

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Termomodernizacja budynku przedszkola

Adres budynku	ulica: Szkolna 5 kod: 44-295 powiat: rybnicki województwo: śląskie	miejsowość: Bogunice
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: tytuł zawodowy:	Mateusz Jaruszowiec inż.

Grudzień 2023 r.

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

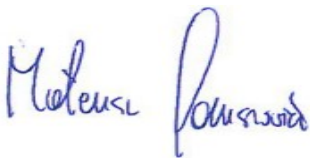
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek przedszkola	1.2. Rok budowy	1902
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji)	Urząd Gminy Lyski ul. Dworcowa 1A kod 44-295 Lyski	1.4. Adres budynku ul. Szkolna 5 kod 44-295 miejscowość Bogunice powiat rybnicki woj. śląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt: PERSEM Sp. z o.o. ul. Kędzierzyńska 17A/102, 41-902 Bytom REGON 522433522			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis. Mateusz Jaruszowiec, 42-693 Krupski Młyn, ul. Tarnogórska 7/5 kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego Nr 128/2012 Audytor energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków, nr. świadectwa 22380 audytor z listy ZAE			
 podpis			
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	Mateusz Jaruszowiec	obliczenia	
2	Łukasz Kruczyński	inwentaryzacja	
3			
5. Miejscowość: Bytom		Data wykonania opracowania: 07.12.2023 r.	
6. Spis treści			
			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		6
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		7
5.	Ocena stanu technicznego budynku		13
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		15
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		16
8.	Opis wariantu optymalnego		31

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	655,7	655,7
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	224,7	224,7
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	224,7	224,7
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	energia elektryczna	pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	kotłownia węglowa	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,08	1,08
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,284	0,197
2.	Dach	1,919	0,137
3.	Strop poddasza	0,878	0,121
4.	Strop piwnicy	1,470	1,470
5.	Podłoga na gruncie	0,388	0,388
6.	Okna, drzwi balkonowe	2,0	0,9
7.	Drzwi zewnętrzne / bramy	3,0	1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,86	3,10
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,88	0,89
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
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	3,00
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,85
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 [m ³ /h]	650	582
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,99	0,89
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	41,2	19,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,8	0,3
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	277,16	102,31
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	360,69	38,57

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	10,42	3,33
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] ****)	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	342,60	126,47
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	445,85	47,68
10 ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	67,66%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	89,21	236,67
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m³]	37,59	12,02
4.	Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	236,67	236,67
5.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
6.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]	11,93	3,48
7.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	Inne [zł]	-	-
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/ (m² rok)]	458,8	51,8
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m² rok)]	526,9	17,9
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	88,7	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	329	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	7,86	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	35,35	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	24 725	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji ⁴⁾ [kW]	39,95	
8.2. Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
		netto	brutto
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	735 074,19	904 141,25
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [zł]	234 125,58	287 974,46
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [%]	31,9%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾		
5.	Premia termomodernizacyjna ^{6) *)} [zł]	165 790,00	
9. Grant termomodernizacyjny			
1.	Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m² rok)]	EP _{H+W} =45 / EP _L =25	
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ/NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane		
3.	Wysokość grantu termomodernizacyjnego ^{8) **)} [zł]	0,00	
10. Premia MZG i grant MZG ⁹⁾			
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku spełniony jest warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾		
2.	Wysokość premii MZG [zł]		
3.	Wysokość grantu MZG ^{4) ***)} [zł]		
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]		

11. Inne	
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁷⁾ zastosowana wysokosprawna kogeneracja
2.	Budynek JEST/NIE JEST ⁷⁾ wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków
3.	Przedsięwzięcie STANOWI/NIE STANOWI ⁷⁾ przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA/NIE WYNIKA ⁷⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać wymagania, o których mowa w art. 5a ust.2 i art. 11g ust. 1 pkt 4 ustawy ¹⁰⁾

- 1) 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.
 - 2) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
 - 3) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii
 - 4) Jeśli dotyczy
 - 5) Jeśli dotyczy, w przypadku, gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.
 - 6) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.
 - 7) Niepotrzebne skreślić.
 - 8) Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.
 - 9) Dotyczy inwestora, o którym mowa w art.11g ust.1 pkt 1. ustawy
 - 10) Jeżeli z audytu energetycznego wynika, że nie jest możliwe spełnienie tego warunku, to w przypadku budynku, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy, audytor załącza do karty audytu energetycznego oświadczenie, które to potwierdza, wraz z uzasadnieniem.
- *) Wysokość premii termomodernizacyjnej wynosi:
- 1) 26% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 1 ustawy,
 - 2) 31% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2a ustawy,
 - 3) 31% łącznych kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii, w przypadku, o którym mowa w art. 5 ust. 2b ustawy
- **) 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto
- ***) 30% kosztów przedsięwzięcia netto

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Istniejąca inwentaryzacja architektoniczno-budowlana
- Informacje uzyskane podczas wizji budynku

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- * Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków – Dz.U.2022 poz. 438, z późniejszymi zmianami. 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 - Dz.U. 2009 nr 43 poz. 346, z późniejszymi zmianami. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej - Dz.U.2021 poz. 497, z późniejszymi zmianami.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie - Dz.U.2022 poz.1225), wraz z późniejszymi zmianami. 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 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”.
- * Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.
- * Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- * KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Pracownicy UG Lyski

3.4. Data wizji lokalnej

Listopad 2023 r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku oraz kosztów energii elektrycznej.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej lub na potrzeby aplikacji o środki z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie lub Regionalnych Programów Operacyjnych.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie ścian zewnętrznych,
 - ocieplenie dachu oraz stropu poddasza,
 - wymiana okien i drzwi zewnętrznych,
 - modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej,
 - zastosowanie instalacji ogniw fotowoltaicznych.

