



Regionalna Agencja
Poszanowania Energii

AUDYT ENERGETYCZNY



Adres budynku	Ośrodek Szkoleniowo Integracyjny Okręgu Łódzkiego ZHR ulica: Józefów 8 kod: 95-036 miejscowość Józefów gmina: Rogów powiat: brzeziński województwo: łódzkie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Piotr Szewczyk tytuł zawodowy: mgr inż.

Łódź, lipiec 2024

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1.	DANE INDENTYFIKACYJNE BUDYNKU		
1.1. Rodzaj budynku	Ośrodek Szkoleniowo Integracyjny Określu Łódzkiego ZHR	1.2. Rok budowy	lata 70-te
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Rogów ul. Żeromskiego 23 kod 95-036 Rogów tel. PESEL	1.4. Adres budynku ul. Józefów 8 kod 95-036 Rogów powiat brzeziński woj. łódzkie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Regionalna Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o. REGON: 367253337 NIP 725-220-01-04 ul. Pomorska 77, 90-224 Łódź			
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Piotr Szewczyk, 68090105179, 92-780 Łódź, ul. Grabińska 8a KAPE 0098 tel. 604154040 <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	Piotr Szewczyk	Całość opracowania	
2			
3			
4			
5. Miejscowość	Łódź	Data wykonania opracowania	05.07.2024
6. Spis treści 1. Strona tytułowa 2. Karta audytu energetycznego 3 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku 5 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 6 5. Ocena stanu technicznego budynku 12 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 14 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 15 8. Opis wariantu optymalnego 35			

8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	232,8	121,5
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	350,2	45,0
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0%	52,0%
7. Koszty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	146,15	244,28
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	5 387,40
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	-	-
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	-	-
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	-	-
7	Inne [zł] koszty utrzymania palacza [zł/rok]	10800,00	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	489 013	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	86,2%
Planowane koszty całkowite	978 026	Premia termomodernizacyjna	205 385
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	59 943		
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej		ZOSTANIE/ 20	NIE-ZOSTANIE ⁶⁾ 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. 5a ust. 2 ustawy			
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. ²⁾ U _{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej. ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii ⁵⁾ Niepotrzebne skreślić.			

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	murowana / tradycyjna	murowana / tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 051,8	1 051,8
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	333,91	333,91
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	-	-
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0%	0%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo w elektrycznych podgrzewaczach pojemnościowych	centralnie w maszynowni z pompy ciepła sprężarkowej napędzanej elektrycznie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	instalacja c.o. zasilana z kotłowni węglowej	instalacja c.o. zasilana z pompy ciepła sprężarkowej napędzanej elektrycznie
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,91	0,91
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane¹⁾ [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	0,371	0,146
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,380	0,147
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,516	0,212
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,000	0,900
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,500	1,300
7.	Inne:	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,82	3,00
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,95	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,89
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,95	0,95
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	2,60
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	0,85
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji³⁾			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna, grawitacyjna	naturalna, grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly wentylacyjne murowane	okna/kanaly wentylacyjne murowane
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	865	779
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	0,82	0,74
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	32,0	21,0
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	16,4	7,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	279,8	146,1
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	420,9	54,1
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	12,4	5,7
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Wizja lokalna.
- Inwentaryzacja fotograficzna.
- Dokumentacja budowlana.
- Inwentaryzacja przeprowadzona na potrzeby wykonania audytu energetycznego.

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 21.11.2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 223, poz 1459)
- Ustawą z dnia 29 sierpnia 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2014 poz. 1200 z późn. zm.)
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz.U. z 2015r. poz. 478)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego sposobu weryfikacji audytu energetycznego i części audytu remontowego oraz szczegółowych warunków, jakie powinny spełniać podmioty, którym BGK może zlecać wykonywanie weryfikacji audytów (Dz.U. nr 43. poz. 347)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 października 2015 r zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- 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 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

Zarządca budynku.

3.4. Data wizji lokalnej

luty 2023

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecającego)

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy państwa na warunkach określonych w ustawie termomodernizacyjnej lub innego dostępnego źródła finansowania.
- Przegrody i rozwiązania w zakresie technik instalacyjnych poddawane modernizacji muszą spełniać wymagania WT2021.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych,
 - ocieplenie stropodachu,
 - wymiana okien i drzwi zewnętrznych,
 - modernizacja systemu grzewczego i przygotowania c.w.u.

