

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21.11.2008 z późniejszymi zmianami

Zadanie:	Topólka - termomodernizacja budynku Posterunku Policji	
Adres budynku:	87-875 Topólka ul. Topólka 23	
Wykonawca audytu:	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Krzysztof Chudy mgr inż.

Bydgoszcz, 20 sierpnia 2024 r.
Korekta - 17 lipca 2025 r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1.	Dane identyfikacyjne budynku			
1.1	Rodzaj budynku	Użytecz. publicznej - biurowy	1.2.	Rok ukończenia budowy
				1975
1.3.	Właściciel lub zarządca (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Skarb Państwa - Komendant Wojewódzki Policji w Bydgoszczy 85-090 Bydgoszcz al. Powstańców Wielkopolskich 7	1.4.	Posterunek Policji w Topólce 85-875 Topólka ul. Topólka 23
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt Hydroterm Krzysztof Chudy 89-210 Nowe Dąbie, Nowe Dąbie 205				
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Krzysztof Chudy, upr. budowlane AUB-KZ-7210/310/89; GP-KZ-7342/46/91 upr. do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr 11699				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1				
2				
3				
4				
5.	Miejscowość	Bydgoszcz	Data wykonania opracowania	20.08.2024
6. Spis treści				
1.	Strona tytułowa			
2.	Karta audytu energetycznego			
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku			
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5.	Ocena stanu technicznego budynku			
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
8.	Opis wariantu optymalnego			

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	728	728
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	279	279
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	279	279
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz.5)/(poz.4) [%]	100%	100%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	1
8.	Liczba osób użytkujących budynek	7	7
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	sieć - energia elekt.	pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kotł.- ekogroszek	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,21	0,21
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,52	0,20
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,61	0,15
3.	Strop nad piwnicą	0,57	0,29
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	1,11	0,27
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,6	0,9
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,6	1,3
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,75	2,60
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,99	2,60
2.	Sprawność przesyłu	1,00	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	150	292
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	-	-
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	31,10	9,38
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	2,19	2,19
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	192,64	37,40
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	347,73	17,95

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	4,9	2,7
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/(m2·rok)]	191,51	37,29
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m2·rok)]	346,68	17,90
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%] ¹⁾	0,00	86,60
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	72,00	72,00
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ²⁾ [zł/m3]	32,92	33,97
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ³⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	4,15	0,81
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	150,00	100,00
7.	Inne [zł]	0,00	0,00
8.1 Wskaźniki dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	EK – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową [kWh/(m ² ·rok)]	372,4	31,3
2.	EP – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² ·rok)]	446,0	55,2
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	91,6%	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	391,72	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	9,36	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	33,70	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	25 340,25	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji [kW] ⁴⁾	10,00	
8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2 [zł]	netto	brutto
		632 390,10	777 839,82
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii [zł] ⁴⁾	netto	brutto
		162 601,63 zł	200 000,00 zł
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⁾	20,45%	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK/NIE ⁵⁾	NIE	
5.	Premia termomodernizacyjna ⁶⁾ [zł] ¹⁾	-	

9. Grant termomodernizacyjny	
1. Maksymalna wartość wskaźnika EP określona zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane [kWh/(m ² ·rok)]	95
2. Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ ⁷⁾ wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane	
3. Wysokość grantu termomodernizacyjnego [zł] ^{8)**)}	0
10. Premia MZG i grant MZG⁹⁾	
1. Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ⁷⁾ w budynku jest spełniony warunek, o którym mowa w art. 11h ust. 1 ustawy: TAK/NIE, jeżeli TAK, to: – pkt 1 / – pkt 2 / – pkt 3 ⁷⁾	
2. Wysokość premii MZG [zł]	0
3. Wysokość grantu MZG [zł] ^{4)***)}	0
4. Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	0
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.	

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Świadectwo charakterystyki energetycznej SCHE/5104/240/2016
- Inwentaryzacja budowlana
- Dokumentacja fotograficzna

3.2. Wizja lokalna

06.08.2024 r.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Hanna Lisowska - pracownik Wydziału Inwestycji i Remontów

3.4. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- w ramach audytu dokonanie oceny efektywności termomodernizacji
- wykorzystanie dofinansowania z Programu Operacyjnego Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021-2027, Priorytet FENX.01 Wsparcie sektorów energetyka i środowisko z Funduszu Spójności, Działanie FENX.01.01 Efektywność Energetyczna