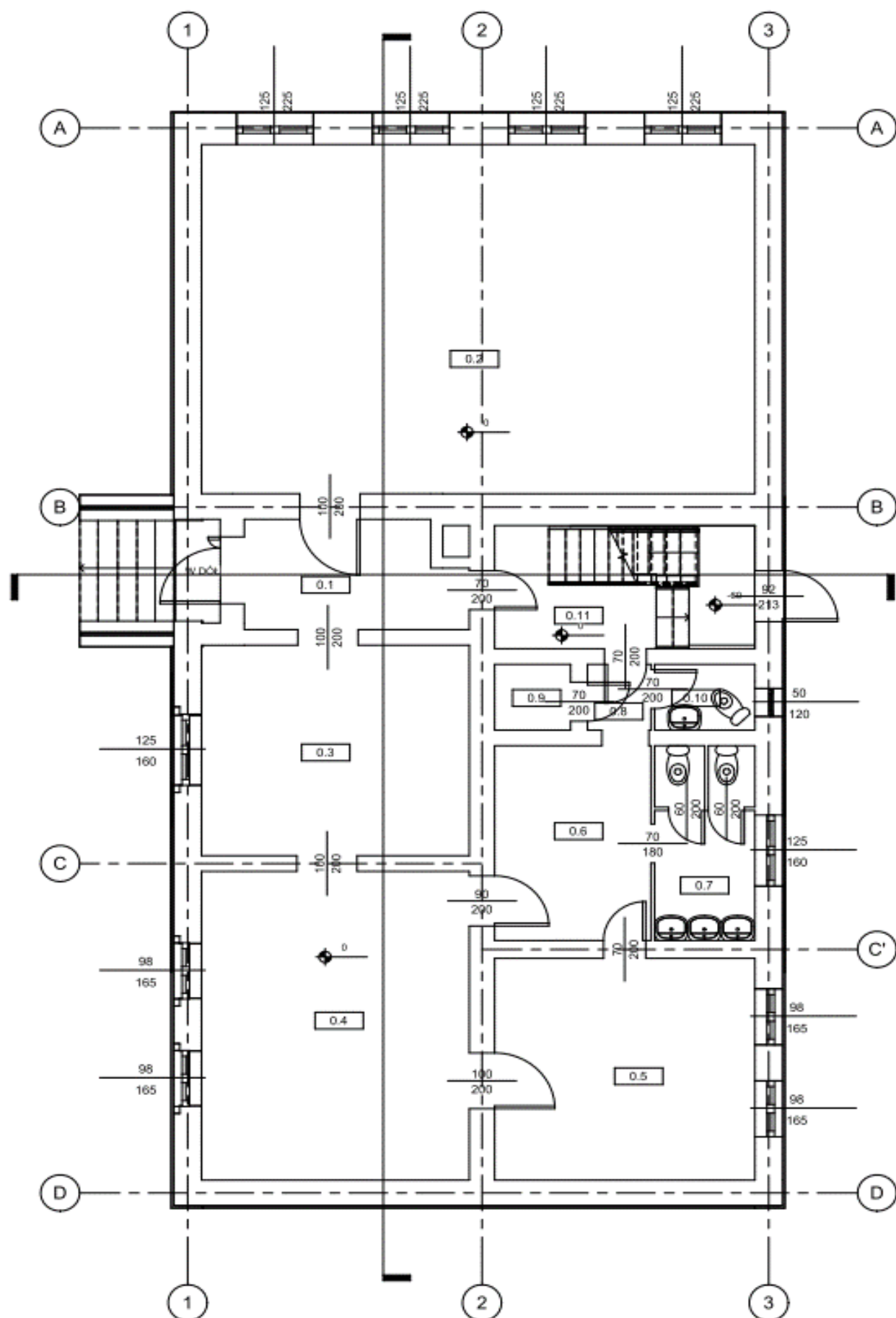
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

