1,00
3	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*Aok*U	GJ/a	8	4	3	3
4	2,94*10 ⁻⁵ *Cr*Cw*Vnom*Sd	GJ/a	212,37	180,5 2	180,5 2	180,5 2
5	Q0, Q1 = (3) + (4)	GJ/a	220,77	184,1 2	183,6 2	183,0 2
6	10 ⁻⁶ *Aok*(tw0-tz0)*U	MW	0,0011	0,000 5	0,000 4	0,000 3
7	3,4*10 ⁻⁷ *VPN *(tw0-tz0)	MW	0,0323	0,045 8	0,045 8	0,045 8
8	q0, q1 = (6) + (7)	MW	0,0334	0,046 3	0,046 2	0,046 1
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/rok		2 036	2 064	2 098
10	Koszt jednostkowy drzwi N _D	zł		6 000	6 500	7 000
11	Koszt wymiany drzwi N _D	zł		54 720	59 280	63 840
12	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		0	0	0
13	Koszt N _w +N _D	zł		54 570	59 280	63 840
14	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		26,80	28,72	30,44
Wybrany wariant : 1		Koszt :	54 570 zł	SPBT=	26.8 lat	

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg stawek aktualnych na dzień 30.11.2023 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.

Przyjęto jako optymalny wariant nr 1 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych.

VII.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie – Wymiana okien w części biurowej

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie
				Wymiana okien w części biurowej
Dane: powierzchnia okien	$A_{ok} =$	50,05	m ²	$C_w =$ 1
	$V_{nom} =$	1 216	m ³ /h	
	$V_{obl} =$	$V_{PN-12831} * C_m$		
Opis wariantów usprawnienia	$V_{PN-12831} =$	886	m ³ /h	
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U				
wariant 1 : okna o współczynniku U= 0,9 W/m ² *K				
wariant 2: okna o współczynniku U= 1 W/m ² *K				
wariant 3: okna o współczynniku U= 1,1 W/m ² *K				

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² *K	2,6	0,9	1	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,00	1,00	1,00
		Cm	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	11,2	3,86	4,29	4,72
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	35,48	35,48	35,48	35,48
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	46,68	39,34	39,77	40,20
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,00364	0,00126	0,00140	0,00154
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00843	0,00843	0,00843	0,00843
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,01207	0,00969	0,00983	0,00997
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		408	384	360
10	Koszt jednostkowy okien N _{ok}	zł		1 300	1 300	1 300
11	Koszt wymiany okien N _{ok}			65 065	65 065	65 065
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		159,56	169,49	180,74

Podstawa przyjętych wartości Nu

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg stawek aktualnych na dzień 30.11.2023 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 65 065 zł	SPBT= 169,5 lat
----------------------------	--------------------------	------------------------

Przyjęto jako optymalny wariant nr 1 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych.

VII.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie – Docieplenie ścian zewnętrznych

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Docieplenie ścian zewnętrznych

Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat	A	=	899,7 m ²
	powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz}	=	944,7 m ²
Opis wariantów usprawnienia				
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,038$ W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:				
wariant 1:	o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika $U \leq 0,20$ W/(m ² K) - wg WT2021			
wariant 2:	o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1			
wariant 3:	o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2			

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,1	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		2,63	3,16	3,68
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	2,381	5,013	5,539	6,065
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	115,7	54,9	49,7	45,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0151	0,0072	0,0065	0,0059
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		3 378	3 667	3 906
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350	385	423,5
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		330 631	363 694	400 064
9	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		97,88	99,19	102,43
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,420	0,200	0,181	0,165

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg stawek aktualnych na dzień 30.11.2023 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody z odliczeniem powierzchni okien i drzwi.

Wybrany wariant : 1	Koszt :	330 631 zł	SPBT=	97,88 lat
----------------------------	----------------	-------------------	--------------	------------------

Przyjęto jako optymalny wariant nr 1 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych.

VII.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie – Wymiana okien w części biurowej

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	Wymiana okien w części biurowo-usługowego (obsługa interesanta)

Dane:	powierzchnia okien	$A_{ok} = 103,26 \text{ m}^2$	$C_w = 1$
		$V_{nom} = 542 \text{ m}^3/\text{h}$	
		$V_{obl} = V_{PN-12831} * C_m$	
Opis wariantów usprawnienia		$V_{PN-12831} = 376 \text{ m}^3/\text{h}$	
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U			
wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$			
wariant 2: okna o współczynniku $U = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$			
wariant 3: okna o współczynniku $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$			

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	5,317	0,9	1	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U$	GJ/a	47,1	7,97	8,85	9,74
4	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	15,82	15,82	15,82	15,82
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	62,92	23,79	24,67	25,56
6	$10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U$	MW	0,01537	0,00260	0,00289	0,00318
7	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00358	0,00358	0,00358	0,00358
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,01895	0,00618	0,00647	0,00676
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) O_m$	zł/rok		2 174	2 125	2 076
10	Koszt jednostkowy okien N_{ok}	zł		1 300	1 300	1 300
11	Koszt wymiany okien N_{ok}			134 238	134 238	134 238
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		61,75	63,17	64,68

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg stawek aktualnych na dzień 30.11.2023 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 134 238 zł	SPBT= 63,2 lat
----------------------------	---------------------------	-----------------------

Przyjęto jako optymalny wariant nr 1 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych.