3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego brak danych

Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora nie dotyczy

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

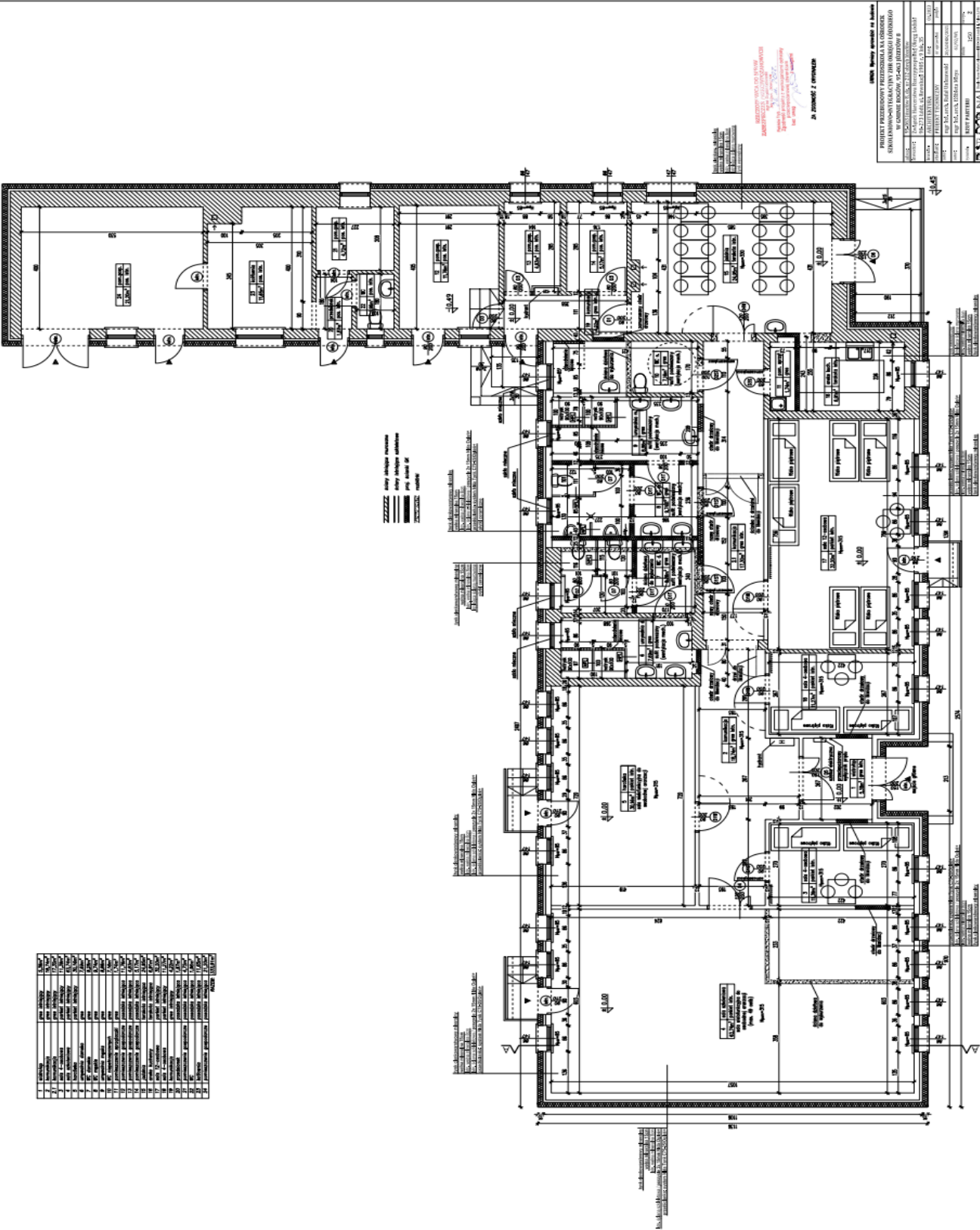
4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	komunalna	<input checked="" type="checkbox"/>	wspólnota	
Przeznaczenie budynku	użyteczności publ.	<input checked="" type="checkbox"/>	mieszk-usługowy	biurowy	
Adres	Józefów 8	95-036	Józefów		
Budynek	wolnostojący	<input checked="" type="checkbox"/>	stykający się z innymi budynkami		
	bliźniak		mieszkalny, wielorodzinny		
Rok budowy	lata 70-te		Rok zasiedlenia	lata 70-te	
Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73 RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67 OWT-75 "Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit <input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna ramowa
szkieletowa	inna, jaka:				
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]	396,80	10	Budynek podpiwniczony	nie
2	Kubatura budynku [m ³]	1825,28	11	Liczba klatek schodowych	-
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]	1051,8	12	Liczba kondygnacji	1
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań [m ²]	-	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,15
5	Powierzchnia korytarzy +klatek [m ²]	-	14	Liczba mieszkańców/użytkowników	50
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	-	15	Liczba mieszkań	-
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	333,91	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	-
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	333,91	17	Liczba mieszkań z WC osobno	-

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków.Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek wolnostojący, parterowy, niepodpiwniczony w konstrukcji mieszanej (murowana tradycyjna i szkielet drewniany), dach dwuspadowy na części głównej, jednospadowy na części gospodarczej.

Budynek jest ocieplony 8 cm warstwą wełny mineralnej.

Budynek jest obecnie nieużytkowany, był budynkiem przedszkola gminnego.

Stolarka okienna PCV. Drzwi wejściowe PCV i stalowe.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	OPIS	U	A
		W/m ² ·K	m ²
1	Drzwi zewnętrzne	2,500	23,32
2	Okno zewnętrzne	2,000	39,06
3	Podłoga na gruncie	0,516	354,83
4	Stropodach niewentylowany	0,380	397,38
5	Ściana wewnętrzna 15,0 cm	2,107	534,97
6	Ściana wewnętrzna 28,0 cm	1,482	91,28
7	Ściana zewnętrzna 24,5 cm	0,202	189,21
8	Ściana zewnętrzna 30,5 cm	0,159	53,48
9	Ściana zewnętrzna 43,5 cm	0,371	129,24
10	Ściana zewnętrzna 53,5 cm	0,343	62,08
11	Ściana zewnętrzna 60,5 cm	0,326	68,25

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowania na moc cieplną na co	[kW]	32,0
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	16,4
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	279,8
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	420,9
7.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło bez uwzględnienia sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	10,1
8.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania c.w.u.	[GJ]	12,4
9.	Opłata za energię cieplną z węgla	zł/GJ	146,15
10.	Opłata za moc zamówioną z węgla	zł/MW-m-c	0,00
11.	Opłata stała z węgla	zł/rok	10 800,00
12.	Opłata za energię elektryczną	zł/GJ	244,28
13.	Opłata za moc zamówioną w energii elektrycznej	zł/MW-m-c	5 387,40

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Aktualnie budynek jest wyposażony w instalację centralnego ogrzewania, pompową, o parametrach temperaturowych 90/70 oC zasilaną z kotłowni opalanej węglem kamiennym. Instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest w grzejniki żeliwne członowe z zaworami odcinającymi.

Kotłownia obiektu wyposażona jest w kocioł węglowy, umożliwiający zadanie temperatury zasilania i jej kontrolę poprzez automatykę procesu spalania sterującą wentylatorem nadmuchowym.

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	instalacja grzejnikowa, pompowa
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	stalowe, łączone przez spawanie
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne członowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostatyczne	brak
7.	Zabezpieczenie	ciśnieniowe naczynie przelewowe
8.	Odpowietrzenie	centralne
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	modernizacja instalacji c.o. i kotłowni

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
			instalacja c.o. + kotłownia węglowa
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,82
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,95
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,600
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,95
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,95

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Aktualnie c.w.u. jest przygotowywana w elektrycznych podgrzewaczach pojemnościowych zainstalowanych przy punktach czerpalnych.
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zasobniki c.w.u.

4.g. Charakterystyka wężla ciepłego lub kotłowni w budynku

Kotłownia obiektu wyposażona jest w kocioł węglowy, umożliwiający zadanie temperatury zasilania i jej kontrolę poprzez automatykę procesu spalania sterującą wentylatorem nadmuchowym.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	865

4.i. Charakterystyka instalacji elektrycznej

Nie dotyczy

4.j. Charakterystyka instalacji gazowej

Nie dotyczy

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	R [m ² *K/W]	U [W/m ² *K]
	istniejące		wymagane na rok 2021
Ściana zewnętrzna 24,5 cm	0,202	4,942	0,200
Ściana zewnętrzna 30,5 cm	0,159	6,276	0,200
Ściana zewnętrzna 43,5 cm	0,371	2,694	0,200
Ściana zewnętrzna 53,5 cm	0,343	2,916	0,200
Ściana zewnętrzna 60,5 cm	0,326	3,072	0,200
Stropodach niewentylowany	0,380	2,632	0,150
Podłoga na gruncie	0,516	1,938	0,300

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących wymagań określonych w rozporządzeniu dotyczącym warunków technicznych jakim mają odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT2021).

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane na rok 2021
Drzwi zewnętrzne	2,50	1,30
Okna zewnętrzne PCV	2,00	0,90

Stolarka okienna i drzwiowa nie spełniająca WT2021, współczynniki przenikania ciepła są wyższe od obecnie obowiązujących.