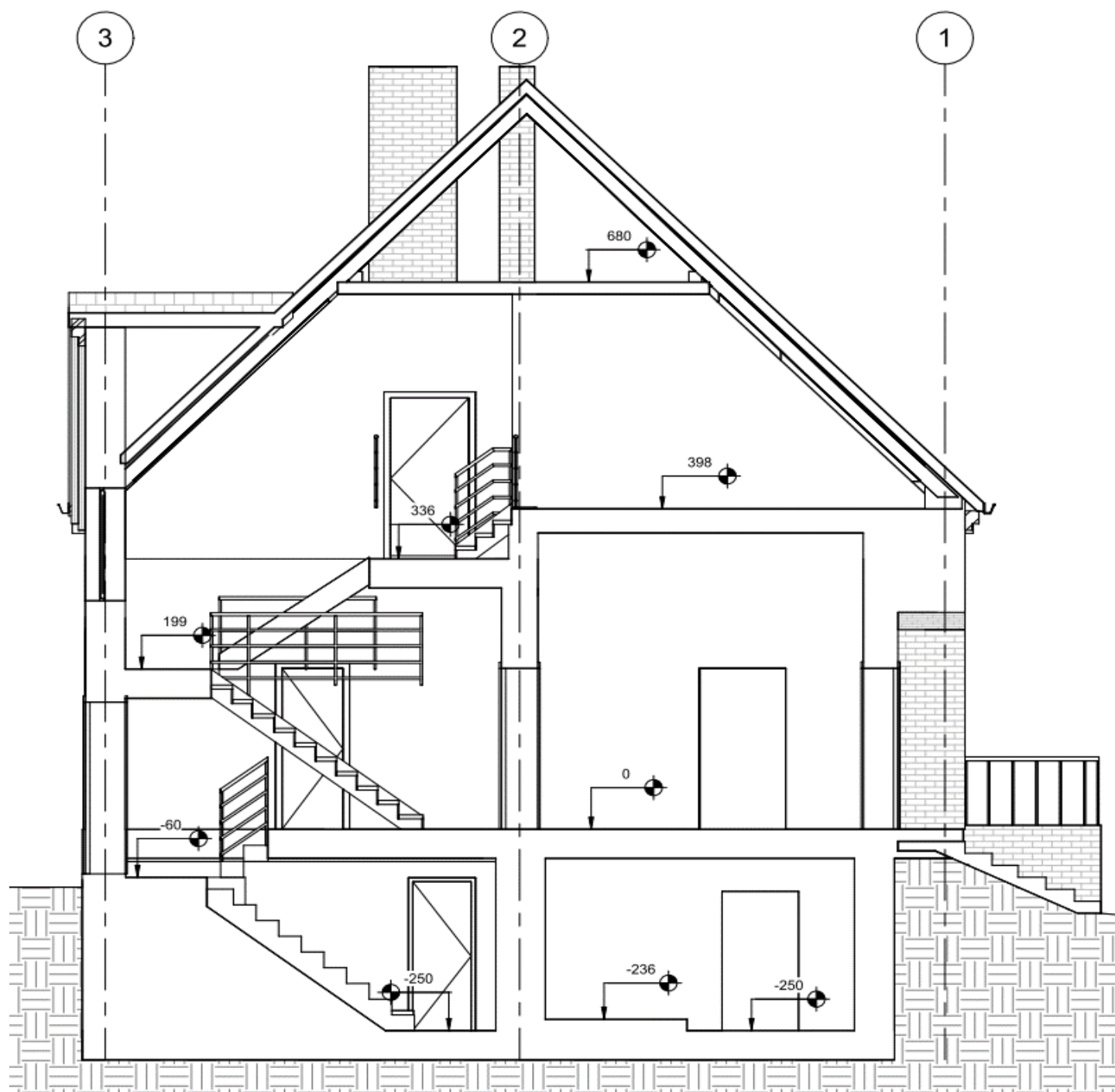
4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1902		Rok zasiedlenia		1902	
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	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowy	201	9	Budynek podpiwniczony	tak		
2	Kubatura budynku [m ³]	989,65	10	Liczba klatek schodowych	1		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]	655,68	11	Liczba kondygnacji	2		
4	Powierzchnia użytkowa [m ²]	150,35	12	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,2 - 3,3		
5	Powierzchnia Sali gimnastycznej [m ²]	0,00	13	Liczba użytkowników	30		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	74,37	14	Liczba mieszkań	0		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	0,00					
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	224,72					

4.b. Rzut i przekrój budynku





4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek przedszkola wzniesiony 1902 roku jest obiektem o dwóch kondygnacjach nadziemnych oraz częściowo podpiwniczony. Zbudowany w technologii tradycyjnej, murowanej. Ściany zewnętrzne z cegły pełnej.

Budynek wykonany w technologii tradycyjnej:

- ściany zewnętrzne – konstrukcja murowana z cegły pełnej o grubości 45 cm;
- strop piwnicy typu Kleina, strop poddasza drewniany;
- dach – konstrukcja drewniana, pokryty dachówką.

Okna PCV, w średnim stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na **$U=2,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

Drzwi wejściowe o współczynniku **$U=3,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis		Pow. całk. do ocieplenia m^2	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) m^2	U_K $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1	Ściany zewnętrzne		337,5	299,7	1,284	32,4	2,0	5,3	3,0
2	Dach		115,7	115,7	1,919				
3	Strop poddasza		83,4	83,4	0,878				
4	Podłoga na gruncie		125,2	125,2	0,388				
5	Strop piwnicy		45,6	45,6	1,470				

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.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	41
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	0,8
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	277
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	361
7	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	89,2
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Źródłem ciepła kocioł na ekogroszek firmy Defro Komfort EKO o mocy 25 kW z roku 2019.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe. Przewody w obrębie kotłowni izolowane.
4.	Rodzaje grzejników	Stalowe.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak.
6.	Zawory termostatyczne	Tak.

