

POWIATOWE CENTRUM USŁUG WSPÓLNYCH W RAWICZU

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego
do realizacji w trybie Ustawy z dnia
21 listopada 2008 r.**

Adres budynku	ulica: Mikołaja Kopernika 4 kod: 63-900 miejscowość: Rawicz gmina: Rawicz powiat: rawicki województwo: wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Wiesław Słomowicz tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 02/R/PCUW/2024

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1. Nazwa		Budynek Użyteczności Publicznej	
		1.2. Rok budowy	
		1928	
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)		1.4. Adres budynku	
Powiat Rawicki Powiatowe Centrum Usług Wspólnych w Rawiczu ul. Mikołaja Kopernika 4 63-900 Rawicz		ul. Mikołaja Kopernika 4 63-900 Rawicz woj. wielkopolskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt			
NOVPOL - Projektowanie i wykonawstwo REGON: 300187992 61-680 Poznań, ul. Jaspisowa 1			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis			
mgr inż. Wiesław Słomowicz, ul. Jaspisowa 3, 61-680 Poznań Lista Ministerstwa Infrastruktury, nr ZAE 219			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
1	Małgorzata Kaszuba	przygotowanie danych do obliczeń zapotrzebowania	
2	mgr inż. Magdalena Słomowicz	sprawdzenie opracowania	
3	mgr inż. Sławosz Słomowicz	obliczenia zapotrzebowania ciepła i mocy	
5. Miejscowość		Data wykonania opracowania	
Poznań		04 listopada 2024 r.	
6. Spis treści			
1. Strona identyfikacyjna			
2. Karta audytu energetycznego			
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			
5. Ocena stanu technicznego budynku			
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
7.-11. 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]	920	920
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	167,12	167,12
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m ²]	167,12	167,12
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,00%	100,00%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	10	10
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kocioł gazowy z zasobnikiem	kocioł gazowy z zasobnikiem i pompą ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł gazowy z zasobnikiem	kocioł gazowy z pompą ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,41	0,41
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m²K)]			
1.	Ściany zewnętrzne gruntu	0,72	0,20
2.	Ściany zewnętrzne	1,17	1,17
3.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	1,79	0,15
4.	Podłoga na gruncie	0,29	0,29
5.	Okna	2,20	0,90
6.	Okna poddasza	2,60	1,40
7.	Drzwi zewnętrzne	2,60	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,91	0,91/3,5
2.	Sprawność przesyłu	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,877	0,877
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,99
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,88	0,88
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,85	0,85/3,5
2.	Sprawność przesyłu	0,70	0,70
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)	grawitacyjna	mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	337	253
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	0,64	0,48

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	22,9	17,4
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,6	0,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	187,5	123,8
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	183,1	94,9
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	5,6	4,3
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	311,68	205,79
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² rok)]	304,35	157,79
10. ¹⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	28,01%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ²⁾ [zł/GJ]	96,28	120,89
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/m ³]	35,89	34,41
4.	Koszt za 1 GJ ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	96,28	119,41
5.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody na m-c ³⁾ [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
6.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	8,79	5,73
7.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	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)]	331,78	182,54
2.	EP - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m ² rok)]	390,42	248,54
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	47,41	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	89,44	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	2,145	
6.	Uniknięta emisja CO ₂ [t CO ₂ /rok]	3,690	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	6 175,00	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji ⁴⁾ [kW]	9,00	

8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2. [zł]	netto 552 942,44	brutto 680 119,20
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾ [zł]	netto 65 040,65	brutto 80 000,00
3.	Udział kosztów (brutto) zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii w łącznych kosztach (brutto) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz zakupu, montażu, budowy lub modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii ⁴⁾	10,52	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK / NIE ⁵⁾	NIE	
5.	Premia termomodernizacyjna ^{6) *)} [zł]	235 636,95	

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)]	70,00
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]	-

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:	
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	

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.

⁷⁾ 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. 1 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. 1 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:

Dokumentacja powykonawcza przebudowy na podstawie projektu z 2001 roku

3.2. Inne dokumenty

Faktury za zużytą energię,
Plan sytuacyjny,
Wykaz przeprowadzonych usprawnień i prac remontowych,
Zestawienie planowanych kosztów termomodernizacji budynków,
Zestawienie dotyczące kosztów eksploatacyjnych obiektu,
Wysokości aktualnych stawek opłat za zużycie 1 GJ ciepła,
Obowiązujące aktualnie przepisy budowlane, normy, katalogi, cenniki lokalnych firm budowlano-
instalacyjnych, materiały Zrzeszenia Audytorów Energetycznych dotyczące przedmiotowego
zagadnienia.

3.3. Osoby udzielające informacji

Pracownicy obiektu.

3.4. Data wizji lokalnej

09.04.2024 r.

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

- uzyskanie parametrów termicznych modernizowanych przegród zgodnie z WT 2021
- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać kwoty: 0,00 zł

3.7. Zadeklarowana maksymalna wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

Kredyt zaciągnięty przez inwestora nie powinien przekraczać kwoty: 800 000,00 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku			
Własność	prywatna	spółdzielcza	<u>powiatowa</u>
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk.-usługowy	<u>biurowy/administracyjny</u>
Osiedle			
Adres	ul. Mikołaja Kopernika 4, 63-900 Rawicz		
Budynek	<u>w zabudowie śródmiejskiej</u> segment w zabudowie szeregowej bliźniak mieszkalny, wielorodzinny		

Rok budowy		1928		Rok zasiedlenia		1928	
Technologia budynku		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	<u>tradycyjna</u>	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:					
1	Powierzchnia zabudowy [m ²]	121,0	11	Liczba klatek schodowych			
2	Kubatura budynku [m ³]	1 566	12	Liczba kondygnacji			
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy [m ³]	920	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]			
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń [m ²]	167,12	14	Liczba użytkowników			
5	Powierzchnia ruchu [m ²]	-	15	Liczba mieszkań			
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-	16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²			
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych : suszarnie, pralnie [m ²]	-	17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²			
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]		18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²			
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	167,12	19	Liczba mieszkań z WC w łazience			
10	Budynek podpiwniczony	częściowo	20	Liczba mieszkań z WC osobno			

4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o dwóch kondygnacjach nadziemnych, z częściowym podpiwniczeniem. Zbudowany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej o grubości 51 cm.