5.3 System grzewczy

Aktualnie budynek jest wyposażony w instalację centralnego ogrzewania, pompową, o parametrach temperaturowych 90/70 oC zasilaną z kotłowni opalanej węglem kamiennym. Instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest w grzejniki żeliwne członowe z zaworami odcinającymi.

Kotłownia obiektu wyposażona jest w kocioł węglowy, umożliwiający zadanie temperatury zasilania i jej kontrolę poprzez automatykę procesu spalania sterującą wentylatorem nadmuchowym.

System grzewczy budynku nie działa prawidłowo, wyposażony jest w niskosprawne, nieekologiczne źródło ciepła, a przy obecnych cenach węgla generuje wysokie koszty ogrzewania obiektu. Instalacja c.o. nie posiada przygrzewnikowych zaworów termostacyjnych Stan instalacji c.o. jest zły.

Rozważa się modernizację systemu grzewczego poprzez wykonanie nowej instalacji c.o. jako ogrzewania podłogowego (parametry pracy 35/28oC) i zasilenie jej z pompy ciepła typu powietrze - woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

W związku z modernizacją systemu grzewczego należy rozważyć wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Użytkownik nie zgłaszał nieprawidłowej pracy instalacji wentylacji grawitacyjnej.

Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u></p> <p>Ściany zewnętrzne, stropodach i podłoga na gruncie o wyższym współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K] od WT2021</p>	Ocieplenie ścian zewnętrznych, stropodachu i podłogi na gruncie zgodne z WT2021.
2	<p><u>Okna</u></p> <p>Okna o współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K] wyższym od WT2021,</p>	Wymiana okien na nowe zgodne z WT2021.
3	<p><u>Drzwi zewnętrzne</u></p> <p>Drzwi zewnętrzne o współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K] wyższym od WT2021.</p>	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe zgodne z WT2021.
4	<p><u>Wentylacja grawitacyjna.</u></p> <p>Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Użytkownik nie zgłaszał nieprawidłowej pracy instalacji wentylacji grawitacyjnej.</p>	Nowe okna wyposażone zostaną w nawiewniki higrosterowane.
5	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>Aktualnie c.w.u. jest przygotowywana w elektrycznych podgrzewaczach pojemnościowych zainstalowanych przy punktach czerpalnych.</p>	Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.
6	<p><u>System grzewczy</u></p> <p>Aktualnie budynek jest wyposażony w instalację centralnego ogrzewania, pompową, o parametrach temperaturowych 90/70 oC zasilaną z kotłowni opalanej węglem kamiennym. Instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest w grzejniki żeliwne członowe z zaworami odcinającymi.</p> <p>Kotłownia obiektu wyposażona jest w kocioł węglowy, umożliwiający zadanie temperatury zasilania i jej kontrolę poprzez automatykę procesu spalania sterującą wentylatorem nadmuchowym.</p>	Rozważa się modernizację systemu grzewczego poprzez wykonanie nowej instalacji c.o. jako ogrzewania podłogowego (parametry pracy 35/28oC) i zasilenie jej z pompy ciepła typu powietrze - woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

**6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych
wybranych na podstawie oceny stanu technicznego**

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Poprawa izolacyjności cieplnej przegród i szczelności starych okien, wrót i drzwi zewnętrznych oraz wentylacji.	Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną w systemie ETICS.
		Ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami dachowymi laminowanymi papą wraz z wykonaniem pokrycia papą termozgrzewalną
		Wymiana okien na nowe z nawiewnikami higrosterowanymi zgodne z WT2021.
		Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe zgodne z WT2021.
		Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej.
2.	Poprawa systemu przygotowania c.w.u.	Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.
3.	Poprawa sprawności systemu grzewczego	Rozważa się modernizację systemu grzewczego poprzez wykonanie nowej instalacji c.o. jako ogrzewania podłogowego (parametry pracy 35/28oC) i zasilenie jej z pompy ciepła typu powietrze - woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną w systemie ETICS.
		Ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami dachowymi laminowanymi papą wraz z wykonaniem pokrycia papą termozgrzewalną
		Wymiana okien na nowe z nawiewnikami higrosterowanymi zgodne z WT2021.
		Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe zgodne z WT2021.
		Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej.
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i/lub drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
t_{wo} - nadziemie		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^*	dla przegród zewnętrznych	3 696,4	3 696,4	dzień $\text{K} \cdot \text{a}$
S_d^*	dla podłogi na gruncie	1 168,0	1 168,0	dzień $\text{K} \cdot \text{a}$
$O_{0z}, O_{1z},$	dla ogrzewania	146,15	146,15	zł/GJ
$O_{0m}, O_{1m},$	dla ogrzewania	0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{mc})$
$O_{0z}, O_{1z},$	dla c.w.u.	244,28	244,28	zł/GJ
$O_{0m}, O_{1m},$	dla c.w.u.	5 387,40	5 387,40	$\text{zł}/(\text{MW} \cdot \text{mc})$

Ceny z podatkiem 23% VAT z dnia sporządzania audytu. Wyliczenie opłat w załączniku 1.

Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $Q_{ocw} = 12,40 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0164 \text{ MW}$

Opis:

Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwuśr}$	MW	0,0164	0,0076
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	12,4	5,7
3	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	4 091	1883
4	Różnica	zł/a		2208,67
5	Koszt	zł		50000,0
6	SPBT	lat		22,64

Podstawa przyjętych wartości N_{cu} Wycena własna

KOSZT	50 000 zł	SPBT	22,64 lat
--------------	------------------	-------------	------------------

Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie zniszczonych okien zewnętrznych i luksferów oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie		
					Wymiana okien i drzwi zewnętrznych na nowe zgodne z WT2021		
<div>Dane:</div> <div><div>powierzchnia okien</div><div>$A_{ok} =$</div><div>39,06</div><div>m^2</div><div>39,06</div><div>m^2</div></div> <div><div>powierzchnia drzwi zewnętrznych</div><div>$A_{drz} =$</div><div>23,32</div><div>m^2</div><div>23,32</div><div>m^2</div></div> <div><div>$V_{nom} =$</div><div>$\Psi =$</div><div>1 172</div><div>m^3/h</div><div>$V_{obl} = \Psi * C_m$</div></div> <div><div>$C_w = 1$</div></div>							
<div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę okien</div> <div><div>variant 1 :</div><div>okna o współczynniku</div><div>$U =$</div><div>0,90</div><div>$W/m^2 \cdot K$</div><div>nowe okna + nawiewniki</div></div> <div><div>drzwi zewnętrzne o współczynniku</div><div>$U =$</div><div>1,30</div><div>$W/m^2 \cdot K$</div><div>nowe drzwi zewnętrzne</div></div>							
Lp.	Omówienie			Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
1	Współczynnik przenikania okien starych U			$W/m^2 \cdot K$	2,00	0,90	
	Współczynnik przenikania drzwi zewnętrznych U				2,50	1,30	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r			-	1,00	0,90	
	C_m			-	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$			GJ/a	24,95	11,23	
	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{drz} \cdot U$				18,62	9,68	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$			GJ/a	127,41	114,67	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$			GJ/a	170,98	135,58	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$			MW	0,0031	0,0014	
	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$				0,0023	0,0012	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$			MW	0,0159	0,0159	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$			MW	0,0213	0,0185	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$			$zł/rok$		5 174	
10	Koszt jednostkowy okna N_{ok}			$zł/m^2$		1 800	
	Koszt jednostkowy drzwi N_{drz}					2 500	
11	Koszt N			$zł$		128 610	
12	$SPBT = N / \Delta O_{ru}$			lata		24,86	
<div>Podstawa przyjętych wartości N_U</div> <div>Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.</div>							
Wybrany wariant :		1	Koszt :	128 610 zł	SPBT=	24,86 lat	