3.5 Inne dokumenty

- Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - Dz.U.Nr.223,poz,1459.
- Dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. 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 Rozwoju z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690). Dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- Polska Norma PN EN ISO 13790:2009 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia"
- Polska Norma PNEN ISO 6946:2008 "Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń".
- Polska Norma PNEN ISO 13370 "Właściwości cieplne budynków Wymiana ciepła przez grunt Metody obliczania"
- Polska Norma PNEN ISO 14683 "Mostki cieplne w budynkach Liniowy współczynnik przenikania ciepła Metody uproszczone i wartości orientacyjne".
- Polska Norma PNEN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego".
- PN EN ISO 13789 : 2008 "Ciepłota właściwości użytkowania budynków Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania"
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 22 listopada 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dziennik Ustaw 2020 pozycja 22)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U 2020 poz 879)
- Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U 2019 poz 1065 (z późniejszymi zmianami)

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

1	Własność budynku		Skarb Państwa - Komendant Wojewódzki Policji w Bydgoszczy
2	Przeznaczenie budynku		Posterunek Policji
3	Adres		85-875 Topółka ul. Topółka 23
4	Rok budowy		1975
5	Technologia (konstrukcja budynku)		tradycyjna
6	Budynek podpiwniczony		tak (częściowo)
7	Powierzchnia zabudowy	[m ²]	151,20
8	Powierzchnia użytkowa	[m ²]	278,64
9	Łączna powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku	[m ²]	278,64
10	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, loggi i galerii	[m ³]	727,77
11	Kubatura budynku	[m ³]	727,77
12	Współczynnik kształtu A/V wg. PN		0,21
13	Liczba klatek schodowych		1
14	Liczba kondygnacji nadziemnych budynku		2
15	Wysokość kondygnacji w świetle	[m]	2,8
16	Liczba osób jednocześnie przebywających w obiekcie		7
17	Liczba łazienka		1
	WC		1
	Kuchnia		1

4.1. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek wykonany w technologii tradycyjnej murowanej, układ ścian nośnych podłużny i poprzeczny. Budynek posadowiony na ławach betonowych, ściany nadziemna budynku wykonane z cegły pełnej. Stropy nad kondygnacjami gęstożebrowe, ceramiczne. Dach płaski o konstrukcji stropodachu wentylowanego pokryty papą.

Ściany zewnętrzne nośne z cegły pełnej wraz z tynkiem cementowo-wapiennym. Ściany zewnętrzne nieocieplone.

Stolarka okienna PCV, stan techniczny średni, widoczne uszkodzenia wynikające z eksploatacji obiektu.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Położenie	Pow. całk. m2	Pow. do obl. strat ciepła m2	U_k W/(m2.K)	Pow. okien m2	U okna W/(m2.K)	Pow. drzwi m2	U drzwi W/(m2.K)
1	Ściana zewnętrzna	N	0,0	0,0	1,52	0,0	1,6	0,0	2,6
		NE	75,5	71,9	1,52	14,7	1,6	0,0	2,6
2	Ściana zewnętrzna	E	0,0	0,0	1,52	0,0	1,6	0,0	2,6
		SE	84,6	80,5	1,52	14,7	1,6	2,0	2,6
3	Ściana zewnętrzna	S	0,0	0,0	1,52	0,0	1,6	0,0	2,6
		SW	75,1	71,6	1,52	15,0	1,6	0,0	2,6
4	Ściana zewnętrzna	W	0,0	0,0	1,52	0,0	1,6	0,0	2,6
		NW	85,8	81,8	1,52	13,5	1,6	2,0	2,6
5	Ściana zew. - podziemne	-	92,0	87,6	1,52				
6	Stropodach	H	167,0	159,1	0,61				
7	Podłoga na gruncie	H	42,0	40,0	1,11				
8	Strop nad piwnicą	H	141,0	134,3	0,57				

4.2. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna	q_{moc} [kW]	33,3
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i cwu)	q [kW]	-
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	193
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	73,53
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	348
6.	Taryfa opłat		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	150,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	72,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	pompowa, dwururowa
2.	Parametry pracy instalacji	80/60
3.	Przewody w instalacji	rury stalowe, rury typu PEX
4.	Rodzaje grzejników	grzejniki członowe oraz płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	brak
6.	Zawory termostaticzne	występują, zakres P-2K
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p = 0,90$
		$\eta_r = 0,82$
		$\eta_w = 0,75$
		$\eta_e = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	nie wykonana

4.4. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	miejscowy podgrzew wody
2.	Piony i ich izolacja	brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze)	wodomierz na wodzie zimnej
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.5. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	150

4.6. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

Źródło ciepła stanowi kocioł na ekogroszek zlokalizowany w piwnicy budynku.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan techniczny budynku można określić jako dobry. Występują uszkodzenia będące skutkiem eksploatacji budynku. Tynki ścian częściowo posiadają ubytki, rysy, spękania, odparzenia. Występują zniszczenia warstwy wykończeniowych podłóg, ścian, sufitów.