VII.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie – Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową (obsługa interesanta)

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową (obsługa interesanta)

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 276,6 \text{ m}^2$
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 304,3 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

- wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której nie jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- wariant 2: o grubości o 2 cm większej niż wariant 1
- wariant 3: o grubości o 2 cm większej niż wariant 2

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		4,44	5,00	5,56
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	2,237	6,682	7,237	7,793
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	11,40	5,00	4,60	4,30
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0015	0,0006	0,0006	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		356	378	394
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350	385	423,5
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		106 491	117 140	128 854
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		299,47	310,06	326,71
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,447	0,150	0,138	0,128

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg stawek aktualnych na dzień 30.11.2023 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody z odliczeniem powierzchni okien i drzwi.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 106 491 zł	SPBT = 299,5 lat
---------------------	--------------------	------------------

Przyjęto jako optymalny wariant nr 1 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych.

VII.2.6 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie – Ocieplenie dachu nad biurową częścią budynku

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda
		Ocieplenie dachu nad biurową częścią budynku
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 691,7 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 760,9 \text{ m}^2$ Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda=0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której nie jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ wariant 2: o grubości o 2 cm większej niż wariant 1 wariant 3: o grubości o 2 cm większej niż wariant 2	

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		3,33	3,89	4,44
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	3,448	6,782	7,337	7,893
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	18,40	12,30	11,40	10,60
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0024	0,0015	0,0014	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		339	389	433
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350	385	423,5
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		266 301	292 931	322 224
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		785,78	753,23	743,65
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	0,290	0,147	0,136	0,127

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg stawek aktualnych na dzień 30.11.2023 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni przegrody z odliczeniem powierzchni okien i drzwi.

Wybrany wariant : 1	Koszt :	266 301 zł	SPBT= 785,8 lat
----------------------------	----------------	-------------------	------------------------

Przyjęto jako optymalny wariant nr 1 przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych.

VII.2.6 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie – INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Wyszczególnienie	Stan przed	Stan po
Nominalna minimalna moc elektryczna instalacji [kW]	0	30
Zalecana moc magazynu [kW]	0	45
Uzysk dla instalacji [kWh/ 1 kW mocy] - teoretyczny	849,17	849,17
Produkcja energii elektrycznej teoretyczna [kWh/rok]	0	25475,1
Zużycie energii elektrycznej w ujęciu rocznym [kWh/rok]	53351,66667	53351,66667
Produkcja energii elektrycznej na potrzeby własne [kWh/rok]	0	25475,1
Produkcja energii elektrycznej przekazywanej do sieci [kWh/rok]	0	0
Cena jednostkowa energii brutto	800	800
Oszczędności w zakupie energii elektrycznej	0	20380,08
Roczny koszt całkowity eksploatacji [zł/rok]	0	0
Roczna oszczędność kosztów eksploatacji [zł/rok]	20380,08	
Całkowity koszt zadania [zł]	352950,00	
Prosty czas zwrotu [lata]	17,32	

Przyjęto jako optymalny wariant nr 1 (projektowany) przy założeniu, że inwestycja związana z termomodernizacją budynku zostanie zrealizowana zgodnie z wymaganiami zawartymi w Warunkach Technicznych.

VII.2.8 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

L p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	54 720	26,797
2	Wymiana okien w części biurowo-usługowego (obsługa interesanta)	134 238	61,750
3	Docieplenie ścian zewnętrznych	330 631	97,884
4	Wymiana okien w części biurowej	65 065	159,560
5	Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową (obsługa interesanta)	106 491	299,470
6	Ocieplenie dachu nad biurową częścią budynku	266 301	785,780

VII.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego (trzeci krok optymalizacyjny)

Dane: $Q_{0co} = 983 \text{ GJ/a}$

Nie przewiduje się wymiany źródła ciepła

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wprowadzeniem proponowanych usprawnień.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
		MSC		MSC	
	Rodzaj systemu zasilania				
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,98	$\eta_w =$	0,98
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,90	$\eta_p =$	0,90
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	1,00	$\eta_r =$	1,00
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	0,82	$\eta_e =$	0,82
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,72	$\eta =$	0,72
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,71	$w_t =$	0,71
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d =$	1,00	$w_d =$	1,00