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami dachowymi laminowanymi papą wraz z wykonaniem pokrycia papą termozgrzewalną				
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 397,38 m ²				
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A _{kosz} = 420,00 m ²				
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami izolacyjnymi laminowanymi papą								
o współczynnika przewodności λ= 0,036 W/m*K wraz z wykonaniem nowego pokrycia z papy termozgrzewalnej.								
Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła U ≤ 0,15 W/(m ² .K) zgodnie z WT2021								
wariant 1: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 2: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 3: o grubości 6 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 4: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
wariant 5: o grubości 8 cm większej niż w wariantcie 1								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,16	0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,17	4,44	5,00	5,56	6,11
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,632	6,80	7,08	7,63	8,19	8,74
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	48,2	18,7	17,9	16,6	15,5	14,5
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A*(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,0060	0,0023	0,0022	0,0021	0,0019	0,0018
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		4 312	4 428	4 618	4 779	4 925
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		300	309	327	345	363
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		126 000	129 780	137 340	144 900	152 460
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		29,22	29,31	29,74	30,32	30,95
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,380	0,147	0,141	0,131	0,122	0,114
Podstawa przyjętych wartości N _U								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Wybrany wariant		1	Koszt	126 000 zł	SPBT=	29,22 lat		

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną w systemie ETICS.				
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 502,26 \text{ m}^2$</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 550,00 \text{ m}^2$</p>				
Opis wariantów usprawnienia				<p>Przewiduje się ocieplenie ściany metodą ETICS od zewnątrz płytami izolacyjnymi o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ - zgodnie z WT2021</p> <p>wariant 2: o grubości 1 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 4: o grubości 3 cm większej niż w wariantcie 1</p> <p>wariant 5: o grubości 4 cm większej niż w wariantcie 1</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14	0,15	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \text{K/W}$		2,78	3,33	3,89	4,17	4,44
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \text{K/W}$	2,69	5,47	6,03	6,58	6,86	7,14
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	59,5	29,3	26,6	24,4	23,4	22,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0075	0,0037	0,0033	0,0031	0,0029	0,0028
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		4 414	4 808	5 130	5 276	5 408
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		310	320	325	330	340
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		170 500	176 000	178 750	181 500	187 000
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		38,63	36,61	34,84	34,40	34,58
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,371	0,183	0,166	0,152	0,146	0,140
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.</p> <p>Ościeże ocieplane gr. 2 cm - 49m²</p>								
Wybrany wariant 4		Koszt : 181 500 zł		SPBT= 34,40 lat				

Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda				
				Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej.				
Dane:				<p>powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 354,83 \text{ m}^2$</p> <p>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 334,00 \text{ m}^2$</p>				
Opis wariantów usprawnienia								
Przewiduje się ocieplenie podłogi na gruncie								
o współczynnika przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej. Rozpatruje się warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:								
o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości współczynnika przenikania ciepła $U \leq 0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ zgodnie z WT2021								
wariant 1:								
wariant 2:								
wariant 3:								
wariant 4:								
wariant 5:								
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty				
				1	2	3	4	5
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,05	0,06	0,07	0,08	0,1
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$		1,39	1,67	1,94	2,22	2,78
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	1,938	3,33	3,61	3,88	4,16	4,72
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	18,5	10,8	9,9	9,2	8,6	7,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0073	0,0043	0,0039	0,0037	0,0034	0,0030
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		1 125	1 257	1 359	1 447	1 593
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		360	362	366	370	374
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		120 240	120 908	122 244	123 580	124 916
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		106,84	96,19	89,94	85,41	78,41
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	0,516	0,30	0,28	0,26	0,24	0,21
Podstawa przyjętych wartości N_U								
Wycena własna na podstawie średnich cen rynkowych oferowanych na przetargach publicznych dla prac o zakresie analogicznym z analizowanym. Koszt wykonania przedsięwzięcia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i obmiaru.								
Wybrany wariant	5	Koszt :	124 916 zł	SPBT=	78,41 lat			

Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.	50 000	22,64
2	Wymiana okien i drzwi zewnętrznych na nowe zgodne z WT2021	128 610	24,86
3	Ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami dachowymi laminowanymi papą wraz z wykonaniem pokrycia papą termozgrzewalną	126 000	29,22
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną w systemie ETICS.	181 500	34,40
5	Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej.	124 916	78,41

7.3. Ocena i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Dane: $Q_{0co} = 279,82 \text{ GJ/a}$ 0,032 MW stan obecny

Założenia dla stanu istniejącego

Aktualnie budynek jest wyposażony w instalację centralnego ogrzewania, pompową, o parametrach temperaturowych 90/70 °C zasilaną z kotłowni opalanej węglem kamiennym. Instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest w grzejniki żeliwne członowe z zaworami odcinającymi.

Kotłownia obiektu wyposażona jest w kocioł węglowy, umożliwiający zadanie temperatury zasilania i jej kontrolę poprzez automatykę procesu spalania sterującą wentylatorem nadmuchowym.

Założenia do modernizacji

System grzewczy budynku nie działa prawidłowo, wyposażony jest w niskosprawne, nieekologiczne źródło ciepła, a przy obecnych cenach węgla generuje wysokie koszty ogrzewania obiektu. Instalacja c.o. nie posiada przygrzejnikowych zaworów termostatycznych Stan instalacji c.o. jest zły.

Rozważa się modernizację systemu grzewczego poprzez wykonanie nowej instalacji c.o. jako ogrzewania podłogowego (parametry pracy 35/28°C) i zasilenie jej z pompy ciepła typu powietrze - woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

W tabeli poniżej zestawiono współczynniki i sprawności związane z systemem grzewczym.