5.2. System grzewczy

Instalacja oraz kocioł w średnim stanie technicznym. Ubytki w izolacji. Kocioł niskiej klasy energetycznej.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja w dobrym stanie technicznym.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne budynku mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K] - ściana zewnętrzna $U = 1,52$ - ściana zewnętrzna podziemna $U = 1,52$ - podłoga na gruncie $U = 1,11$ - strop nad piwnicą $U = 0,57$ - stropodach $U = 0,61$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne: - dla ściany $U \leq 0,20$ - dla ściany podziemnej $U \leq 0,20$ - dla podłogi $U \leq 0,30$ - dla stropu $U \leq 0,30$ - dla dachu $U \leq 0,15$
2	Okna w dobrym stanie, nie spełniają wsp. U Drzwi w dobrym stanie, nie spełniają wsp. U	Wymiana stolarki okiennej Wymiana stolarki drzwiowej
3	Wentylacja - stwierdza się niewystarczający strumień powietrza went.	Wykonanie wentylacji mechanicznej
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej Instalacja w dobrym stanie technicznym.	Modernizacja instalacji, cyrkulacja cwu Wymiana rurociągów i izolacji
5	System grzewczy Kocioł oraz instalacja w średnim stanie technicznym.	Nowe źródło ciepła Modernizacja instalacji c.o. dostosowana do nowego źródła ciepła
6	Oświetlenie Instalacja starego typu, w średnim stanie technicznym.	Modernizacji instalacji i zabezpieczeń Nowe oświetlenie typu LED Wykorzystanie OZE - instalacja PV

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 styropianem metodą ETICS
2	j.w. przez ściany zewnętrzne podziemne	Ocieplenie ścian styropianem wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej
3	j.w. przez podłogę / strop	Ocieplenie posadzki styropianem ekstrudowanym
4	j.w. przez stropodach	Ocieplenie stropodachu wełną mineralną
5	j.w. przez stolarkę okienną	Wymiana stolarki okiennej
6	j.w. przez stolarkę drzwiową	Wymiana stolarki drzwiowej
7	Podwyższenie sprawności instalacji co	Montaż nowego źródła ciepła - pompy ciepła. Przebudowa systemu grzewczego
8	Podwyższenie sprawności instalacji cwu	Przebudowa systemu ciepłej wody

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	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropodachu Ocieplenie podłogi i stropu nad piwnicą Wymiana stolarki okiennej Wymiana stolarki drzwiowej
II	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na c.o.	Modernizacja źródła ciepła i instalacji c.o.
III	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na c.w.u.	Modernizacja instalacji c.w.u.
Uwagi:		

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 stolarki okiennej i drzwiowej zewnętrznej
- 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}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d dla przegród zewnętrznych	3760,25	3760,25	dzień·K·a
dla przegród zew. na klatce schodowej	1196,2	1196,2	
$O_{0m}, O_{1m},$	150,00	150,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	72,00	150,12	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	zł·K/W·a