Strop pod nieogrzewanym poddaszem stanowi strop żelbetowy wraz z izolacją pierwotną o średniej grubości 8 cm.

Okna w ogrzewanej części budynku są o średnim stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Okna na poddaszu budynku są o średnim stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Drzwi zewnętrzne w budynku są o średnim stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych
planowanych do termomodernizacji:**

L.p	Opis	Pow. całkow. m^2	Pow. do oblicz. strat ciepła m^2	U $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
1	Ściany zewnętrzne gruntu	32,5	27,9	0,72
2	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	116,3	115,0	1,79
3	Okna	37,5	37,5	2,20
4	Okna poddasza	1,2	1,2	2,60
5	Drzwi zewnętrzne	6,0	6,0	2,60

Ze względu na brak pozwolenia konserwatora zabytków, nie rozpatruje się docieplenia ścian zewnętrznych budynku.

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie ist.
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	q_{moc} [kW] 22,9
2.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 187,5
3.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	[kWh/m ² a] 311,7
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ] 183,1
5.	Taryfa opłat (z VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) - co miesięcznie	zł/MW 0,00
	opłata zmienna	zł/GJ 96,28
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 0,00
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) - cwu miesięcznie	zł/MW 0,00
	cena ciepła na przygotowanie c.w.u.	zł/GJ 96,28
	cena energii elektrycznej	zł/GJ 341,67

4.d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Sposób ogrzewania	Ciepło dostarczane z kotła gazowego. Instalacja dwuprzewodowa z rozdziałem dolnym
2.	Parametry pracy instalacji	70/55
3.	Przewody w instalacji	drożne
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe oraz płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	częściowe
6.	Zawory termostatyczne	tak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_{H,g}= 0,91$ $\eta_{H,d}= 0,96$ $\eta_{H,e}= 0,877$ $\eta_{H,s}= 1,00$ $\eta= 0,766$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	Ogrzewanie z osłabieniem nocnym i weekendowym
9.	Modernizacja instalacji	-

4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana w kotle gazowym z zasobnikiem
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.f. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	337

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest średni. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

5.2. System grzewczy

Budynek zasilany z kotłowni gazowej zlokalizowanej w budynku. Istniejąca wewnętrzna instalacja c.o. reaguje w sposób zadowalający na zmiany temperatury zewnętrznej. Sieć przewodów rozprowadzających w średnim stanie. Istniejące grzejniki charakteryzują się średnią sprawnością wykorzystania ciepła. Istniejące zawory termostacyjne umożliwiają indywidualną regulację temperatury w poszczególnych pomieszczeniach.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda przygotowywana jest w kotle gazowym z zasobnikiem.

5.4 System wentylacji

Wentylacja grawitacyjna.

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

Lp.	Charakterystyka przed modernizacją	Charakterystyka stanu po modernizacji
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne:</u> - wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K] Ściany zewnętrzne gruntu $U = 0,72$ Strop pod nieogrzewanym poddaszem $U = 1,79$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $U \leq 0,20 W/m^2K$ - dla stropu pod nieogrzewanym poddaszem $U \leq 0,15 W/m^2K$
2	<u>Okna w budynku</u> są w średnim stanie technicznym, o współczynniku $U = 2,20$	Wymiana okien w budynku
3	<u>Okna na poddaszu</u> są w średnim stanie technicznym, o współczynniku $U = 2,60$	Wymiana okien na poddaszu budynku
4	<u>Drzwi zewnętrzne</u> są w średnim stanie technicznym, o współczynniku $U = 2,60$	Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku
5	<u>Wentylacja grawitacyjna</u> - W pomieszczeniach występuje nadmierny napływ powietrza zewnętrznego przez nieszczelności w oknach i drzwiach zewnętrznych budynku	Wymiana okien i drzwi, zamontowanie wentylacji mechanicznej, z odzyskiem ciepła
6	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> - cwu przygotowywana jest w kotle z zasobnikiem	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej
7	<u>System grzewczy</u> - kotłownia gazowa	Modernizacja systemu ogrzewania

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne gruntu	Ocieplenie ścian - metoda ETICS - styropian
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem - wełna mineralna
3.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien w budynku
4.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna na poddaszu budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien na poddaszu budynku
5.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne w budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku
6.	Modernizacja systemu wentylacyjnego	Zamontowanie wentylacji mechanicznej z zastosowaniem odzysku ciepła z wywiewanego powietrza.
7.	Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Planuje się montaż pompy ciepła, która będzie wspomagała pracę kotłowni przy przygotowaniu ciepłej wody użytkowej, montaż nowej instalacji wraz z izolacją
8.	Modernizacja systemu grzewczego	Planuje się montaż pompy ciepła wspomagającej pracę istniejącej kotłowni, budowa nowej wewnętrznej instalacji grzewczej niskoparametrowej (55/45°C) wraz z grzejnikami z zaworami termostatycznymi

6.2. 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 drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jedn.
t_{w01} - pomieszczenia ogrzewane	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{w02} - grunt przy ścianach zewn. piwnicy	2,5	2,5	$^{\circ}\text{C}$
t_{w03} - poddasze nieogrzewane	-14,2	-14,2	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d dla t_{w01}	3 870	3 870	dzień·K·a
S_d dla t_{w02}	2 518	2 518	dzień·K·a
S_d dla t_{w03}	2 815	2 815	dzień·K·a
O_{0m} , O_{lm} , ogrzewanie	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
O_{0z} , O_{lz} , ogrzewanie	96,28	96,28	zł/GJ
O_{0m} , O_{lm} , ciepła woda	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
O_{0z} , O_{lz} , ciepła woda	96,28	96,28	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1} ,	0,00	0,00	zł/m-c
O_{0z} , O_{lz} , c.o. i c.w.u. z kotłowni	-	96,28	zł/GJ
O_{0z} , O_{lz} , pompa ciepła (energia z PV)	-		zł/GJ
O_{0z} , O_{lz} , pompa ciepła (energia z sieci elektroenergetycznej)	-	341,67	zł/GJ