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Współczynniki sprawności	
			przed	po
	Rodzaj systemu zasilania		instalacja c.o. + kotłownia węglowa	podłogowa instalacja c.o. + pompa ciepła sprężarkowa napędzana elektrycznie
1	sprawność wytwarzania	$\eta_w =$	0,82	3,00
2	sprawność przesyłu	$\eta_p =$	0,95	0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r =$	0,77	0,89
4	sprawność akumulacji	$\eta_e =$	1,00	0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,600	2,435
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,95	0,95
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,95	0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Stan istniejący - inst. c.o. + kotłownia gaz.	Stan projektowany
		pompa ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie + instalacja grzewcza wodna, podłogowa
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	Kocioł węglowy	Pompa ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowa, napędzana elektrycznie
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	Ogrzewanie centralne wodne zasilane ze źródła ciepła znajdującego się w budynku - przewody izolowane prowadzone w przestrzeni ogrzewanej	Ogrzewanie centralne wodne zasilane ze źródła ciepła znajdującego się w budynku - przewody izolowane prowadzone w przestrzeni ogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	Regulacja centralna bez miejscowej	Ogrzewanie wodne, podłogowe, regulacja centralna i miejscowa z regulatorem proporcjonalnym
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	Brak zbiornika buforowego	Zainstalowano zbiornik buforowy w systemie ogrzewania
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	Obniżenie temperatury w godzinach nocnych w okresie gdy budynek nie jest użytkowany	Obniżenie temperatury w godzinach nocnych w okresie gdy budynek nie jest użytkowany
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu tygodnia w_t	Obniżenie temperatury w okresie kiedy budynek nie jest użytkowany	Obniżenie temperatury w okresie kiedy budynek nie jest użytkowany

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	zmodernizowana instalacja c.o. + pompa ciepła sprężarkowa napędzana elektrycznie
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0320	0,0320
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu (energia użytkowa)	GJ/rok	279,82	279,82
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,600	2,435
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu (energia finalna)	GJ/rok	421	104
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym - zmienne	zł/rok	61 516 zł	25 335 zł
	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym - stałe	zł/rok	10 800 zł	2 069 zł
	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	72 316 zł	27 403 zł
8	Roczna oszczędność kosztów ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok		44 913 zł
9	Nakłady	zł		337 000 zł
10	SPBT	lat		7,50

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6		
1	Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.	X	X	X	X	X			
2	Wymiana okien i drzwi zewnętrznych na nowe zgodne z WT2021	X	X	X	X				
3	Ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami dachowymi laminowanymi papą wraz z wykonaniem pokrycia papą termozgrzewalną	X	X	X					
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną w systemie ETICS.	X	X						
5	Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej.	X							
6	Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X		

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt audytu, dokumentacji i robót związanych z termomodernizacją [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6	948 026	30 000	978 026
2	1+2+3+4+6	823 110	30 000	853 110
3	1+2+3+6	641 610	30 000	671 610
4	1+2+6	515 610	30 000	545 610
5	1+6	387 000	30 000	417 000
5	6	337 000	30 000	367 000

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
warianty	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η^*	w_d	$\frac{Q_{co} \cdot w_d}{\eta}$	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.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,021	146,1	2,435	0,90	54,1	14 582	0,0076	5,7	1 883	0,0286	59,8	16 465	373	59 943
2	0,022	199,0	2,435	0,90	73,8	19 438	0,0076	5,7	1 883	0,0296	79,5	21 321	354	55 087
3	0,025	219,9	2,435	0,90	81,5	21 521	0,0076	5,7	1 883	0,0326	87,2	23 404	346	53 004
4	0,028	249,5	2,435	0,90	92,5	24 400	0,0076	5,7	1 883	0,0356	98,2	26 283	335	50 125
5	0,032	279,8	2,435	0,90	103,7	27 404	0,0076	5,7	1 883	0,0396	109,4	29 287	324	47 121
6	0,032	279,8	2,435	0,90	103,7	27 404	0,0164	12,4	4 091	0,0484	116,1	31 495	317	44 912
0-stan istniejący	0,032	279,8	0,600	0,90	420,9	72 316	0,0164	12,4	4 091	0,0484	433,3	76 407		

1 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik "obl_moc"

²⁾ - moc i zużycie energii na cwu - załącznik "obl_cwu"

*wartość średnia ważona

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Minimalna kwota kredytu ^{*)} [zł, %]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	2	3	4	5	6	7
1	Wariant 1	978 026	59 943	86,2%	489 013	205 385,46
2	Wariant 2	853 110	55 087	81,7%	426 555	179 153,10
3	Wariant 3	671 610	53 004	79,9%	335 805	141 038,10
4	Wariant 4	545 610	50 125	77,3%	272 805	114 578,10
5	Wariant 5	417 000	47 121	74,7%	208 500	87 570,00
6	Wariant 6	367 000	44 912	73,2%	183 500	77 070,00

*) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

Wymiana okien i drzwi zewnętrznych na nowe zgodne z WT2021

Ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami dachowymi laminowanymi papą wraz z wykonaniem pokrycia papą termozgrzewalną

Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną w systemie ETICS.

Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej.

Rozważa się modernizację systemu grzewczego poprzez wykonanie nowej instalacji c.o. jako ogrzewania podłogowego (parametry pracy 35/28oC) i zasilenie jej z pompy ciepła typu powietrze - woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 86,19% czyli powyżej 25%
2. planowane dofinansowanie nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. planowane dofinansowanie jest wyższe niż minimalne określone w ustawie
4. środki własne inwestora wyniosą - zł co spełnia oczekiwania inwestora
5. wysokość dofinansowania wyniesie 978 026 zł czyli mniej niż podane 998 000 zł

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

Docieplenie ścian zewnętrznych płytami izolacyjnymi z wełny mineralnej (0,036 W/mK) o grubości 15 cm w systemie ETICS, ościeża 2 cm.

Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U=0,90\text{W/m}^2\text{K}$ z nawiewnikami higrosterowanymi.

Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe aluminiowe o współczynniku przenikania ciepła $U=1,30\text{W/m}^2\text{K}$.

Docieplenie podłogi na gruncie polistyrenem (0,036 W/mK) o grubości 10 cm wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej i wylewki betonowej.

Wymiana około 67 szt. opraw oświetleniowych na nowe LED

Wykonanie instalacji generatora PV o mocy DC 18 kWp.

Rozważa się modernizację systemu grzewczego poprzez wykonanie nowej instalacji c.o. jako ogrzewania podłogowego (parametry pracy 35/28°C) i zasilenie jej z pompy ciepła typu powietrze - woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.