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,86
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,96
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,88
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,73
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
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	Ciepła woda przygotowywana poprzez pojemnościowe podgrzewacze elektryczne
2.	Piony i ich izolacja	Brak.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny dla całego budynku.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Pojemnościowy podgrzewacz

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}	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	η_{ew}	1,00
4	Akumulacja ciepła	η_{sw}	0,85
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_{gw} * \eta_{dw} * \eta_{ew} * \eta_{sw} =$	$\eta_{tot,w}$	0,65

Uzasadnienie przyjętych współczynników sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	pojemnościowy podgrzewacz
sprawność przesyłu $\eta_{w,d}$	podgrzew wody dla kilku punktów poboru
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	pojemnościowy podgrzewacz

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Źródłem ciepła kocioł na ekogroszek firmy Defro Komfort EKO o mocy 25 kW z roku 2019.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	650

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	U ¹⁾ [W/m ² *K]
	istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne	1,28	0,20
Dach	1,92	0,15
Strop poddasza	0,88	0,15
Strop piwnicy	1,47	0,25
Podłoga na gruncie	0,39	0,30

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie - WT2021

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	3,0	1,3
okno	2,0	0,9

5.3 System grzewczy

Ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni węglowej w budynku. Przewody stalowe. Przewody w obrębie kotłowni izolowane - stara izolacja. Grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana poprzez pojemnościowe podgrzewacze elektryczne

5.5 Wentylacja

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

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wartość współczynnika U spełniającą wymagania warunków technicznych na rok 2021.
2	<u>Okna</u> PCV o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K]	Pożądana wymiana istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 W/m^2K$.
3	<u>Drzwi zewnętrzne</u> o wysokim współczynniku przenikania ciepła U [W/m^2K]	Pożądana wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku U nie większym niż $1,3 W/m^2K$.
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda przygotowywana poprzez pojemnościowe podgrzewacze elektryczne	Modernizacja instalacji c.w.u. polegająca na montażu nowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła wraz z nowym zbiornikiem akumulacyjnym.
5	<u>System grzewczy</u> Ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni węglowej w budynku. Przewody stalowe. Przewody w obrębie kotłowni izolowane - stara izolacja. Grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi.	Modernizacja instalacji c.o. polegająca na montażu nowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła, wymianie grzejników wraz z przewodami oraz montaż nowych zaworów termostatycznych.
6	<u>Energia elektryczna</u> Energia elektryczna pobierana z sieci elektroenergetycznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej do produkcji własnej energii elektrycznej na potrzeby pracy pompy ciepła oraz oświetlenia.

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.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - od wewnątrz bloczkami Multipor
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach/strop poddasza	Ocieplenie przestrzeni pomiędzy stropem poddasza a dachem metodą wdmuchwania.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach/strop poddasza	Ocieplenie stropu poddasza - warstwą wełny mineralnej na istniejącej konstrukcji.
3.	jw. przez strop nad piwnicą	Brak działań.
4.	jw. przez podłogę na gruncie	Brak działań.
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna	Wymiana istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania 0,9 W/(m ² K).
6.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku U nie większym niż 1,3 W/m ² K.
7.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Modernizacja instalacji c.w.u. polegająca na montażu nowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła wraz z nowym zbiornikiem akumulacyjnym.
8.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Modernizacja instalacji c.o. polegająca na montażu nowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła, wymianie grzejników wraz z przewodami oraz montaż nowych zaworów termostatycznych.
7.	Zastosowanie odnawialnych źródeł energii na potrzeby produkcji energii elektrycznej	Montaż instalacji ogniw fotowoltaicznych.

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
		Ocieplenie stropu poddasza
		Wymiana okien
		Wymiana drzwi zewnętrznych
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Modernizacja instalacji c.w.u. polegająca na montażu nowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła wraz z nowym zbiornikiem akumulacyjnym.

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	jednostka
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 555	3 555	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	0	0	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	89,21	236,67	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/rok

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	182,2 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	182,2 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściana zewnętrznych od wewnątrz bloczkami multipor przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,18	0,20	0,22
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² ·K	1,284	0,197	0,180	0,166
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	71,9	11,1	10,1	9,3
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0094	0,0014	0,0013	0,0012
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		5 424	5 513	5 584
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		853	953	1 053
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		155 424	173 647	191 870
8	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		28,7	31,5	34,4
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg kosztorysów.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 155 424 zł		SPBT= 28,7 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	83,4 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	83,4 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną na istniejącej konstrukcji, o współczynniku przewodności λ= 0,036 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenia: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,15 W/m²K						

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
Dane:				A = 115,7 m ²		
powierzchnia przegrody do obliczania strat						
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz} = 115,7 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu skośnego warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,036 W/m*K . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,15 W/m ² K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,25	0,30	0,35
2	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m ² K	1,919	0,134	0,113	0,098
3	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _C	GJ/a	19,0	1,3	1,1	1,0
4	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0089	0,0006	0,0005	0,0005
5	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		1 579	1 597	1 606
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		437	447	457
7	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		50 554	51 711	52 868
8	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		32,0	32,4	32,9
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg kosztorysów.						
Wybrany wariant: 1		Koszt: 50 554 zł		SPBT= 32,0 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
<div>Dane: powierzchnia okien </div>					

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie
					Wymiana drzwi zewnętrznych
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{dz} = 5,3 \text{ m}^2$ $C_w = 1$</p> <p>$V_{nom} = 453 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 650 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia $V_{PN-12831} = 787 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe, o lepszym współczynniku przenikania.</p> <p>wariant 1: drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p> <p>wariant 2: drzwi o współczynniku $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	
1	Współczynnik przenikania drzwi U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,6	1,3	1,5
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,0	1,00
		C_m	1,2	1,0	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$	GJ/a	1,2	0,6	0,7
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	14,2	13,2	13,2
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	15,4	13,8	13,9
6	$10^{-6} \cdot A_{dz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,00039	0,00019	0,00022
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,00449	0,00375	0,00375
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,00488	0,00394	0,00397
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		147,2	139,2
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}	zł		3 467	3 467
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}	zł		18 506	18 506
12	$SPBT = (N_{dz})/\Delta O_{ru}$	lata		125,7	133,0
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg kosztorysów.</p>					
Wybrany wariant: 1		Koszt:	18 506 zł	SPBT=	125,7 lat

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

Dane: $Q_{ocw} = 10 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0008 \text{ MW}$

Opis:

Modernizacja instalacji c.w.u. polega zastosowaniu nowego źródła ciepła - montaż powietrznej pompy ciepła wraz zasobnikiem c.w.u. o pojemności 300l.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cw\bar{r}}$	MW	0,0008	0,0003
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	10	3
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	2 467	789
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0,00	0,00
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0,00	0,00
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	2 467	789
7	Różnica	zł/a		1 678

Koszt modernizacji c.w.u. został uwzględniony wraz z wariantem modernizacji instalacji c.o.