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	159 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	167 m ²
Opis wariantów usprawnienia				U=	0,61	W/(m ² *k)
Przewiduje się ocieplenie stropodachu z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,040 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		4,50	5,00	5,50
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,64	6,14	6,64	7,14
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	31,5	8,4	7,8	7,2
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,004	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m +12(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1668,6	1711,8	1755
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		703,37 zł	718,37 zł	733,37 zł
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		117 494,33	120 000,00	122 505,67
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		70,4	70,1	69,8
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,61	0,16	0,15	0,14
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Koszty usprawnienia przyjęto na podstawie opracowanych kosztorysów.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	120 000,00 zł	SPBT=	70,1 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	305,71 m ²
				A _{kosz}	=	321,00 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynnika przewodności λ= 0,032 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,66	4,41	5,03	5,66
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	151,0	22,5	19,7	17,6
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,019	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m +12(Δb ₀ -Δb ₁)	zł/a		9280,8	9484,2	9635,4
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		438,89	463,89 zł	488,89
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		140 883,11	148 908,00	156 932,89
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		15,18	15,70	16,29
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,52	0,23	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Koszty usprawnienia przyjęto na podstawie opracowanych kosztorysów.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	148 908,00 zł	SPBT=	15,7 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - piwnica		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	87,60 m ²
				A _{kosz}	=	91,98 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ= 0,032 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,66	4,41	5,03	5,66
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	43,3	6,5	5,7	5,0
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,002	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m +12(Δb ₀ -Δb ₁)	zł/a		2653,2	2710,8	2761,2
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		841,22	866,22	891,22
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		77 375,50	79 675,00	81 974,50
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		29,16	29,39	29,69
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,52	0,23	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Koszty usprawnienia przyjęto na podstawie opracowanych kosztorysów.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	79 675,00 zł	SPBT=	29,4 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Podłoga		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 40,00 m ² A_{kosz} = 42,00 m ²		
Opis wariantów usprawnienia				U= 1,11 W/(m ² *k)		
Przewiduje się ocieplenie podłogi z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ= 0,035 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		2,29	2,86	3,43
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,90	3,19	3,76	4,33
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	14,4	4,1	3,5	3,0
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,001	0,001	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m +12(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		741,6	786,6	822,6
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		598,57 zł	628,57 zł	658,57 zł
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		25 140,00	26 400,00	27 660,00
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		33,9	33,6	33,6
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,11	0,31	0,27	0,23
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Koszty usprawnienia przyjęto na podstawie opracowanych kosztorysów.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	26 400,00 zł	SPBT=	33,6 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	134 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	141 m ²
Opis wariantów usprawnienia				U=	0,57	W/(m ² *k)
Przewiduje się ocieplenie podłogi z użyciem styropianu o współczynniku przewodności λ= 0,035 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Poszczególne proponowane warianty różnią się grubością warstwy izolacyjnej						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,04	0,06	0,08
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		1,14	1,71	2,29
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,75	2,90	3,47	4,04
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	24,9	15,1	12,6	10,8
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,001	0,001	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m +12(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		705,6	887,4	1017
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		569,94 zł	599,94 zł	629,94 zł
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		80 369,55	84 600,00	88 830,45
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		113,9	95,3	87,3
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,57	0,35	0,29	0,25
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Koszty usprawnienia przyjęto na podstawie opracowanych kosztorysów.						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	84 600,00 zł	SPBT=	95,3 lat	

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Okna		
<div>Dane: powierzchnia okien<div><div>$A_{ok} = 58,0 \text{ m}^2$</div><div>$V_{nom} = 139,5 \text{ m}^3/\text{h}$</div><div>$C_w = 1$</div></div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien na okna szczelne trzyszybowe, o lepszych współczynnikach U:						
<div><div>wariant 1: okna</div><div>U= 0,9 W/m2.K</div></div> <div><div>wariant 2: okna</div><div>U= 0,8 W/m2.K</div></div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien					

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Drzwi		
<div>Dane: powierzchnia drzwi<div><div><div>$A_{ok} = 4,0 \text{ m}^2$</div><div>$V_{nom} = 10,5 \text{ m}^3/\text{h}$</div><div>$C_w = 1$</div></div></div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi zewnętrznych na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
<div>wariant 1: drzwi<div><div><div>U= 1,3</div><div>W/m2.K</div></div></div></div>						
<div>wariant 2: drzwi<div><div><div>U= 1,2</div><div>W/m2.K</div></div></div></div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	2,6	1,3	1,2	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00	
		C_m	-	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	3,4	1,7	1,6	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1,5	1,2	1,2	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	4,9	2,9	2,8	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0004	0,0002	0,0002	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0002	0,0001	0,0001	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0006	0,0003	0,0003	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_0U - Q_1U)O_z + 12(q_0U - q_1U)O_m + 12(A_{b_0} - A_{b_1})$	zł/rok		145	152	
10	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		18 450,00	20 848,50	
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł				
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		127,6	137,4	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
<div>wariant 1: wymiana drzwi o wsp. 1,3<div><div><div>[zł/m2]</div><div>1 757,14 zł</div></div></div></div>						
<div>wariant 2: wymiana drzwi o wsp. 1,2<div><div><div>[zł/m2]</div><div>1 985,57 zł</div></div></div></div>						
Przyjęto ceny jednostkowe drzwi na podstawie kosztorysów.						
Wybrany wariant: 1		Koszt :	18 450,00 zł	SPBT=	127,6	lat

7.2.8. 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	148 908,00	15,70
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic	79 675,00	29,39
3	Ocieplenie podłogi	26 400,00	33,56
4	Wymiana stolarki okiennej	85 000,00	54,30
5	Ocieplenie stropodachu	120 000,00	70,10
6	Ocieplenie stropu wewnętrznego	84 600,00	95,33
7	Wymiana stolarki drzwiowej	18 450,00	127,60