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne gruntu		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 27,9 m ² A_{koszt} = 32,5 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu XPS 033 o współczynniku przewodności λ= 0,033 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości przenikania wynikające z WT 2021 - U _{max} =0,20 W/m ² K						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,64	4,24	4,85
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,39	5,02	5,63	6,23
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	4,4	1,2	1,1	1,0
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z}) + +12(y ₀ ·q _{0U} ·O _{0m} - y ₁ ·q _{1U} ·O _{1m}) + 12(Δb ₀ - Δb ₁)	zł/a		306	318	328
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		1150,00	1225,00	1300,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		37 375	39 813	42 250
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		122,32	125,16	128,74
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	0,72	0,20	0,18	0,16
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen na rynku lokalnym.						
Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.						
W cenie jednostkowej mieszczą się:						
-naprawa ścian i przygotowanie podłoża pod ocieplenie						
-wszystkie elementy systemu ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi						
Ściany poniżej poziomu terenu zabezpieczyć przeciwwilgociowo.						
Wybrany wariant: 1		Koszt	37 375,00 zł	SPBT=	122,32 lat	

6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 115,0 m ² A_{koszt} = 116,3 m ²		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ= 0,049 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości przenikania wynikające z WT 2021 - U _{max} =0,15 W/m ² K wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,30	0,32	0,34
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		6,12	6,53	6,94
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,56	6,68	7,09	7,50
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	50,1	4,2	3,9	3,7
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0070	0,0006	0,0006	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z}) + +12(y ₀ ·q _{0U} ·O _{0m} - y ₁ ·q _{1U} ·O _{1m}) + 12(Ab ₀ - Ab ₁)	zł/a		4 417	4 440	4 461
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		1250,00	1305,00	1360,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		145 375	151 772	158 168
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		32,91	34,18	35,45
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,79	0,15	0,14	0,13
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu. Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia (w tym prace i materiały pomocnicze zabezpieczające izolację przed zawilgoceniem - naprawa dachu) Wykonanie pomostów komunikacyjnych.						
Wybrany wariant: 1		Koszt	145 375,00 zł	SPBT=	32,91 lat	

6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie	
					Wymiana okien budynku	
<div>Dane: pow. starych okien: $A_{ok1} = 37,5 \text{ m}^2$ pow. do wymiany: $A_{ok2} = 37,5 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 250 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę okien starych na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U: wariant 1: $U = 0,9$ wariant 2: $U = 0,8$ wariant 3: $U = 0,7$</div>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$	2,2	0,9	0,8	0,7
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	27,6	11,3	10,0	8,8
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	31,3	28,4	28,4	28,4
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	58,9	39,7	38,5	37,2
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0031	0,0013	0,0011	0,0010
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0039	0,0032	0,0032	0,0032
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0070	0,0045	0,0043	0,0042
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		1 843	1 964	2 085
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		168 750	185 625	202 500
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		91,60	94,50	97,10
<div>Podstawa przyjętych wartości N_U</div> <div>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m^2 wg cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych okien. Koszt modernizacji: wariant 1: wymiana $37,5 \text{ m}^2 \cdot 4500 \text{ zł/m}^2 = 168\,750 \text{ zł}$ wariant 2: wymiana $37,5 \text{ m}^2 \cdot 4950 \text{ zł/m}^2 = 185\,625 \text{ zł}$ wariant 3: wymiana $37,5 \text{ m}^2 \cdot 5400 \text{ zł/m}^2 = 202\,500 \text{ zł}$</div>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 168 750,00 zł		SPBT= 91,60 lat		

6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien na poddaszu		
<div>Dane: pow. starych okien: $A_{ok1} = 1,2 \text{ m}^2$ pow. do wymiany: $A_{ok2} = 1,2 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę okien starych na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U: wariant 1: $U = 1,4$ wariant 2: $U = 1,3$ wariant 3: $U = 1,2$</div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² ·K	2,6	1,4	1,3	1,2
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,1	1,00	1,00
		C_m	-	1,2	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	0,8	0,4	0,4	0,4
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	1,8	1,7	1,7	1,7
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	2,6	2,1	2,0	2,0
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		50	53	55
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		4 680	5 220	5 760
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		94,20	99,30	104,00
<div>Podstawa przyjętych wartości N_U</div> <div>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m² wg cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych okien. Koszt modernizacji: wariant 1: wymiana $1,2 \text{ m}^2 \cdot 3900 \text{ zł/m}^2 = 4\,680 \text{ zł}$ wariant 2: wymiana $1,2 \text{ m}^2 \cdot 4350 \text{ zł/m}^2 = 5\,220 \text{ zł}$ wariant 3: wymiana $1,2 \text{ m}^2 \cdot 4800 \text{ zł/m}^2 = 5\,760 \text{ zł}$</div>						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	4 680,00 zł	SPBT=	94,20	lat

6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
<div>Dane: pow. starych drzwi: $A_{ok1} = 6,0 \text{ m}^2$ pow. do wymiany: $A_{ok2} = 6,0 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 70 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi starych na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U:</div> <div><div>wariant 1: $U = 1,3$</div><div>wariant 2: $U = 1,2$</div><div>wariant 3: $U = 1,1$</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	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	5,2	2,6	2,4	2,2
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	9,6	8,0	8,0	8,0
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	14,8	10,6	10,4	10,2
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0006	0,0003	0,0003	0,0003
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0013	0,0009	0,0009	0,0009
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0019	0,0012	0,0012	0,0012
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		404	424	443
10	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		37 200	40 500	43 800
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		92,00	95,60	98,90
<div>Podstawa przyjętych wartości N_u</div> <div>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m² wg cen na rynku lokalnym.</div> <div>Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych drzwi zewnętrznych.</div> <div>Koszt modernizacji:</div> <div><div>wariant 1: wymiana</div><div>6,0 m² * 6200 zł/m² = 37 200 zł</div></div> <div><div>wariant 2: wymiana</div><div>6,0 m² * 6750 zł/m² = 40 500 zł</div></div> <div><div>wariant 3: wymiana</div><div>6,0 m² * 7300 zł/m² = 43 800 zł</div></div>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 37 200,00 zł		SPBT= 92,00 lat		

6.2.6. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie cwu

Dane: $q_{ocw} =$ 0,6 kW - stan istn. 0,6 kW - stan po modern.
 $Q_{ocw} =$ 2,8 GJ bez uwzględniania sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

Przyjęto następujące składniki sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej:

1. $\eta_{w,g}$ średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku
2. $\eta_{w,d}$ średnia sezonowa sprawność transportu ciepłej wody w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią)
3. $\eta_{w,s}$ średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią)
4. $\eta_{w,e}$ średnia sezonowa sprawność wykorzystania