7.2.7. 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	Ocieplenie ścian zewnętrznych	155 424	28,7
2	Wymiana okien	72 936	35,9
3	Ocieplenie dachu i stropu poddasza	95 405	46,3
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	18 506	125,7

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

Dane: $Q_{oco} = 277$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ciepło dostarczane z kotłowni węglowej w budynku.
- 2 Instalacja c.o. grzejnikowa z zaworami termostatycznymi.

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego i dostosowujące instalację do wymagań technicznych:

lp.	opis	kpl.	koszt
1	Montaż powietrznej pompy ciepła o łącznej mocy 23 kW wraz ze zbiornikiem buforowy 500 l oraz nowym zbiornikiem na c.w.u. o pojemności 300l.	1	148 677
2	Wykonanie technologii PC wraz z niezbędną automatyką sterującą, wykonanie robót budowlanych związanych z technologią pomp ciepła, wykonanie cokołów pod agregaty zewnętrzne PC, dostosowanie pomieszczenia do nowego źródła		
3	Dostosowanie istniejącej instalacji elektrycznej dla potrzeb pompy ciepła		
4	Wymianie grzejników wraz z przewodami oraz montaż nowych zaworów termostatycznych - 19 sztuk.	1	146 706
koszt		zł	295 383

Przyjęto ceny na podstawie kosztorysu inwestorskiego.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	kotłownia węglowa	pompa ciepła
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g = 0,86$	$\eta_g = 3,10$
2	sprawność przesyłu	$\eta_d = 0,96$	$\eta_d = 0,96$
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e = 0,88$	$\eta_e = 0,89$
4	sprawność akumulacji	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 0,95$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,73$	$\eta = 2,52$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

Uzasadnienie przyjętych sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	kotłownia węglowa	powietrzna pompa ciepła
sprawność przesyłu η_d	przewody izolowane w przestrzeni nieogrzewanej - stara izolacja	nowe przewody z nową izolacją
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna i miejscowa	nowa instalacja grzejnikowa z zaworami
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	zbiornik buforowy 500l
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	uwzględniono przerwy w ogrzewaniu poprzez zastosowanie zaworów	uwzględniono przerwy w ogrzewaniu poprzez zastosowanie zaworów oraz regulację pompy ciepła

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia - porównanie wariantów

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0412	0,0412
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	277	277
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,73	2,52
4	Obniżenie nocne	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	361	104
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	32 203	24 613
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	32 203	24 613
11	Różnica	zł/rok		9 268
12	Koszt	zł		295 383
13	SPBT	lat		31,87

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 war.opt

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu				
		1	2	3	4	5
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X	
3	Wymiana okien	X	X	X		
4	Ocieplenie dachu i stropu poddasza	X	X			
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	X				

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5	637 653,85	637 653,85
2	1+2+3+4	619 148,29	619 148,29
3	1+2+3	523 743,32	523 743,32
4	1+2	450 807,32	450 807,32
5	1	295 383,16	295 383,16

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,0193	102,31	2,520	0,95	38,57	9 128,23	0,0003	3,33	788,95	0,0195	41,90	9 917,19	329,21	24 725,09
2	0,0197	105,25	2,520	0,95	39,68	9 390,93	0,0003	3,33	788,95	0,0200	43,01	10 179,89	328,10	24 462,39
3	0,0318	189,39	2,520	0,95	71,40	16 898,00	0,0003	3,33	788,95	0,0320	74,73	17 686,95	296,38	16 955,32
4	0,0330	198,56	2,520	0,95	74,85	17 714,50	0,0003	3,33	788,95	0,0333	78,18	18 503,45	292,93	16 138,82
5	0,0412	277,16	2,520	0,95	104,48	24 726,93	0,0003	3,33	788,95	0,0415	107,81	25 515,89	263,30	9 126,39
0-stan istniejący	0,0412	277,16	0,730	0,95	360,69	32 175,74	0,0008	10,42	2 466,54	0,0420	371,11	34 642,28		

1 wariant wybrany do realizacji

- 1) - wyniki z programu Audytor OZC 7.0Pro - obliczenie mocy i zużycia ciepła
 2) - wyniki wg załącznika nr 4

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
0,86	0,96	0,88	1,00	0,73	1,00	0,95

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
3,10	0,96	0,89	0,95	2,52	1,00	0,95

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Premia termomodernizacyjna [zł] - nie dotyczy
					26% całkowitych kosztów
1	2	3	4	5	7
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana okien Ocieplenie dachu i stropu poddasza Wymiana drzwi zewnętrznych	637 653,85	24 725,09	88,71%	165 790,00
2	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana okien Ocieplenie dachu i stropu poddasza	619 148,29	24 462,39	88,41%	160 978,55
3	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie ścian zewnętrznych Wymiana okien	523 743,32	16 955,32	79,86%	FAŁSZ
4	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie ścian zewnętrznych	450 807,32	16 138,82	78,93%	117 209,90
5	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	295 383,16	9 126,39	70,95%	76 799,62