Uwaga :

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

Dane: $Q_{0co} = 192,64 \text{ GJ/a}$

$w_{t0} = 1$

$w_{d0} = 1$

$\eta_0 = 0,554$

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

1. Demontaż istniejącego źródła ciepła i montaż pompy ciepła powietrze/woda.
2. Montaż wodnego ogrzewania podłogowego z regulacją centralną i miejscową.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,75$	$\eta_w = 2,60$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 0,90$	$\eta_p = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_r = 0,82$	$\eta_r = 0,89$
4	akumulacja	$\eta_e = 1,00$	$\eta_o = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,55$	$\eta_p = 2,08$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez zmiany	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - bez zmiany	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,55	2,08
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych w_d	-	1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		38 317,0
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		182 500
6	SPBT	lata		4,76

Koszty w oparciu o ofertę lokalnych firm instalacyjnych

Zakres przeprowadzonej modernizacji systemu:			
1	Demontaż istniejących grzejników i źródła ciepła		
2	Montaż pompy ciepła powietrze/woda typu split		
3	Wykonanie instalacji rozpraszającej i przy pompie ciepła		
4	Montaż instalacji c.o.		
5	Płukanie instalacji, próby ciśnieniowe i regulacja		
	Wymiana źródła ciepła:		150 000,00 zł
	Montaż instalacji c.o.:		32 500,00 zł
	Kalkulacja własna:	razem	182 500,00 zł

7.3.2. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu c.w.u.

Dane: $Q_{0w} = 4,83 \text{ GJ/a}$

$\eta_0 = 0,99$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu przygotowania c.w.u. i dostosowujące instalację do aktualnych wymagań technicznych:

1. Demontaż istniejących podgrzewaczy c.w.u.
2. Montaż pompy ciepła dla potrzeb c.o. i c.w.u. z zasobnikiem ciepła.
3. Wymiana instalacji c.w.u. wraz z cyrkulacją

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_w = 0,99$	$\eta_w = 2,60$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_p = 1,00$	$\eta_p = 0,80$
3	regulacja systemu	$\eta_r = 1,00$	$\eta_r = 1,00$
4	akumulacja	$\eta_e = 1,00$	$\eta_r = 0,85$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,99$	$\eta_p = 1,77$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,99	1,77
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		322,0
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		67 500
6	SPBT	lata		209,63

Koszty w oparciu o ofertę lokalnych firm instalacyjnych

Zakres przeprowadzonej modernizacji systemu:			
1	Demontaż miejscowych podgrzewaczy i montaż pompy ciepła (wliczony w instalację c.o.)		
2	Montaż zasobnika c.w.u.		
3.	Wymiana rur c.w.u. i izolacja przewodów i armatury		
Kalkulacja własna:		razem	67 500,00 zł

7.3.3. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu wentylacyjnego

W budynku wentylacja grawitacyjna.

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

1. Montaż centrali wentylacyjnej z rekuperacją.
2. Montaż nowych kanałów wentylacyjnych.
3. Instalacja automatyki z czasową pracą instalacji.
4. Wykonanie zasilania elektrycznej nagrzewnicy.

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Całkowity wydatek powietrza	m ³ /h	150	292
2	Wentylacja grawitacyjna	m ³ /h	150	0
3	Moc nagrzewnicy	kW	-	1,30
4	Sprawność odzysku ciepła	%	0,00	70,00
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło (uwzględnia odzysk ciepła i czas pracy centrali went.)	GJ/rok	18,37	8,58
6	Roczna oszczędność energii	GJ/rok	9,79	
7	Roczna oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a	1 469,0	
8	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł	50 000,0	
9	SPBT	lata	34,04	

Koszty w oparciu o ofertę lokalnych firm instalacyjnych

Zakres przeprowadzonej modernizacji systemu:			
1	Montaż centrali wentylacyjnej		
2	Montaż kanałów		
3	Montaż zasilania nagrzewnicy		
4	Montaż automatyki		
5	Regulacja układu		
Kalkulacja własna:		razem	50 000,00 zł