Dla omawianego budynku powyższe sprawności w stanie istniejącym wynoszą odpowiednio:

$\eta_{w,g} = 0,85$ Kocioł kondensacyjny
 $\eta_{w,d} = 0,70$ Centralne przygotowanie ciepłej wody - system z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
 $\eta_{w,s} = 0,85$ Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005 r.
 $\eta_{w,e} = 1,00$ Przyjmuje się 1,0

Opis modernizacji:

Planuje się montaż pompy ciepła, która będzie wspomagała pracę kotłowni przy przygotowaniu ciepłej wody użytkowej, montaż nowej instalacji wraz z izolacją

Po modernizacji sprawności wyniosą odpowiednio:

$\eta_{w,g1} = 0,85$ Kocioł kondensacyjny
 $\eta_{w,g2} = 3,50$ Pompa ciepła
 $\eta_{w,d} = 0,70$ Centralne przygotowanie ciepłej wody - system z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
 $\eta_{w,s} = 0,85$ Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005 r.
 $\eta_{w,e} = 1,00$ Przyjmuje się 1,0

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	5,6	3,9	0,4
2.	Zapotrzebowanie mocy	kW	0,6	0,6	
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	536,43	514,20	
	Oszczędność	zł/a		22,24	
4.	Koszt modernizacji	zł		42 739,20	
5.	SPBT	lata		1922,11	

Koszty przyjęto wg cen na rynku lokalnym.

KOSZT	42 739,20 zł	SPBT	1922,11 lat
--------------	--------------	-------------	-------------

6.2.7. Ocena opłacalności i opis wariantu przedsięwzięcia polegającego na poprawie systemu wentylacji.			Przedsięwzięcie	
			Zastąpienie istniejącej wentylacji grawitacyjnej systemem wentylacji mechanicznej z zastosowaniem odzysku ciepła	
Strumień powietrza zewnętrznego			$V_{nom}= \Psi =$	337 m ³ /h
Strumień zredukowany ($r_n = 0,75$)			$V_{sr.}= \Psi =$	253 m ³ /h
			$C_w=$	1,0
Opis usprawnienia:				
Budynek będzie wentylowany liniami: nawiewną oraz wywiewną z uwagi na zastosowanie centrali wentylacyjnych z wymiennikami ciepła, które będą miały za zadanie odzyskiwanie energii (min. 30 % odzysk ciepła).				
Ilość powietrza nawiewanego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, przyjęto dla budynku użyteczności publicznej ($0,56 \cdot 10^{-3}$ [m ³ /sm ²])				
Uśredniony strumień powietrza wentylacyjnego po modernizacji przyjęto przy założeniu automatycznej regulacji strumienia $r_n = 0,75$				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja mechaniczna po modernizacji
1	Współczynnik przenikania okien nowych U	W/m ² K	0,90	0,90
2	Współczynniki korekcyjne dla stolarki	C_r	1,00	1,00
		C_m	1,00	1,00
3	$Q=2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V \cdot S_d$	GJ/a	28,8	20,2
4	$q=3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,003	0,003
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rOK} + \Delta O_{rW}= (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) +$ $+12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		832
6	Koszt wymiany okien i drzwi N_{ok}	zł		-
7	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		110 000,00
8	$SPBT = (N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$	lata		132,20
Podstawa przyjętych wartości N_u				
Przyjęto wartość modernizacji wentylacji wg cen na rynku lokalnym.				
Koszt modernizacji: 110 000 zł				
Uwaga.				
Średnią wartość przepływu powietrza wyliczono zakładając maksymalne natężenie przepływu w godzinach pracy budynku oraz obniżone występujące w pozostałych godzinach.				
Nastąpiło również zmniejszenie ilości energii po modernizacji z uwagi na wstępne podgrzanie powietrza wentylacyjnego nawiewanego, powietrzem wywiewanym z pomieszczeń ogrzewanych, za pomocą systemu odzysku ciepła.				
Wybrany wariant : 1		Koszt :	110 000 zł	SPBT= 132,20 lat

6.2.8. 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	Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	42 739,20	1922,11
2	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	145 375,00	32,91
3	Wymiana okien w częściach ogrzewanych	168 750,00	91,60
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	37 200,00	92,00
5	Wymiana okien na poddaszu budynku	4 680,00	94,20
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu	37 375,00	122,32
7	Zastąpienie istniejącej wentylacji grawitacyjnej systemem wentylacji mechanicznej z zastosowaniem odzysku ciepła	110 000,00	132,20

UWAGA: ze względu na specyfikę planowanych robót, rozpatruje się jednoczesną modernizację systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

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

Dane: $Q_{0co} = 187,50 \text{ GJ/a}$ $w_{t0} = 0,85$ $w_{d0} = 0,88$ $\eta_0 = 0,766$
 $q_{0co} = 22,90 \text{ kW}$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego:

Planuje się montaż pompy ciepła wspomagającej pracę istniejącej kotłowni, budowa nowej wewnętrznej instalacji grzewczej niskoparametrowej (55/45°C) wraz z grzejnikami z zaworami termostatycznymi

$$\Delta O_{rco} = (x_0 \cdot w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{0z} / \eta_0 - x_1 \cdot c_{wt1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{0co} \cdot O_{1z} / \eta_1) + 12(y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$$

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła (kotłownia) - bez zmiany	$\eta_{H,g} = 0,91$	$\eta_{H,g} = 0,91$
2	wytwarzanie ciepła (pompa ciepła)	$\eta_{H,g} = -$	$\eta_{H,g} = 3,50$
3	przesyłanie ciepła - bez zmiany	$\eta_{H,d} = 0,96$	$\eta_{H,d} = 0,96$
4	regulacja i wykorzystanie - bez zmiany	$\eta_{H,e} = 0,877$	$\eta_{H,e} = 0,877$
5	akumulacja ciepła - zmiana	$\eta_{H,s} = 1,00$	$\eta_{H,s} = 0,99$
6	sprawność całkowita systemu (kotłownia)	$\eta_{H,tot} = 0,766$	$\eta_{H,tot} = 0,759$
7	sprawność całkowita systemu (pompa ciepła)	$\eta_{H,tot} = -$	$\eta_{H,tot} = 2,918$
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - z osłabieniem weekendowym - bez zmiany	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
9	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - z osłabieniem nocnym - bez zmiany	$w_d = 0,88$	$w_d = 0,88$
10	Energia końcowa wytworzona w kotłowni GJ/a:	$Qk_{ist,W} = 183,09$	$Qk_{pm,W} = 129,35$
11	Energia końcowa wytworzona pompą ciepła GJ/a:	$Qk_{ist,PC} = 0,00$	$Qk_{pm,PC} = 14,42$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.	
1	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot}$	-	0,766	0,759	2,918
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,85	0,85	
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	0,88	0,88	
4	Koszt ogrzewania	zł/a	17 628,29	17 380,19	
5	Oszczędność kosztów	zł/a		248	
6	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		134 000,00	
7	SPBT	lata		540,1	

Koszty przyjęto wg cen na rynku lokalnym.