Wariantem optymalnym jest pierwszy z kolejnych wariantów spełniający art. 3 ustawy, a wysokość premii termomodernizacyjnej oblicza się zgodnie z art. 5 ustawy

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz w porozumieniu z Inwestorem w zakresie posiadanych możliwości finansowych, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. zgodnie z zakresem opisanym w punkcie 7.3 audytu
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie dachu i stropu poddasza
- wymiana okien
- wymiana drzwi zewnętrznych
- montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 16,95 kW

UWAGA - przy zmianie zadeklarowanych środków własnych inwestora potrzebna będzie zmiana części audytu.

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. w zakresie:

- Montaż powietrznej pompy ciepła o łącznej mocy 23 kW wraz ze zbiornikiem buforowy 500 l oraz nowym zbiornikiem na c.w.u. o pojemności 300l.
- Wykonanie technologii PC wraz z niezbędną automatyką sterującą, wykonanie robót budowlanych związanych z technologią pomp ciepła, wykonanie cokołów pod agregaty zewnętrzne PC, dostosowanie pomieszczenia do nowego źródła
- Dostosowanie istniejącej instalacji elektrycznej dla potrzeb pompy ciepła
- Wymianie grzejników wraz z przewodami oraz montaż nowych zaworów termostatycznych - 19 sztuk.

2. Ocieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz bloczkami Multipor (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 18 cm zgodnie z kosztorysem inwestorskim.

3. Ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną na istniejącej konstrukcji (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 25 cm zgodnie z kosztorysem inwestorskim.

4. Ocieplenie dachu skośnego warstwą wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$), o grubości 25 cm zgodnie z kosztorysem inwestorskim.

5. Wymiana okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z zastosowaniem nawiewników ciśnieniowych lub higrosterowanych zgodnie z kosztorysem inwestorskim.

6. Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnie z kosztorysem inwestorskim.

7. Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 16,95 kW zgodnie z kosztorysem inwestorskim.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.			295 383,16
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych	182,2	853	155 424,17
3	Wymiana okien	199,1	366	72 936,00
4	Ocieplenie dachu i stropu poddasza	32,4	2 947	95 404,96
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	5,3	3 467	18 505,56
6	Niezbędne prace remontowe			251 154,93
7	Izolacja ścian fundamentowych i opaska budynku			164 009,44
8	Montaż instalacji fotowoltaicznej			139 297,50
			SUMA	1 192 115,72

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie netto:		969 199,77 zł
Kalkulowany koszt robót wyniesie brutto:		1 192 115,72 zł
Udział środków własnych inwestora:	20%	238 423,14 zł
Możliwe dofinansowanie z RPO:	80%	953 692,57 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT (bez dofinansowania):		48,2
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO):		9,6

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie wskaźników na ciepło dla ogrzewania i wentylacji
- Załącznik 5 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 6 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 7 Obliczenie stopniodni
- Załącznik 8 Obliczenie udziału energii z OZE
- Załącznik 9 Zestawienie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną oraz emisje CO₂ dla co+cwu
- Załącznik 10 Określenie efektu ekologicznego
- Załącznik 11 Analiza opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej
- Załącznik 12 Wyniki komputerowych obliczeń - wydruk

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.o.**

Założenia:

- przed modernizacją - kotłownia węglowa
- po modernizacji - pompa ciepła

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	72,53	89,21
Razem opłata zmienna	zł/GJ	72,53	89,21

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	192,41	236,67
Razem opłata zmienna	zł/GJ	192,41	236,67

Oplaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.w.u.

Założenia:

- przed modernizacją - energia elektryczna
- po modernizacji - bez zmian

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	192,41	236,67
Razem opłata zmienna	zł/GJ	192,41	236,67

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	192,41	236,67
Razem opłata zmienna	zł/GJ	192,41	236,67

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne	tynek	0,010	0,820	0,012	1,284
	cegła pełna	0,450	0,770	0,584	
	tynek	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,779	
Dach skośny	dachówka	0,015	0,820	0,018	1,919
	drewno	0,030	0,160	0,188	
	warstwa powietrza			0,160	
	plyta g-k	0,013	0,820	0,015	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _i 0,100	
				R _e 0,040	
				razem 0,521	
Strop poddasza				0,000	0,878
				0,000	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	trociny	0,050	0,090	0,556	
	glina	0,050	0,850	0,059	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	tynek	0,010	0,82	0,012	
				R _i 0,100	
				R _e 0,100	
				razem 1,139	
Strop piwnicy	posadzka	0,010	0,170	0,059	1,470
	jastrych	0,060	0,520	0,115	
	strop istniejący Kleina	0,120	0,770	0,156	
	tynek	0,010	1,000	0,010	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,170	
				R _{se} 0,170	
				razem 0,680	
Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,050	0,019	0,388
	podkład pod posadzkę	0,035	1,000	0,035	
	papa	0,020	0,180	0,111	
	beton	0,100	1,050	0,095	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
				0,000	
				R _g 1,570	
				razem 2,580	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zew.	tynk	0,010	0,820	0,012	0,197
	cegła pełna	0,450	0,770	0,584	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	bloczek multipor	0,180	0,042	4,286	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	
Dach skośny	dachówka	0,015	0,820	0,018	0,137
	drewno	0,030	0,160	0,188	
	wełna mineralna	0,250	0,036	6,944	
	plyta g-k	0,013	0,820	0,015	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _i	
				R _e	
				razem	
Strop poddasza	OSB	0,022	0,130	0,169	0,121
	wełna mineralna	0,250	0,036	6,944	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	trociny	0,050	0,090	0,556	
	glina	0,050	0,850	0,059	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	tynk	0,010	0,820	0,012	
				R _i	
				R _e	
				razem	
Strop nad nieogr. piwnicą	posadzka	0,010	0,170	0,059	1,470
	jastrych	0,060	0,520	0,115	
	strop istniejący Kleina	0,120	0,770	0,156	
	tynk	0,010	1,000	0,010	
				0,000	
				0,000	
				R _{si}	
				R _{se}	
				razem	
				0,680	
Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,050	0,019	0,388
	podkład pod posadzkę	0,035	1,000	0,035	
	papa	0,020	0,180	0,111	
	beton	0,100	1,050	0,095	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
				0,000	
				R _g	
				1,570	
				razem	
				2,580	