7.3.4. Ocena opłacalności zastosowania nowego energooszczędnego oświetlenia wewnętrznego w pomieszczeniach				Przedsięwzięcie		
				oświetlenie		
Dane: Moc opraw elektrycznych oświetlenia wbudowanego na podstawie projektu budowlanego i inwentaryzacji na obiekcie.						
Opis wariantów usprawnienia Modernizacja instalacji elektrycznej. Przystosowanie instalacji i zabezpieczeń do aktualnych wymogów technicznych i prawnych. Wymiana oświetlenia na: a) typu LED w pomieszczeniach biurowych, b) świetlówki LED w pomieszczeniach gospodarczych.						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Oświetlenie pomieszczeń - całkowita moc zainstalowana.	kW	2,4	0,8		
2	Przewidywany czas użytkowania oświetlenia.	h	2 500	2 500		
3	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia,	kWh	5 925	2 000		
4	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia,	GJ	21,3	7,2		
5	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia.	zł/rok	3 200	1 080		
6	Roczna oszczędność energii.	kWh		3 925		
7	Roczna oszczędność energii.	GJ		14,1		
8	Roczna oszczędność kosztów ΔQ_{rok}	zł/rok		2 120		
9	Cena usprawnienia / wymiana opraw N_u	zł		8 000		
10	$SPBT = (N_u)/\Delta Q_{rok}$	lat		3,8		
Podstawa przyjętych wartości N_u Kalkulację przyjęto na podstawie faktur energii elektrycznej. Na podstawie ostatnich faktur: 0,54 zł/kWh						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	8 000,00 zł	SPBT=	3,8	lat

7.3.5. Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej			Przedsięwzięcie	
			instalacja PV	
Montaż na dachu budynku instalacji PV o mocy:			10,0 kWp	
Opis wariantów usprawnienia				
Instalacja obejmuje budowę mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy do 10 kWp.				
Ocena obejmuje montaż instalacji po wykonaniu termomodernizacji wg wariantu nr 1				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Pobór energii elektrycznej	
			przed	po
1	Oświetlenie	kWh	2 000,00	
2	Energia elektryczna w instalacji c.o. (pompa ciepła + energia pomocnicza)	kWh	4 896,12	
3	Energia elektryczna w instalacji c.w.u.	kWh	759,47	
4	Zapotrzebowanie energii	kWh	7 655,59	
		GJ	27,54	
5	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	kWh	-	9 580,80
		GJ	-	34,46
6	Zużycie energii elektrycznej z sieci energetycznej	kWh	7 655,59	-
		GJ	27,54	-
7	Oszczędność energii	kWh	7 656	
		GJ	28	
8	Koszt energii	zł	4 134	0
9	Oszczędność kosztów energii	zł	4 134	
10	Koszt przedsięwzięcia	zł	50 000	
11	SPBT	lata	12,09	
Podstawa przyjętych wartości N ₀				
Cena energii elektrycznej na podstawie faktur:			0,54 zł/kWh	
Wybrany wariant : 1		Koszt :	50 000,00 zł	SPBT= 12,1 lat

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a. określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- b. ocena wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- c. wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skróty określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3. stosuje się skróty

- stropodach - ocieplenie stropodachu wełną mineralną
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian naziemnych styropianem
- ściany zew.podziemne - ocieplenie ścian styropianem wraz z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej
- podłoga - ocieplenie posadzki piwnicy i stropu nad piwnicą styropianem ekstrudowanym
- okna - wymiana stolarki okiennej
- drzwi - wymiana stolarki drzwiowej
- instalacja c.o. i c.w.u. - wymiana źródła ciepła i wykonanie nowej instalacji
- wentylacja - wykonanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu							
	1	2	3	4	5	6	7	8
instal. c.o. + c.w.u.	X	X	X	X	X	X	X	
stropodach	X	X	X	X	X	X		
ściany zewnętrzne + zew. podziemne	X	X	X	X	X			
podłoga	X	X	X	X				
okna	X	X	X					
drzwi	X	X						
wentylacja	X							

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta + Q_{0CW} / \eta$$

$$Q_{11} = w_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$$

$$q_1 = q_{1CO} + Q_{1CW}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12$$

$$O_r = O_{r1} - O_{r0}$$

Nr. war.	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_{CO_0}	η_{CW_0}	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N
	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_{CO_1}	η_{CW_1}	Q_{1CW}	q_{0CW}	Q_1	q_1	O_{1r}		
	GJ	kW	-	-	GJ	kW	GJ	kW	zł		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
stan istn.	192,6	31,1	0,55	0,99	4,83	2,1945	352,6	33,3	25447		
1	37,4	9,4	2,08	1,77	4,83	2,1945	42,2	11,6	6 360	19 086,7	919 840
2	34,0	10,1	2,08	1,77	4,83	2,1945	38,9	12,3	5 856	19 591,3	869 840
3	35,8	8,1	2,08	1,77	4,83	2,1945	40,7	10,3	6 122	19 324,7	851 390
4	50,8	8,3	2,08	1,77	4,83	2,1945	55,7	10,5	8 375	17 072,6	766 390
5	68,5	12,1	2,08	1,77	4,83	2,1945	73,3	14,3	11 033	14 413,9	655 390
6	172,5	25,1	2,08	1,77	4,83	2,1945	177,3	27,3	26 670	-1 222,8	426 807
7	192,6	31,1	2,08	1,77	4,83	2,1945	197,5	33,3	29 704	-4 257,0	306 807