Koszt :	134 000,00 zł	SPBT= 540,1 lat
----------------	----------------------	------------------------

6.3. Wybór optymalnego wariantu

Niniejszy rozdział obejmuje określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych, ocenę tych wariantów pod względem spełnienia wymagań ustawowych i wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

6.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Nr wariantu	Zakres
1	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Wymiana okien w częściach ogrzewanych, Wymiana drzwi zewnętrznych, Wymiana okien na poddaszu, Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu, Zastąpienie istniejącej wentylacji grawitacyjnej systemem wentylacji mechanicznej z zastosowaniem odzysku ciepła
2	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Wymiana okien w częściach ogrzewanych, Wymiana drzwi zewnętrznych, Wymiana okien na poddaszu, Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu
3	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Wymiana okien w częściach ogrzewanych, Wymiana drzwi zewnętrznych, Wymiana okien na poddaszu
4	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Wymiana okien w częściach ogrzewanych, Wymiana drzwi zewnętrznych
5	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Wymiana okien w częściach ogrzewanych
6	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
7	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej

UWAGA: ze względu na specyfikę planowanych robót, rozpatruje się jednoczesną modernizację systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

6.3.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta_0 + Q_{0CW}$$

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

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

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

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

$$O_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

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

Nr. war.	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_0		Q_{k0CO}		Q_{0CW}		q_{0CW}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N
	Q_{1CO}	q_{1CO}	-	-	GJ	GJ	GJ	GJ	kW	GJ	kW	zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	187,50	22,90	0,766		183,09		5,57		0,59	188,67	23,49	18 165,00		
1	123,80	17,40	0,759	2,918	85,40	9,52	3,90	0,41	0,59	99,23	17,99	11 990,00	6 175,00	760 119,20
2	130,90	17,50	0,759	2,918	90,30	10,07	3,90	0,41	0,59	104,67	18,09	12 648,00	5 517,00	650 119,20
3	132,10	17,60	0,759	2,918	91,13	10,16	3,90	0,41	0,59	105,59	18,19	12 759,00	5 406,00	612 744,20
4	132,60	17,60	0,759	2,918	91,47	10,20	3,90	0,41	0,59	105,98	18,19	12 805,00	5 360,00	608 064,20
5	135,70	17,90	0,759	2,918	93,61	10,44	3,90	0,41	0,59	108,35	18,49	13 093,00	5 072,00	570 864,20
6	150,70	19,20	0,759	2,918	103,96	11,59	3,90	0,41	0,59	119,86	19,79	14 483,00	3 682,00	402 114,20
7	187,50	22,90	0,759	2,918	129,35	14,42	3,90	0,41	0,59	148,07	23,49	17 894,00	271,00	256 739,20

Uwaga: Współczynnik $w_0 = w_t \times w_d = 0,85 \times 0,88 = 0,748$ dla stanu istniejącego

Współczynnik $w_0 = w_t \times w_d = 0,85 \times 0,88 = 0,748$ dla pozostałych wariantów

Ilość energii produkowanej przy użyciu kotłowni na potrzeby ogrzewania: 70%
 Ilość energii produkowanej przy użyciu pompy ciepła na potrzeby ogrzewania: 30%
 Ilość energii produkowanej przy użyciu kotłowni na potrzeby ciepłej wody: 70%
 Ilość energii produkowanej przy użyciu pompy ciepła na potrzeby ciepłej wody: 30%

Do nakładów inwestycyjnych doliczono:

-Koszty związane z przygotowaniem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego między innymi: audyt, dokumentacja projektowa, kosztorysowa w wysokości 80.000 zł.

6.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię z uwzględnieniem sprawności całkowitej [%]	Premia termomodernizacyjna [zł]
1	2	3	4	5	6
1	WARIANT 1	760 119,20	6 175,00	47,41	235 636,95
2	WARIANT 2	650 119,20	5 517,00	44,52	201 536,95
3	WARIANT 3	612 744,20	5 406,00	44,03	189 950,70
4	WARIANT 4	608 064,20	5 360,00	43,83	188 499,90
5	WARIANT 5	570 864,20	5 072,00	42,57	176 967,90
6	WARIANT 6	402 114,20	3 682,00	36,47	124 655,40
7	WARIANT 7	256 739,20	271,00	21,52	79 589,15

6.3.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem

Wymiana okien w częściach ogrzewanych

Wymiana drzwi zewnętrznych

Wymiana okien na poddaszu budynku

Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu

Zastąpienie istniejącej wentylacji grawitacyjnej systemem wentylacji mechanicznej z zastosowaniem odzysku ciepła

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 47,41 %, czyli powyżej 25%;
2. Planowany kredyt, stanowiący 100,00 % kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi;
3. Środki własne inwestora wyniosą 00,00 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;
4. Premia termomodernizacyjna stanowi 31 % kosztów całkowitych.

7. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

7.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Zmodernizować system grzewczy budynku poprzez: montaż powietrznej pompy ciepła wspomagającej pracę istniejącej kotłowni (planuje się 30% udział pompy w całkowitej, rocznej produkcji ciepła na potrzeby ogrzewania), budowę nowej wewnętrznej instalacji grzewczej niskoparametrowej (55/45°C) wraz z grzejnikami z zaworami termostatycznymi.
Zmodernizować instalację ciepłej wody użytkowej poprzez: montaż powietrznej pompy ciepła, wspomagającej produkcję ciepłej wody użytkowej (planuje się 30% udział pompy w całkowitej, rocznej produkcji ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody), montaż nowej instalacji wraz z izolacją.
Proponowana moc pompy ciepła: 9 kW. W kosztach uwzględniono przygotowanie pomieszczenia na pompę ciepła z oprzyrządowaniem.
Koszt wykonania: 176 739,20 zł
2. Docieplić strop pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną. Wykonać niezbędne prace umożliwiające wykonanie docieplenia oraz prace zabezpieczające ocieplenie przed zawilgoceniem (remont dachu) oraz wykonać pomosty komunikacyjne. Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne rozłożenie ocieplenia na całej powierzchni stropu i wyeliminowanie mostków termicznych. Zastosować wełnę mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda_{\max}=0,049$ W/mK. Grubość izolacji: 30 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego przegrody.
Koszt wykonania: 145 375,00 zł
3. Wymienić okna w budynku na nowe, szczelniejsze okna o współczynniku przenikania ciepła $U_{\max}=0,9$ W/m²K. Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta okien.
Koszt wykonania: 168 750,00 zł
4. Wymienić drzwi zewnętrzne w budynku na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U_{\max}=1,3$ W/m²K. Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta drzwi.
Koszt wykonania: 37 200,00 zł
5. Wymienić okna na poddaszu budynku na nowe, szczelniejsze okna o współczynniku przenikania ciepła $U_{\max}=1,4$ W/m²K. Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta okien.
Koszt wykonania: 4 680,00 zł
6. Docieplić ściany zewnętrzne gruntu styropianem. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową oraz instrukcją I.T.B. dotyczącą bezspoinowego systemu ociepleń przy użyciu styropianu. Przed nałożeniem ocieplenia, ściany poniżej poziomu terenu zabezpieczyć przeciwwilgociowo. Zastosować izolację o współczynniku przewodzenia $\lambda_{\max}=0,033$ W/mK i grubości 12 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.
Koszt wykonania: 37 375,00 zł

7. Wykonać system wentylacji mechanicznej (zastępując wentylację grawitacyjną), z odzyskiem ciepła i regulacją strumienia powietrza zewnętrznego. Budynek wentylowany będzie liniami nawiewnymi oraz wywiewnymi z uwagi na zastosowanie central wentylacyjnych z wymiennikami ciepła, które będą miały za zadanie odzyskiwanie energii z powietrza wywiewanego. Zastosować wymienniki ze sprawnością odzysku ciepła min. 30%.

Koszt wykonania: 110 000,00 zł

Do powyższych kwot należy doliczyć koszty związane z przygotowaniem przedsięwzięcia m.in.: audyt, dokumentacja projektowa, kosztorysowa, ekspertyza ornitologiczna i chiropterologiczna, ekspertyza mykologiczno-budowlana, nadzór inwestorski,...

Koszt wykonania: 80 000,00 zł

Uwaga: W ramach planowanej inwestycji należy uszczelnić ściany zewnętrzne poprzez usunięcie spękań oraz wypełnienie brakujących spoin.

8. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	760 119,20 zł
Udział środków własnych inwestora:	0,00 zł
Kredyt bankowy:	760 119,20 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	235 636,95 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	123,1 lat

9. Dalsze działania

W celu efektywnego zrealizowania określonych wyżej przedsięwzięć termomodernizacyjnych konieczne jest wykonanie następujących czynności:

1. Wybór źródła finansowania przedsięwzięcia.
2. Zarezerwowanie przez Inwestora środków na realizację termomodernizacji w wysokości określonej przez twórców programu z których to środków będzie realizowana inwestycja.
3. Przygotowanie i złożenie aplikacji oraz przeprowadzenie postępowania umożliwiającego pozyskania środków finansowych.
4. Przygotowanie projektu modernizacji.
5. Przeprowadzenie przetargu na wykonanie robót.
6. Realizacja robót przy zapewnieniu odpowiedniego nadzoru i odbioru technicznego.
7. Przeprowadzenie obserwacji i oceny rezultatów przeprowadzonej termomodernizacji.

10. Klauzule i zastrzeżenia

1. Przedmiot i cel wykonania audytu oraz jego zakres określił Zleceniodawca.
2. Niniejszy audyt nie może być wykorzystany w innym celu niż określony w opracowaniu.
3. Niniejsze opracowanie nie może być traktowane jako ekspertyza techniczna.
4. Informacje udzielone przez Inwestora zostały przyjęte w dobrej wierze przez autorów opracowania.
5. W przypadku powstania wątpliwości należy zwrócić się do autorów opracowania o dodatkowe informacje.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród

Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego

Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu

Załącznik 4 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Załącznik 6 Obliczenia energii końcowej, pierwotnej i emisji CO₂

Załącznik 7 Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Załącznik nr 1**Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)**

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m*K	R m ² *K/W	U W/m ² *K
1	ściany zewewnętrzne gruntu	- tynk	0,02	0,82	0,02	
		- cegła ceram. pełna	0,51	0,77	0,66	
		- równoważny opór gruntu			0,70	
					1,39	U = 0,72
2	ściany zewewnętrzne	- tynk	0,02	0,82	0,02	
		- cegła ceram. pełna	0,51	0,77	0,66	
		$R_i + R_e$			0,17	
					0,86	U = 1,17
3	strop pod nieogrzewanym poddaszem	- izolacja pierwotna	0,08	0,40	0,20	
		- strop żelbetowy	0,20	1,70	0,12	
		- tynk	0,03	0,82	0,04	
		$R_i + R_e$			0,20	
					0,56	U = 1,79
4	podłoga na gruncie	- warstwa posadzkowa	0,02	0,20	0,10	
		- gładź cementowa	0,06	1,00	0,06	
		- papa	0,005	0,18	0,03	
		- gruzobeton	0,20	1,00	0,20	
		- piasek	0,40	0,40	1,00	
		- równoważny opór gruntu			2,00	
					3,39	U = 0,29

Załącznik nr 2**Określenie średniej sezonowej sprawności całkowitej systemu grzewczego w stanie istniejącym:****1. Średnia sezonowa sprawność wytwarzania**

$\eta_{H,g} = 0,91$ Kotły gazowe kondensacyjne do 50 kW

2. Średnia sezonowa sprawność przesyłu

$\eta_{H,d} = 0,96$ Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych

3. Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania

$\eta_{H,e} = 0,877$

$\eta_{H,e} = \eta_{H,e}' + 0,03 * X - 0,03$

gdzie:

$\eta_{H,e}'$ - obliczeniowa średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania

X - stosunek sumy mocy cieplnej grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych do sumy mocy cieplnej wszystkich grzejników w systemie ogrzewczym (stosunek liczony dla grzejników płytowych oraz członowych; w pozostałych przypadkach przyjmuje się, że X równe jest 1,00)

$\eta_{H,e1}' = 0,88$ Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K.