Opracowanie dokumentacji projektowo kosztorysowej.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ²	zł/m ²	zł
1	Wykonanie instalacji c.w.u. wyposażonej w cyrkulację z ograniczeniem czasowym przepływu. Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie przy użyciu nowego źródła - pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.			50 000
2	Ocieplenie stropodachu styropianowymi płytami dachowymi laminowanymi papą wraz z wykonaniem pokrycia papą termozgrzewalną	420,00	300,00	126 000
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych wełną mineralną w systemie ETICS.	550,00	330,00	181 500
4	Wymiana okien	39,06	1800,00	70 310
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	23,32	2500,00	58 300
6	Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem wraz z wykonaniem nowej izolacji przeciwwilgociowej i nowej wylewki betonowej.	334,00	374,00	124 916
7	Rozważa się modernizację systemu grzewczego poprzez wykonanie nowej instalacji c.o. jako ogrzewania podłogowego (parametry pracy 35/28°C) i zasilenie jej z pompy ciepła typu powietrze - woda, sprężarkowej, napędzanej elektrycznie.			337 000
8	Koszt audytu i dokumentacji			30 000
			SUMA	978 026
9	Modernizacja instalacji oświetlenia wewnętrznego			47 065
10	Montaż instalacji PV			121 770
			RAZEM	1 146 861

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		978 026 zł
Udział środków własnych inwestora:	0,0%	- zł
Dofinansowanie:	100,0%	978 026 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		205 385 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		16,3

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

- Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy o dofinansowanie;
- Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
- Realizacja robót i odbiór techniczny
- Zmiana umowy z dystrybutorem energii elektrycznej w związku ze zwiększonym zapotrzebowaniem i montażem instalacji PV
- Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie opłat za zużycie ciepła
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 3	Określenie ilości powietrza wentylacyjnego
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
Załącznik 7	Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych modernizacji oświetlenia wbudowanego
Załącznik 7	Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych wykonania instalacji PV
Załącznik 8	Oszacowanie możliwego do osiągnięcia efektu ekologicznego - redukcja emisji

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Kotłownia węglowa		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena węgla 26GJ/Mg	zł/Mg	3089,43	3800,00
Cena energii	zł/GJ	118,82	146,15
Opłata za moc	zł/MW/mc	0,00	0,00
Koszty palacza 1/2 etatu przez 6 m-c	zł/rok		10800,00
Energia elektryczna		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Cena energii	zł/kWh	0,71	0,88
Cena energii	zł/GJ	198,60	244,28
Opłata za moc	zł/MW/mc	4380,00	5387,40

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Wyniki - Przegrody

Symbol	D	Opis materiału	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Uwagi
	m		W/(m·K)	kg/m3	kJ/(kg·K)	m ² ·K/W	m ² ·K/W	/(m·h·F)		m ² h·Pa/g	m ² h·Pa/g	
PG	Podłoga na gruncie 32,5 cm											
Rodzaj przegrody: Podłoga na gruncie, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
Ściana przy podłodze: SZ16+8												
Różnica wysokości podłogi i wody gruntowej Zgw: 5,00												
Pozioma izol. krawędziowa: o grubości dnh = m i długości Dh = m												
Pionowa izol. krawędziowa: o grubości dnv = m i długości Dv = m												
LASTRIKO	0,0200	Lastriko.	0,720	1600	0,920	0,028	0,028	75,00	10	266,7	266,7	
TYNK-CEM	0,0500	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,050	0,050	45,00	16	1111,1	1111,1	
PAPA-ASF	0,0050	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7	
GRUZOBETON	0,1000	Gruzobeton.	1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
PIASEK-ŚR	0,1500	Piasek średni.	0,400	1650	0,840	0,375	0,375	300,00	2	500,0	500,0	
Równoważny opór gruntu wraz z oporami przejmowania R _g , [m ² ·K/W]:												1,358
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												1,938
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												0,516
STROPODACH	Stropodach niewentylowany 75,1 cm											
Rodzaj przegrody: Stropodach niewentylowany, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
PAPA-ASF	0,0080	Papa asfaltowa.	0,180	1000	1,460	0,044	0,044	7,50	96	1066,7	1066,7	
PL-WIÓR-S3	0,0180	Płyty wiórowe na lepiszczu syntetycznym - gęstość 300	0,070	300	2,090	0,257	0,257	150,00	5	120,0	120,0	
Opór warstwy powietrznej stropodachu o śr. wys. H = 1 m, [m ² ·K/W]:												0,160
Suma oporów ciepła połaci dachowej i war. powietrza, [m ² ·K/W]:												0,462
WEŁNA STR	0,1000	Filce i maty z wełny mineralnej w stropie.	0,043	70	0,750	2,326	2,326	480,00	2	208,3	208,3	
GIPS-KART	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109	0,109	75,00	10	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,100
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m ² ·K/W]:												0,040
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												3,036
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												0,329
SW15	Ściana wewnętrzna 15,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-PEŁ	0,1200	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-w	0,650	1800	0,880	0,185	0,185	105,00	7	1142,9	1142,9	
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												0,475
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												2,107
SW28	Ściana wewnętrzna 28,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-PEŁ	0,2500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-w	0,650	1800	0,880	0,385	0,385	105,00	7	2381,0	2381,0	
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m ² ·K/W]:												0,130
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m ² ·K/W]:												0,675
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m ² ·K)]:												1,482