Planowane koszty termomodernizacji obiektu powiększone o koszty dokumentacji:

- Opracowanie dokumentacji technicznej 50 656,82 [zł]
- Opracowanie audytu ex-post: 6 150,00 [zł]

Razem: 56 806,82 [zł]

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Premia termomodernizacyjna [zł]
		[zł]	[zł/rok]	[%]	
1	2	3	4	5	6
1.	Wariant optymalizacyjny 1	919 839,82	19 086,73	88,31	nie dotyczy
2.	Wariant optymalizacyjny 2	869 839,82	19 591,34	89,26	nie dotyczy
3.	Wariant optymalizacyjny 3	851 389,82	19 324,72	88,75	nie dotyczy
4.	Wariant optymalizacyjny 4	766 389,82	17 072,56	84,50	nie dotyczy
5.	Wariant optymalizacyjny 5	655 389,82	14 413,85	79,49	nie dotyczy
6.	Wariant optymalizacyjny 6	426 806,82	-1 222,78	49,99	nie dotyczy
7.	Wariant optymalizacyjny 7	306 806,82	-4 257,00	44,28	nie dotyczy
Wybrany do realizacji wariant optymalizacyjny 1					

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 usprawnienia:

- ocieplenie stropodachu
- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie podłogi i stropu nad piwnicą
- wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
- modernizacja systemu grzewczego i ciepłej wody użytkowej
- usprawnienie wentylacji

Dodatkowo oprócz robót termomodernizacyjnych przewiduje się:		Koszt
1	wymianę oświetlenia wewnętrznego na energoszczędne wraz z dostosowaniem instalacji elektrycznej do aktualnych przepisów bezpieczeństwa i wymogów prawnych.	8 000,00 zł
2	montaż instalacji PV	50 000,00 zł

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie: **88,31%**
2. Planowane dofinansowanie, stanowiące 85% kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi;
3. Środki własne inwestora wyniosą: **146 675,97 zł** , co spełnia oczekiwania Inwestora.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1 Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

Ocieplenie stropodachu wełną mineralną		
1	Powierzchnia wykonania ocieplenia	167,0 [m2]
	Koszt termomodernizacji	120 000,00 [zł]
Ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem		
2	Powierzchnia wykonania ocieplenia	321,0 [m2]
	Koszt termomodernizacji	148 908,00 [zł]
Ocieplenie ścian zewnętrznych podziemnych styropianem		
3	Powierzchnia wykonania ocieplenia	92,0 [m2]
	Koszt termomodernizacji	79 675,00 [zł]
Ocieplenie podłogi styropianem		
4	Powierzchnia wykonania ocieplenia	42,0 [m2]
	Koszt termomodernizacji	26 400,0 [zł]
Ocieplenie stropu nad piwnicą styropianem		
5	Powierzchnia wykonania ocieplenia	141,0 [m2]
	Koszt termomodernizacji	84 600,00 [zł]
Wymiana stolarki okiennej		
6	Powierzchnia przegrody	58,0 [m2]
	Koszt termomodernizacji	85 000,00 [zł]
Wymiana stolarki drzwiowej		
7	Powierzchnia przegrody	4,0 [m2]
	Koszt termomodernizacji	18 450,00 [zł]
Modernizacja instalacji c.o. + c.w.u.		
8	Koszt instalacji	100 000,00 [zł]
	Koszt modernizacji źródła ciepła	150 000,00 [zł]
9	Modernizacja instalacji wentylacji	
	Koszt robót	50 000,00 [zł]
10	Modernizacja instalacji oświetlenia	
	Koszt robót	8 000,00 [zł]
11	Instalacja fotowoltaiki	
	Koszt robót	50 000,00 [zł]
Opracowanie dok. technicznej		
12	dokumentacja projektowa	50 656,82 [zł]
	audyt ex-post	6 150,00 [zł]

8.2 Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	977 839,82 zł
Udział środków własnych inwestora:	146 675,97 zł
Udział dofinansowania	831 163,85 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	-

8.3 Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku o dofinansowanie i podpisanie umowy
2. Zawarcie umowy z Wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród
Załącznik 2	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego
Załącznik 4	Wyniki wyliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła (bez uwzględnienia sprawności instalacji)
Załącznik 5	Obliczenia zapotrzebowania energii na podgrzew cwu