$X = 0,911 = Q_z / Q$

$Q_z = 26,8$ moc cieplna grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych (kW)

$Q = 29,4$ moc cieplna wszystkich grzejników w systemie ogrzewczym (kW)

4. Średnia sezonowa sprawność akumulacji

$\eta_{H,s} = 1,00$ System ogrzewczy bez zbiornika buforowego

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$w_t = 0,85$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$w_d = 0,88$

7. Obliczenie średniej sezonowej sprawności całkowitej systemu grzewczego:

$\eta_{0H,tot} =$	$\eta_{H,g} * \eta_{H,d} * \eta_{H,e} * \eta_{H,s}$
$\eta_0 =$	0,766

Załącznik nr 3

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

Charakterystyka systemu	Jednostka	Użyteczności - stan istniejący	Usługi - stan istniejący	Użyteczności - stan po modernizacji
1	2	3	4	5
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*K	4,19	4,19	4,19
gęstość wody ρ_w	kg/m ³	1000	1000	1000
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,35	0,60	0,35
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) A_f	m ²	167,12	0,00	167,12
obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej θ_w	°C	55	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10	10
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,70	0,78	0,70
liczba dni w roku	dzień	365	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/3600$	kWh/rok	783	0	783
średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{h\text{śred.}}$	m ³ /h	0,003	0,000	0,003
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q_{wj}	GJ/m ³	0,373	0,373	0,373
średnia moc cieplna $q_w=V_{h\text{śred.}}*Q_{wj}*278=$	kW	0,6	0,0	0,6
średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$	-	0,85	0,85	0,85
średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$ (pompa ciepła)	-	-	-	3,50
średnia roczna sprawność przesyłu ciepła $\eta_{W,d}$	-	0,70	0,70	0,70
średnia roczna sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	-	0,85	0,85	0,85
średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła $\eta_{W,e}$	-	1,00	1,00	1,00
energia użytkowa	GJ/rok	2,8	0,0	2,8
energia końcowa	GJ/rok	5,6	0,0	3,9
energia końcowa (pompa ciepła)	GJ/rok	-	-	0,4

Dla omawianego budynku przyjęto współczynniki sprawności zgodnie z poniższymi założeniami:

Stan istniejący	$\eta_{W,g}$	Kocioł kondensacyjny
	$\eta_{W,d}$	Centralne przygotowanie ciepłej wody - system z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
	$\eta_{W,s}$	Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005 r.
	$\eta_{W,e}$	Przyjmuje się 1,0
Stan po modern.	$\eta_{W,g}$	Kotłownia / pompa ciepła
	$\eta_{W,d}$	Centralne przygotowanie ciepłej wody - system z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
	$\eta_{W,s}$	Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005 r.
	$\eta_{W,e}$	Przyjmuje się 1,0

Załącznik nr 4**Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego****STAN ISTNIEJĄCY:**

Lp.	Rodzaj pomieszczenia ogrzewanego	Ilość, m ³ /sm ²	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4
1	Użyteczności publicznej Wentylacja grawitacyjna	0,56 * 10 ⁻³	337
Ogółem $\Psi =$			337

STAN PO MODERNIZACJI:

Lp.	Rodzaj pomieszczenia ogrzewanego	Ilość, m ³ /sm ²	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4
1	Użyteczności publicznej Wentylacja mechaniczna z regulacją przepływu (r _n = 0,75)	0,56 * 10 ⁻³	253
Ogółem $\Psi =$			253

Kubatura wentylowana budynku

530m³

Załącznik nr 5**Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu OZC**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	ciepła Q_H , GJ/a	mocy cieplnej, kW
1	123,8	17,4
2	130,9	17,5
3	132,1	17,6
4	132,6	17,6
5	135,7	17,9
6	150,7	19,2
7	187,5	22,9
stan istniejący	187,5	22,9

Załącznik nr 6

Obliczenia energii końcowej, pierwotnej i emisji dwutlenku węgla - **STAN ISTNIEJĄCY**

opis		jedn.	przed modernizacją: kotłownia
roczne zapotrzebowanie na energię końcową	ogrzewanie	GJ/rok	183,1
	ciepła woda	GJ/rok	5,6
	energia pomocnicza na ogrzewanie	GJ/rok	1,2
	energia pomocnicza na cwu	GJ/rok	0,8
	oświetlenie	GJ/rok	9,0
	RAZEM	GJ/rok	199,6
	ogrzewanie	kWh/rok	50 859
	ciepła woda	kWh/rok	1 548
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	333
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	217
	oświetlenie	kWh/rok	2 490
	RAZEM	kWh/rok	55 447
energia finalna	ogrzewanie	toe/rok	4,37
	ciepła woda	toe/rok	0,13
	energia pomocnicza na ogrzewanie	toe/rok	0,03
	energia pomocnicza na cwu	toe/rok	0,02
	oświetlenie	toe/rok	0,21
	RAZEM	toe/rok	4,77
nośnik energii	ogrzewanie	-	kocioł gazowy
	ciepła woda	-	kocioł gazowy
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	sieć elektroenergetyczna
	energia pomocnicza na cwu	-	sieć elektroenergetyczna
	oświetlenie	-	sieć elektroenergetyczna
współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	ogrzewanie	-	1,1
	ciepła woda	-	1,1
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	2,5
	energia pomocnicza na cwu	-	2,5
	oświetlenie	-	2,5
roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną	ogrzewanie	GJ/rok	201,4
	ciepła woda	GJ/rok	6,1
	ogrzewanie	kWh/rok	55 945
	ciepła woda	kWh/rok	1 702
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	833
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	543
	oświetlenie	kWh/rok	6 225
	RAZEM	kWh/rok	65 248
wskaźnik emisji CO ₂	ogrzewanie	kg/GJ	55,47
	ciepła woda	kg/GJ	55,47
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kg/kWh	0,685
	energia pomocnicza na cwu	kg/kWh	0,685
	oświetlenie	kg/kWh	0,685
emisja CO ₂	ogrzewanie	tony/rok	10,16
	ciepła woda	tony/rok	0,31
	energia pomocnicza na ogrzewanie	tony/rok	0,23
	energia pomocnicza na cwu	tony/rok	0,15
	oświetlenie	tony/rok	1,71
	RAZEM	tony/rok	12,55
1GJ/toe	41,868	GJ/toe	
1kWh/toe	11 630	kWh/toe	