SW48	Ściana wewnętrzna 48,0 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana wewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-PEŁ	0,4500	Mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-w	0,650	1800	0,880	0,692	0,692	105,00	7	4285,7	4285,7	
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:										0,130		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										0,982		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:										1,018		
SZ16+8	Ściana zewnętrzna 24,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
GIPS-KART	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109	0,109	75,00	10	333,3	333,3	
WEŁNAF-ŚC	0,1200	Filce i maty z wełny minerlanej w ścianach.	0,045	70	0,750	2,667	2,667	480,00	2	250,0	250,0	
PEŁ-WIÓR-S3	0,0150	Płyty wiórowe na lepiszczu syntetycznym - gęstość 300	0,070	300	2,090	0,214	0,214	150,00	5	100,0	100,0	
WEŁNAF-ŚC	0,0800	Filce i maty z wełny minerlanej w ścianach.	0,045	70	0,750	1,778	1,778	480,00	2	166,7	166,7	
TYNK-CEM	0,0050	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,005	0,005	45,00	16	111,1	111,1	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										4,942		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:										0,202		
SZ22+8	Ściana zewnętrzna 30,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
GIPS-KART	0,0250	Płyty gipsowo-kartonowe.	0,230	1000	1,000	0,109	0,109	75,00	10	333,3	333,3	
WEŁNAF-ŚC	0,1800	Filce i maty z wełny minerlanej w ścianach.	0,045	70	0,750	4,000	4,000	480,00	2	375,0	375,0	
PEŁ-WIÓR-S3	0,0150	Płyty wiórowe na lepiszczu syntetycznym - gęstość 300	0,070	300	2,090	0,214	0,214	150,00	5	100,0	100,0	
WEŁNAF-ŚC	0,0800	Filce i maty z wełny minerlanej w ścianach.	0,045	70	0,750	1,778	1,778	480,00	2	166,7	166,7	
TYNK-CEM	0,0050	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,005	0,005	45,00	16	111,1	111,1	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										6,276		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:										0,159		
SZ35+8	Ściana zewnętrzna 43,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-K-2	0,3200	Mur z cegły kratówki K-2 120x250x140.	0,450	1300	0,880	0,711	0,711	135,00	5	2370,4	2370,4	
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
WEŁNAF-ŚC	0,0800	Filce i maty z wełny minerlanej w ścianach.	0,045	70	0,750	1,778	1,778	480,00	2	166,7	166,7	
TYNK-CEM	0,0050	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,005	0,005	45,00	16	111,1	111,1	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										2,694		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:										0,371		
SZ45+8	Ściana zewnętrzna 53,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-K-2	0,4200	Mur z cegły kratówki K-2 120x250x140.	0,450	1300	0,880	0,933	0,933	135,00	5	3111,1	3111,1	
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
WEŁNAF-ŚC	0,0800	Filce i maty z wełny minerlanej w ścianach.	0,045	70	0,750	1,778	1,778	480,00	2	166,7	166,7	
TYNK-CEM	0,0050	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,005	0,005	45,00	16	111,1	111,1	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										2,916		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:										0,343		
SZ52+8	Ściana zewnętrzna 60,5 cm											
Rodzaj przegrody: Ściana zewnętrzna, Warunki wilgotności: Średnio wilgotne												
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
CEGLA-K-2	0,4900	Mur z cegły kratówki K-2 120x250x140.	0,450	1300	0,880	1,089	1,089	135,00	5	3629,6	3629,6	
TYNK-CEM	0,0150	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3	
WEŁNAF-ŚC	0,0800	Filce i maty z wełny minerlanej w ścianach.	0,045	70	0,750	1,778	1,778	480,00	2	166,7	166,7	
TYNK-CEM	0,0050	Tynk lub gładź cementowa.	1,000	2000	0,840	0,005	0,005	45,00	16	111,1	111,1	
Opór przejmowania wewnątrz Ri, [m²·K/W]:										0,130		
Opór przejmowania na zewnątrz Re, [m²·K/W]:										0,040		
Suma oporów przejmowania i przewodzenia R, [m2·K/W]:										3,072		
Współczynnik przenikania ciepła U, [W/(m²·K)]:										0,326		

Załącznik nr 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego pomieszczeń ogrzewanych- stan obecny

Nr	Opis	$\theta_{int,H}$ °C	A m ²	V m ³	n 1/h	V _v m ³ /h
1	Parter	18,7	333,90	1051,80	0,8	865,00
Razem			333,9	1051,8		865,0

krotność wymiany powietrza wentylacyjnego 0,82 h⁻¹

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego
wg PN-83/B-03430 $V_{nom} = \Psi =$ **865,0** m³/h

Współczynniki korekcyjne

c_r

c_w

c_m

Stan obecny	Po wymianie okien
1,00	0,90
1,00	1,00
1,00	1,00

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

$c_r * c_w * V_{nom}$ **865,0** **778,5**

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$c_m * \Psi$ **865,0** **865,0**

Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Stan obecny elektryczne podgrzewacze pojemnościowe	Pompa ciepła typu powietrze/woda sprężarkowa napędzana elektrycznie
(1)	(2)	(3)	(4)
powierzchnia kolektorów słonecznych	m ²	0,0	0,0
uzysk energii z kolektorów słonecznych	kWh/m ²	0,0	0,0
ciepło właściwe wody c _w	kJ/kg*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1,00	1,00
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V _{cw}	l/os	40	40
jed.odniesienia - ilość osób L	os	50	50
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V _{wi}	dm ³ /m ² /dzień	0,80	0,80
temperatura wody ciepłej na zaworze czerpalnym θ _w	°C	55,0	55,0
temperatura wody zimnej θ ₀	°C	10,0	10,0
Powierzchnia ogrzewana o regulowanej temperaturze A _f	m ²	333,9	333,9
współczynnik korekcyjny temp. k _t	-	1,28	1,28
współczynnik korekcyjny temp. k _R	-	0,55	0,55
czas użytkowania t _r	doba	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej Q _{w,nd} Q _{w,nd} =V _{wi} *A _f *c _w *ρ _w *(θ _{cw} -θ ₀)*k _R *t _r /3600	kWh/rok	2 808,7	2 808,7
sprawność wytwarzania ciepła η _{w,g}	-	0,96	2,60
sprawność przesyłu ciepłej wody η _{w,p}	-	1,00	0,80
sprawność akumulacji η _{w,s}	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita η _{w,tot}	-	0,816	1,768
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Q _{k,w}	kWh/a	3 442,0	1 588,6
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego Q _{k,w}	GJ/a	12,4	5,7
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku V _{hśr} =(L*V _{cw})/(18*1000)	m ³ /h	0,200	0,200
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. N _h = 9,32·L ^{-0,244}	-	3,588	3,588
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q _{cwj} = c _w *ρ*(θ _{cw} -θ ₀)*k _t /η _{w,tot} /10 ³	GJ/m ³	0,29576	0,13651
Max. moc c.w.u. q _{cwu} ^{max} = V _{hśr} *Q _{cwj} *N _h *10 ⁶ /3600	kW	59,0	27,2
Średnia moc c.w.u. q _{cwu} ^{śr} = q _{cwu} ^{max} /N _h	kW	16,4	7,6
Koszt przygotowania c.w.u.	zł	4 091	1 883

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 7.0 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,021	146,06
2	0,022	198,99
3	0,025	219,85
4	0,028	249,50
5	0,032	279,82
6	0,032	279,82
0 - stan istniejący	0,032	279,82

**Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych modernizacji oświetlenia
wbudowanego**

Obecnie		
Oświetlenie wbudowane - wyładowcze (świetlówki liniowe) w oprawach rastrowych n		
P_u	334 m ²	
P_N	9,10 W/m ²	Moc jednostkowa opraw oświetlenia
t_D	1800	Czas użytkowania w ciągu dnia
t_N	0	Czas użytkowania w ciągu nocy
F_O	1	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników
F_D	1	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu
M_F	1	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia od sposobu regulacji
	5 469 445,80 W/a	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby oświetlenia
	5 469,45 kWh/a	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia

Po modernizacji		
P_u	334 m ²	
P_N	4,52 W/m ²	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego
t_D	1800	Czas użytkowania w ciągu dnia
t_N	0	Czas użytkowania w ciągu nocy
F_O	1	Współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników
F_D	1	Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu
M_F	1	Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia od sposobu regulacji
	2 716 691,76 W/a	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby oświetlenia
	2 716,69 kWh/a	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia

Energia elektryczna Taryfa C21

Cena energii **0,670 zł/kWh** Netto
 0,824 zł/kWh Brutto

Oszczędność energii 2752,76 kWh/a

Roczne koszty zakupu energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia

Przed modernizacją 4504,09 zł/a

Po modernizacji 2237,19 zł/a

Roczna oszczędność kosztów energii

2266,9 zł/rok

	netto	Brutto (zVAT)
Przed modernizacją	3 661,86	4 504,09
Po modernizacji	1 818,86	2 237,19
Oszczędność	1 843,01	2 266,90

Planowane nakłady inwestycyjne związane z montażem

67 opraw typu LED o mocach od 9-20 W

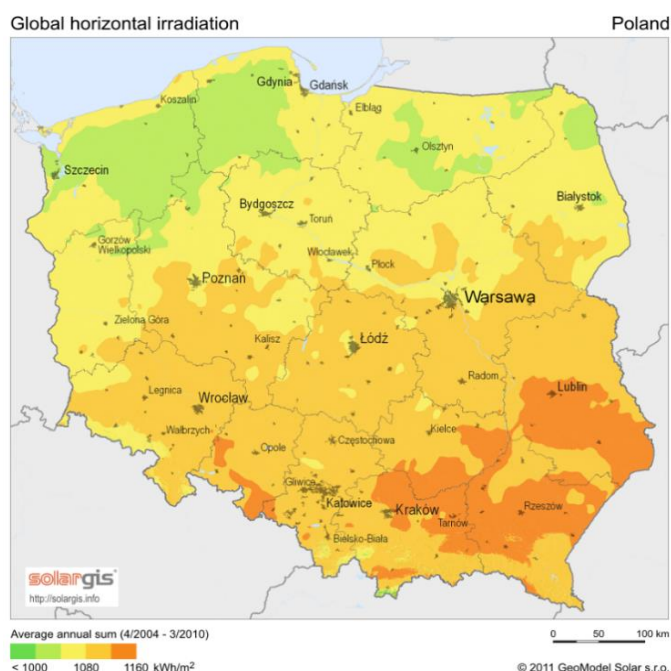
N= 47 065,00 zł

Prosty czas zwrotu nakładów SPBT

SPBT= 20,76 lat

Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych wykonania instalacji PV**Założenia:**

- Energia elektryczna produkowana w instalacji PV zużywana będzie wyłącznie na potrzeby własne placówki,
- Wielkość instalacji określono uwzględniając powyższe założenie oraz ilość miejsca dostępnego do montażu paneli z uwzględnieniem istniejących przeszkód w postaci przewodów wentylacyjnych oraz uwzględnieniem niezbędnej powierzchni komunikacyjnej, przyjęto do obliczeń panele fotowoltaiczne o mocy 500Wp każdy i wymiarach 99x164 cm.
- Do uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji należy dobrać falownik o mocy wyjściowej dostosowanej do wielkości instalacji,
- Energia prądu stałego generowana przez panele fotowoltaiczne będzie zamieniana w przekształtniku beztransformatorem na energię prądu zmiennego,
- Parametry wyjściowe będą zgodne z aktualnymi parametrami sieci wewnętrznej, do której wpięte będzie wyjście instalacji.



Mapa natężenia promieniowania słonecznego dla obszaru Polski

Jak widać z powyższego rysunku lokalizacja inwestycji jest na terenie gdzie występują dobre warunki dla lokalizacji inwestycji wykorzystujących energię promieniowania słonecznego do wytwarzania energii użytecznej.

Roczne zużycie energii elektrycznej określone na podstawie oszacowanego zapotrzebowania na energię budynku

20 000 kWh/rok

Koszt zakupu energii bez opłat stałych wyniósł

20258,10 zł/rok

Zakładana wielkość instalacji PV 18 kWp

Ilość energii wyprodukowanej w instalacji PV

2 865 kWh/rok

Zużycie konwencjonalnej energii elektrycznej po uwzględnieniu ilości energii produkowanej w instalacji

17 135 kWh/rok

Koszt zakupu energii
14110,67 zł/rok

Roczna oszczędność kosztów zakupu energii elektrycznej
R= 6147,43 zł/rok

Roczna oszczędność energii
14,3%

Nakłady niezbędne dla wykonania instalacji PV, w tym:

Materiały i urządzenia technologiczne (panele PV - około 36 szt, inwertery, układy sterowania)

Materiały instalacyjne

Roboty budowlano montażowe

N= 121 770,00 zł

Prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych dla analizowanej instalacji wyniesie

$$SPBT = \frac{N}{R} = 19,81 \text{ lat}$$

Oszacowanie możliwego do osiągnięcia efektu ekologicznego - redukcja emisji

Oszacowania wielkości możliwego do osiągnięcia efektu ekologicznego dokonano dla wariantu nr 1 obejmującego wszystkie analizowane działania termomodernizacyjne.

Obliczenia dla wariantu 1

Roczne zużycie nieodnawialnej energii końcowej na potrzeby ogrzewania wentylacji i przygotowania c.w.u. obecnie	433 GJ/rok
Roczne zużycie nieodnawialnej energii końcowej na potrzeby ogrzewania wentylacji i przygotowania c.w.u. po modernizacji - energia cieplna produkowana będzie poprzez wykorzystanie energii elektrycznej do napędu pompy ciepła	0 GJ/rok
Zużycie energii elektrycznej przed modernizacją	3,389 MWh/rok
Zużycie energii elektrycznej po modernizacji	4,240 MWh/rok

Użyte w obliczeniach wskaźniki emisji zanieczyszczeń dla poszczególnych nośników energii

Energia cieplna na podstawie KOBIZE Małe Kotły

Zanieczyszczenie	Wskaźniki emisji	
	miano	Kocioł węglowy
Pyły	g/GJ	749
CO	g/GJ	3182
CO ₂	g/GJ	94180
SO ₂	g/GJ	338
NO _x	g/GJ	192

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 - KOBIZE, grudzień 2022.

	[kg/MWh]
Dwutlenek węgla (CO ₂)	685
Tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	0,436
Tlenki azotu (NO _x /NO ₂)	0,456
Tlenek węgla (CO)	0,261
Pył całkowity	0,018

PLANOWANY EFEKT EKOLOGICZNY REALIZACJI ZADANIA WG WARIANTU NR 1

Lp.	Zanieczyszczenia	Emisja przed modernizacją [kg/rok]	Emisja po modernizacji [kg/rok]	Efekt ekologiczny [kg/rok]	Redukcja %
	1	2	3	4 = 2-3	5=4/2
1	Pyły	324,60	0,08	324,52	99,98%
2	CO	1379,63	1,11	1378,53	99,92%
3	CO ₂	43129,20	2904,40	40224,80	93,27%
4	SO ₂	147,93	1,85	146,08	98,75%
5	NO _x	84,74	1,93	82,80	97,71%

UWAGA: w/w emisje zanieczyszczeń określone zostały dla warunków opisanych w audycie energetycznym, tzn. dla średniego sezonu grzewczego. W rzeczywistych panujących w danym roku warunkach atmosferycznych przedstawione wartości mogą się różnić od faktycznie uzyskanych.