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	WĘZŁ CIEPLNY - kompaktowy z obudową do 100 kW	bez zmian
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	OGRZEWANIE CENTRALNE WODNE - z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku - z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami - w pomieszczeniach nieogrzewanych	bez zmian
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	OGRZEWANIE WODNE - grzejniki członowe/płytkowe - z regulacją	bez zmian

	automatyczną miejscową	
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	BRAK ZASOBNIKA BUFOROWEGO	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby W_d	praca ciągła	bez zmian

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,087	0,087
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	983	983
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,72	0,72
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,71	0,71
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	976	976
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	54 222	54 222
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0
9	Roczny abonament	zł/rok	150	150
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	54 372	54 372
11	Różnica	zł/rok		0
12	Koszt	zł		0
13	SPBT	lat		-

VII.4 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (czwarty krok optymalizacyjny)

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

VII.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X	X	X
2	Wymiana okien w części biurowo-usługowego (obsługa interesanta)	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X		
4	Wymiana okien w części biurowej	X	X	X			
5	Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową (obsługa interesanta)	X	X				
6	Ocieplenie dachu nad biurową częścią budynku	X					
7	Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem	X	X	X	X	X	X

VII.4.2 Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszty audytu	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+6+7	1 310 396	3 000	1 313 396
2	1+2+3+4+5+7	1 044 095	3 000	1 047 095

3	$1+2+3+4+7$	937 604	3 000	940 604
4	$1+2+3+7$	872 539	3 000	875 539
5	$1+2+7$	541 908	3 000	544 908
6	$1+7$	407 670	3 000	410 670

VII.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

	c.o.						c.w.u.			c.o. + c.w.u.			Zmiana		
wariant y	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	h	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / h$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w. u.	DQ_{co+cwu}	Oszczędn.	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	%
1	0,0595	671	0,714	1,00	939	46513	0,0022	436	21383	0,0617	1374,9	67 896	438	21 687	24,2%
2	0,0614	691	0,714	1,00	968	47934	0,0022	436	21383	0,0635	1403,6	69 317	409	20 266	22,6%
3	0,0651	733	0,714	1,00	1 026	50849	0,0022	436	21383	0,0673	1462,5	72 232	350	17 351	19,3%
4	0,0733	826	0,714	1,00	1 156	57254	0,0022	436	21383	0,0755	1591,7	78 637	221	10 946	12,2%
5	0,0790	890	0,714	1,00	1 246	61726	0,0022	436	21383	0,0812	1682,0	83 108	131	6 475	7,2%
6	0,0872	982	0,714	1,00	1 375	68111	0,0022	436	21383	0,0894	1810,9	89 494	2	89	0,1%
0-stan istniejący	0,0873	983	0,714	1,00	1 377	68201	0,0022	436	21383	0,0895	1812,7	89 583			

VII.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant nr 1 obejmujący usprawnienia:

1. Wymiana drzwi zewnętrznych
2. Wymiana okien w części biurowo-usługowej (obsługa interesanta)
3. Docieplenie ścian zewnętrznych
4. Wymiana okien w części biurowej
5. Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową (obsługa interesanta)
6. Ocieplenie dachu nad biurową częścią budynku
7. Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem

CZĘŚĆ VIII. OPIS TECHNICZNY OPTIMALNEGO WARIANTU PRZEDSIĘWZIĘCIA TERMOMODERNIZACYJNEGO PRZEWIDZIANEGO DO REALIZACJI

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

1. Ocieplenie dachu nad częścią biurowo-usługową wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), o grubości 16 cm, za pomocą wtrysku.
2. Ocieplenie dachu nad częścią biurową wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
3. Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$), o grubości 10 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
4. Wymianę istniejących okien w części biurowo-usługowej (obsługa interesanta) na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z montażem nawiewników
5. Wymianę istniejących okien w części biurowej na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z montażem nawiewników
6. Wymianę istniejących drzwi zewnętrznych wejściowych (głównych do budynku) w części biurowej na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z montażem nawiewników
7. Montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem

Zaplanowana oszczędność energii pierwotnej wynosi 31,664%.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

ZAŁĄCZNIK NR 1 - Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,0595	670,66
2	0,0614	691,15
3	0,0651	733,18
4	0,0733	825,53
5	0,0790	890,00
6	0,0872	982,07
0 - stan istniejący	0,0873	983,36