Załącznik nr 6

Obliczenia energii końcowej, pierwotnej i emisji dwutlenku węgla - STAN PO MODERNIZACJI - 1.

opis		jedn.	po modernizacji: kotłownia
roczne zapotrzebowanie na energię końcową zgodnie	ogrzewanie	GJ/rok	85,4
	ciepła woda	GJ/rok	3,9
	energia pomocnicza na ogrzewanie	GJ/rok	0,6
	energia pomocnicza na cwu	GJ/rok	0,5
	oświetlenie	GJ/rok	8,9
	RAZEM	GJ/rok	99,3
	ogrzewanie	kWh/rok	23 723
	ciepła woda	kWh/rok	1 083
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	156
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	129
	oświetlenie	kWh/rok	2 479
	RAZEM	kWh/rok	27 571
energia finalna	ogrzewanie	toe/rok	2,04
	ciepła woda	toe/rok	0,09
	energia pomocnicza na ogrzewanie	toe/rok	0,0134
	energia pomocnicza na cwu	toe/rok	0,0111
	oświetlenie	toe/rok	0,21
	RAZEM	toe/rok	2,37
nośnik energii	ogrzewanie	-	kocioł gazowy
	ciepła woda	-	kocioł gazowy
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	sieć elektroenergetyczna
	energia pomocnicza na cwu	-	sieć elektroenergetyczna
	oświetlenie	-	sieć elektroenergetyczna
współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	ogrzewanie	-	1,1
	ciepła woda	-	1,1
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	2,5
	energia pomocnicza na cwu	-	2,5
	oświetlenie	-	2,5
roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną	ogrzewanie	GJ/rok	93,9
	ciepła woda	GJ/rok	4,3
	ogrzewanie	kWh/rok	26 096
	ciepła woda	kWh/rok	1 192
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	390
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	323
	oświetlenie	kWh/rok	6 198
	RAZEM	kWh/rok	34 197
wskaźnik emisji CO ₂	ogrzewanie	kg/GJ	55,47
	ciepła woda	kg/GJ	55,47
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kg/kWh	0,685
	energia pomocnicza na cwu	kg/kWh	0,685
	oświetlenie	kg/kWh	0,685
emisja CO ₂	ogrzewanie	tony/rok	4,74
	ciepła woda	tony/rok	0,22
	energia pomocnicza na ogrzewanie	tony/rok	0,11
	energia pomocnicza na cwu	tony/rok	0,09
	oświetlenie	tony/rok	1,70
	RAZEM	tony/rok	6,85
1GJ/toe	41,868	GJ/toe	
1kWh/toe	11 630	kWh/toe	

Załącznik nr 6

Obliczenia energii końcowej, pierwotnej i emisji dwutlenku węgla - STAN PO MODERNIZACJI - 2.

opis		jedn.	po modernizacji: POMPA CIEPŁA
roczne zapotrzebowanie na energię końcową	ogrzewanie - napęd z PV	GJ/rok	0,00
	ogrzewanie - napęd z sieci	GJ/rok	9,5
	RAZEM	GJ/rok	9,52
	ciepła woda - napęd z PV	GJ/rok	0,0
	ciepła woda - napęd z sieci	GJ/rok	0,4
	RAZEM	GJ/rok	0,4
	energia pomocnicza na ogrzewanie	GJ/rok	0,4
	energia pomocnicza na cwu	GJ/rok	0,3
	RAZEM	GJ/rok	10,6
	ogrzewanie	kWh/rok	2 645
	ciepła woda	kWh/rok	113
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	102
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	76
	RAZEM	kWh/rok	2 935
energia finalna	ogrzewanie	toe/rok	0,23
	ciepła woda	toe/rok	0,01
	energia pomocnicza na ogrzewanie	toe/rok	0,009
	energia pomocnicza na cwu	toe/rok	0,0065
	RAZEM	toe/rok	0,25
energia z PV	produkcja energii z projektowanej PV	GJ/rok	0,00
nośnik energii	ogrzewanie - napęd z PV	-	PV
	ogrzewanie - napęd z sieci	-	sieć elektroenergetyczna
	ciepła woda - napęd z PV	-	PV
	ciepła woda - napęd z sieci	-	sieć elektroenergetyczna
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	sieć elektroenergetyczna
	energia pomocnicza na cwu	-	sieć elektroenergetyczna
współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	ogrzewanie - napęd z instalacji PV	-	0,0
	ogrzewanie - napęd z sieci	-	2,5
	ciepła woda - napęd z PV	-	0,0
	ciepła woda - napęd z sieci	-	2,5
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	2,5
	energia pomocnicza na cwu	-	2,5
roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną	ogrzewanie - napęd z PV	GJ/rok	0,0
	ogrzewanie - napęd z sieci	GJ/rok	23,8
	ciepła woda - napęd z PV	GJ/rok	0,0
	ciepła woda - napęd z sieci	GJ/rok	1,0
	ogrzewanie	kWh/rok	6 611,4
	ciepła woda	kWh/rok	281,9
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	255,0
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	190,0
	RAZEM	kWh/rok	7 338,3
wskaźnik emisji CO ₂	ogrzewanie - napęd z PV	kg/GJ	0,00
	ogrzewanie - napęd z sieci	kg/GJ	190,28
	ciepła woda - napęd z PV	kg/GJ	0,00
	ciepła woda - napęd z sieci	kg/GJ	190,28
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kg/kWh	0,685
	energia pomocnicza na cwu	kg/kWh	0,685
	oświetlenie	kg/kWh	0,685
emisja CO ₂	ogrzewanie - napęd z PV	tony/rok	0,00
	ogrzewanie - napęd z sieci	tony/rok	1,81
	ciepła woda - napęd z PV	tony/rok	0,00
	ciepła woda - napęd z sieci	tony/rok	0,08
	energia pomocnicza na ogrzewanie	tony/rok	0,07
	energia pomocnicza na cwu	tony/rok	0,05
	RAZEM	tony/rok	2,01

1GJ/toe
1kWh/toe41,868
11 630GJ/toe
kWh/toe