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Lp.	Typ	Opis warst	Grubość m	λ W/m*K	R m ² *k/W	U, ΔU , U_k W/m ² *K
1	stropodach	- papa posypana żwirkiem	0,010	0,180	0,06	U= 0,61 ΔU = 0,00 U= 0,61
		- styropian	0,050	0,040	1,25	
		- warstwa powietrzna	0,080		0,00	
		- strop z płyty kanałowej	0,240	1,33	0,18	
		- tynk cem.-wap.	0,020	0,82	0,02	
		R_i+R_e			0,14	
					1,65	
2	ściany zewewnętrzne	- tynk cem.-wap.	0,015	0,820	0,02	U= 1,47 ΔU = 0,05 U_k = 1,52
		- cegła pełna	0,360	0,770	0,47	
		- tynk cem.-wap.	0,015	0,820	0,02	
		R_i+R_e			0,17	
					0,68	
3	ściany zewewnętrzne piwnica	- tynk cem.-wap.	0,015	0,820	0,02	U= 1,47 ΔU = 0,05 U_k = 1,52
		- cegła pełna	0,360	0,770	0,47	
		- tynk cem.-wap.	0,015	0,820	0,02	
		R_i+R_e			0,17	
					0,68	
4	strop nad piwnicą	- tynk cem.-wap.	0,020	0,820	0,02	U= 0,57 ΔU = 0,00 U= 0,57
		- styropian	0,050	0,040	1,25	
		- strop Akermana	0,220	0,870	0,25	
		- terakota	0,010	1,000	0,01	
		R_g			0,21	
					1,74	
5	podłoga	- płyty okładzinowe, terakota	0,020	1,05	0,02	U= 1,11 ΔU = 0,00 U= 1,11
		- beton zwykły z kruszywa kam.	0,100	1,00	0,10	
		- papa asfaltowa	0,003	0,18	0,01	
		- chudy beton	0,100	1,05	0,10	
		- piasek sredni	0,200	0,40	0,50	
		R_g			0,17	
					0,90	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m ³ /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Kuchnie	1	70	70
2	WC	1	30	30
3	Łazienka	1	50	50
4	Klatki schodowe	8	0,3	2
5	Ilość osób	7	20	140
6	Inne	-	-	-
Ogółem			V_{norm}	292

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania

$$\eta_w = 0,75 \quad \text{kotłownia ekogroszek}$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_p = 0,90$$

3. Sprawność regulacji

$$\eta_e = 0,82$$

4. Sprawność akumulacji

$$\eta_e = 1$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1$$

Całkowita sprawność systemu grzewczego

$$\eta_o = 0,5535$$

Załącznik nr 4

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie (bez uwzględnienia sprawności instalacji)

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	9,4	37,4
2	8,1	34,0
3	8,3	35,8
4	10,1	50,8
5	12,1	68,5
6	25,1	172,5
7	31,1	192,6
stan istniejący	31,1	192,6

Załącznik nr 5

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym

1	Liczba użytkowników	OS =	7 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{OS} =$	0,01 m ³ /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} =$	0,07 m ³ /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 =$	0,004 m ³ /h
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,186 * 1 * (55 - 10) / 10^6$	0,189 GJ/m ³
6	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 =$	2,19 kW
7	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 =$	26 m ³
8	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania cwu	$Q_{cw} =$	4,8 GJ
9	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	756 zł
10	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 4,38 =$	112 zł
11	Sumaryczny koszt roczny cwu		868 zł
12	Średni koszt 1 m ³ cwu		33,97 zł/m ³

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

1	Liczba użytkowników	OS =	7 osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę dla 1 użytkownika	$V_{OS} =$	0,01 m ³ /d
3	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = OS * V_{OS} =$	0,07 m ³ /d
4	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 =$	0,004 m ³ /h
5	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * p * (t_c - t_{zw}) = 4,186 * 1 * (55 - 10) / 10^6$	0,189 GJ/m ³
6	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 =$	2,19 kW
7	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 365 =$	25,55 m ³
8	Zapotrzebowanie na ciepło dla przygotowania cwu	$Q_{cw} =$	4,8 GJ
9	Koszt przygotowanie cwu	$Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	729 zł
10	Koszt wody zimnej	$V_{cw} * 4,38 =$	112 zł
11	Sumaryczny koszt roczny cwu		841 zł
12	Średni koszt 1 m ³ cwu		32,92 zł/m ³