ZAŁĄCZNIK NR 2 - Obliczenie strumienia ciepła wentylacyjnego

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{dK})$	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m^3	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	$\text{dm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{dzień})$	2,0	1,6
powierzchnia ogrzewana A_f	m^2	1961	1961,02
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	$^{\circ}\text{C}$	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}\text{C}$	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,9	0,9
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	67 479	53 984
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,96	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1,00	1,00
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,96	0,96
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	70 291	56 233
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	253	202

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
------	-----------	--	---

(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników	os.	50	50
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V _{cw}	l	15	15
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku	m ³ /h	0,042	0,042
$V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$			
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.	-	3,588	3,588
$N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$			
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	GJ/m ³	0,189	0,189
$Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$			
Max. moc c.w.u.	kW	7,8	7,8
$q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$			
Średnia moc c.w.u.	kW	2,2	2,2
$q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$			

ZAŁĄCZNIK NR 3 - Obliczenie strumienia ciepła wentylacyjnego

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw

Strumień podstawowy - V_{nom}

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Powierzchnia, m^2</i>	<i>Wskaźnik, $m^3/(s \cdot m^2)$</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Lokale użytkowe	1569,80	0,00032	1 808
Piwnica	200,01	0,00032	230
ŁĄCZNIE V_{nom}			2 039

* Budynek wybudowany przed 1990 r., bez przeprowadzonej termomodernizacji, bez wiatrołapu

Strumień dodatkowy

Budynek bez przeprowadzonej próby szczelności, bez wymiany okien

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Kubatura ogrz., m^3</i>	<i>Krotność wymian, h^{-1}</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Lokale użytkowe	4227,70	0,28	1 184
Piwnica	523,30	0,28	147
ŁĄCZNIE V_{inf}			1 330

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw ($V_{nom} + V_{inf}$) - DO KARTY AUDYTU

Lokale mieszkalne	2 992	m^3/h
Klatka schodowa	377	m^3/h
Razem	3 369	m^3/h

Kubatura wentylowana budynku $V =$	4 725	m^3
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,71	h^{-1}

Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN-12831

<i>Typ pomieszczenia</i>	<i>Kubatura ogrz., m^3</i>	<i>Krotność wymian, h^{-1}</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Lokale użytkowe	4 228	0,5	2 114
Piwnica	523	0,5	262
ŁĄCZNIE $V_{PN-12831}$			2 376

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Współczynniki korekcyjne wg Rozporządzenia dot. audytów

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
C_r	1,0	0,85	1,0

c_w	1,0	1,0	1,0
c_m	1,0	1,0	1,0

**Strumienie powietrza wentylacyjnego przyjęte do optymalizacji usprawnienia
związanego z wymianą okien**

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg Rozporządzenia dot. świadectw

Lokale mieszkalne	$c_r * c_w * V_{nom}$	1 808	1 537	m^3/h
Razem		2 039	1 768	m^3/h

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW] wg PN-EN-12831

Lokale mieszkalne	$c_m * V_{PN-12831}$	2 114	2 114	m^3/h
Razem		2 376	2 376	m^3/h

ZAŁĄCZNIK NR 4 - Charakterystyka energetyczna - stan przed

ZAŁĄCZNIK NR 5 - Charakterystyka energetyczna - stan po

ZAŁĄCZNIK NR 6 - OBLICZENIA DOTYCZĄCE REDUKCJI ENERGII PIERWOTNEJ

Zużycie energii końcowej w budynku (łącznie)

TABELA 1 OBLICZENIA DOTYCZĄCE ZUŻYCIA ENERGII KOŃCOWEJ W BUDYNKU

Rodzaj nośnika	Zużycie energii przed	Zużycie energii po	Jednostka	Paliwo wykorzystywane w danym nośniku
energia elektryczna	38 884,67	16 038,56	kWh/rok	energia elektryczna (współczynnik energii pierwotnej = 2,5)
energia cieplna co	1 529,36	1 106,66	GJ/rok	miejski system ciepłowniczy (współczynnik energii pierwotnej = 1,54)

Źródło: Opracowanie własne

Zużycie energii pierwotnej w budynku (łącznie)

TABELA 2 OBLICZENIA DOTYCZĄCE ZUŻYCIA ENERGII PIERWOTNEJ W BUDYNKU

Rodzaj nośnika	Zużycie energii przed	Zużycie energii po	Jednostka	Paliwo wykorzystywane w danym nośniku
energia elektryczna	97 211,67	40 096,39	kWh/rok	energia elektryczna (współczynnik energii pierwotnej = 2,5)
energia cieplna co	654 226,22	473 404,56	kWh/rok	miejski system ciepłowniczy (współczynnik energii pierwotnej = 1,54)

Źródło: Opracowanie własne

Zaplanowana oszczędność energii pierwotnej wynosi 31,664%.