Obliczenie strumienia powietrza 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, $m^3/(s\ m^2)$</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m^3/h</i>
Budynek przedszkola	224,7	0,00056	453
ŁĄCZNIE V_{nom}			453

Strumień dodatkowy

<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>
Budynek przedszkola	656	0,3	197
ŁĄCZNIE V_{inf}			197

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

Budynek przedszkola	650	m^3/h
Razem	650	m^3/h
Kubatura wentylowana budynku $V=$	656	m^3
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	1,0	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>
Budynek przedszkola	656	1	656
ŁĄCZNIE $V_{PN-12831}$			656

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	1,1	0,85	1,0
c_w	1,0	1,0	1,0
c_m	1,2	1,0	1,0

Strumień powietrza wentylacyjnego przyjęte do optymalizacji usprawnienia związanego z wymianą okienDo obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg Rozporządzenia dot. świadectw

Budynek przedszkola	$c_r * c_w * V_{nom}$	498	385	m^3/h
Razem		498	385	m^3/h

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

Budynek przedszkola	$c_m * V_{PN-12831}$	787	656	m^3/h
Razem		787	656	m^3/h

Obliczenie wskaźników na ciepło dla ogrzewania i wentylacji

Opis	Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Uwagi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U	GJ/rok	277	102	
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla ogrzewania i wentylacji Q_U	kWh/rok	76 989	28 419	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K	GJ/rok	361	39	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_K	kWh/rok	100 192	10 714	
Powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	225	225	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową E_{K_H}	kWh/(m ² *rok)	445,85	47,68	

Energia pomocnicza :				
-Zapotrzebowanie mocy	W/m ²	0,3	0,3	
-Czas pracy	h/rok	5 700	5 700	
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	384,3	384,3	
Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną				
- dla ciepła z węgla / pompy ciepła	-	1,1	2,5	energia elektryczna dla pompy ciepła
- dla energii elektrycznej	-	2,5	2,5	
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_P	kWh/rok	111 172	27 745	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP_H	kWh/(m ² *rok)	494,7	123,5	

Emisja CO₂ :			
Wskaźniki CO ₂			
- dla ciepła z węgla / pompy ciepła	kg/GJ	94,73	196,67
- dla energii elektrycznej	kg/MWh	708	708
Roczna emisja CO ₂	t CO ₂ /rok	34,44	7,86

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

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	kJ/(kg* $^{\circ}$ C)	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	225	225
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	$^{\circ}$ C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	$^{\circ}$ C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,55	0,55
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi}*L*c_w*\rho*(\theta_{cw}-\theta_0)*k_t*t_{uz}/(1000*3600)$	kWh/rok	1 890	1 890
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,96	3,00
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,80	0,80
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,85	0,85
sprawność całkowita η_{wtot}	-	0,65	2,04
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	2 895	926
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	10,4	3,3
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK_w	kWh/(m ² *rok)	12,9	4,1

Energia pomocnicza :			
-Zapotrzebowanie mocy	W/m ²	0,04	0,04
-Czas pracy	h/rok	5840	5840
-Roczne zapotrzebowanie energii	kWh/rok	2,3	2,3
Współczynniki nakładu na nieodnawialną energię pierwotną			
- dla energii elektrycznej	-	2,5	2,5
- dla energii elektrycznej	-	2,5	2,5
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną $Q_{P,H}$	kWh/rok	7 243	2 321
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP_w	kWh/(m ² *rok)	32,2	10,3

Emisja CO₂ :			
Wskaźniki CO ₂			
- dla energii elektrycznej	kg/GJ	196,67	196,67
- dla energii elektrycznej	kg/MWh	708	708
Roczna emisja CO₂	t CO ₂ /rok	2,05	0,66

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 - L	os	30	30
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{dśr} = A_f \cdot V_{cw} / 1001$	m ³ /d	0,180	0,180
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{hśr} = q_{dśr} / 18$	m ³ /h	0,010	0,010
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	4,064	4,064
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / (10^6 \cdot \eta_{wtot})$	GJ/m ³	0,289	0,092
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	3,3	1,0
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	0,8	0,3

**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	0,0193	102,31
2	0,0197	105,25
3	0,0318	189,39
4	0,0330	198,56
5	0,0412	277,16
0 - stan istniejący	0,0412	277,16

Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla Raciborza

S_d dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-0,1	-0,8	5,4	8,8	13,6	14,4	9,2	2,3	-0,5
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	623	582	453	336	32	28	335	531	636

Dla przegród zewnętrznych

S_d

3 555

dzień*K/rok

przy $\Theta_{int,H} =$

20

°C

stan przed

stan po

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0,0	3,1	-
	$Q_{k,H}$	361	39	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	26	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	26	GJ/rok

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody przez odnawialne źródła energii

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0,0	3,0	-
	$Q_{k,W}$	10	3	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	2	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0	2	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii U_{oze}

roczne zapotrzebowanie na energię końcową c.o. + c.w.u.	Q_k	371	42	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	U_{oze}	0,00%	67,66%	%

Zestawienie wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną oraz emisje CO₂ dla co+cwu

Opis	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Efekt
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową (bez energii pomocniczej)				
-ogrzewanie i wentylacja	GJ/rok	360,69	38,57	322,12
-ciepła woda użytkowa	GJ/rok	10,42	3,33	7,09
-ogółem	GJ/rok	371,11	41,90	329,21
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię końcową EK				
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	445,9	47,7	
-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	12,9	4,1	
-ogółem	kWh/(m ² *rok)	458,8	51,8	
Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną				
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/rok	111 172	27 745	
-ciepła woda użytkowa	kWh/rok	7 243	2 321	
-ogółem	kWh/rok	118 415	30 066	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowanie na energię pierwotną EP	kWh/(m ² *rok)			
-ogrzewanie i wentylacja	kWh/(m ² *rok)	494,7	123,5	
-ciepła woda użytkowa	kWh/(m ² *rok)	32,2	10,3	
-energia elektryczna z PV	kWh/(m ² *rok)	0,0	-115,9	
-ogółem	kWh/(m ² *rok)	526,9	17,9	96,61%
Emisja CO₂				
-ogrzewanie i wentylacja	t CO ₂ /rok	34,4	7,9	26,6
-ciepła woda użytkowa	t CO ₂ /rok	2,1	0,7	1,4
-energia elektryczna z PV	t CO ₂ /rok	0,0	-7,4	7,4
-ogółem	t CO ₂ /rok	36,5	1,1	35,4

OKREŚLENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGOWskaźniki emisji CO₂ dla źródeł ciepła zgodnie z KOBIZE

jednostka	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
kg/GJ	94,73	55,48	77,75	0,00

Wskaźniki emisji CO₂ dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):**708,0 kg CO₂/MWh** zgodnie z KOBIZE

Wskaźniki emisji TSP dla odbiorców końcowych pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):

0,022 kg /MWh zgodnie z KOBIZE

Pył PM10_{gaz} 0,5 g/GJ Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za rok 2022

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej na c.o.

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
CO ₂	94,730	360,69	34 168,2	94,730	0,00	0,0	34 168,16	100,00
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
pył PM10 z TSP	0,0005	360,69	0,1803	0,0005	0,00	0,0000	0,1803	100,00

Wskaźniki emisji dla energii elektrycznej na potrzeby c.o. i c.w.u. + instalacja PV

	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10	0,0162	2,90	0,047	0,0162	1,22	0,020	0,027	57,89
CO ₂	708,00		2 049,66	708,00		863,04	1 186,62	57,89

Całkowity efekt ekologiczny

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	efekt ekologiczny	
	Wielkość emisji	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/a	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10	0,227	0,020	0,207	91,32
CO ₂	36 217,82	863,04	35 354,78	97,62

Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 16,95 kWp na potrzeby pompy ciepła oraz potrzeby bytowe budynku

energia elektryczna

Zaprojektowano moduły fotowoltaiczne o mocy nominalnej 565 Wp - 30 sztuk.

Moc wyjściowa układu: **16,95 kW**



Średnia produkcja energii z systemu (1 rok):	945,85 kWh/kWp
Średnia ilość energii rocznie z instalacji PV:	16 032 kWh
Średnia ilość energii rocznie z instalacji PV na potrzeby grzewcze:	10 421 kWh

ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI (wartości brutto)

Nakłady inwestycyjne N_U

Koszt urządzeń, instalacji, dokumentacji projektowej, ogrodzenia:	139 297,50 PLN
Koszt całkowity:	139 297,50 PLN

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: 13 665,81 PLN

SPBT - prosty czas zwrotu nakładów **10,2 lat**

Podstawa przyjętych wartości N_U

Kalkulację kosztów wdrożenia rozwiązania opracowano na podstawie oferty firmy instalacyjnej elektrycznej. Oferta obejmuje dostawę, montaż, pomiary elektryczne i uruchomienie. Podane kwoty są brutto.

Potwierdzenie wyników obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
dla stanu istniejącego i wariantu optymalnego

Wyniki - Ogólne

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	224,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	655,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	32330	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	8917	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	41248	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	41248	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	183,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	62,9	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	563,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	277,16	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	76988	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	224,72	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	655,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	1233,3	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	342,6	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	422,7	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	117,4	kWh/ (m ³ ·rok)

Wyniki - Ogólne

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	224,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	655,7	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	10337	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	8917	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	19254	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	19254	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	85,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	29,4	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Racibórz Studzienna	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	563,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	102,31	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	28418	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	224,72	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	655,7	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	455,3	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	126,5	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	156,0	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	43,3	kWh/ (m ³ ·rok)