

# ZESPÓŁ SZKÓŁ ZAWODOWYCH im. STEFANA BOBROWSKIEGO W RAWICZU BUDYNEK A

## AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Adres budynku	ulica: Generała Józefa Hallera 12, Budynek A kod: 63-900 miejscowość: Rawicz gmina: Rawicz powiat: rawicki województwo: wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Wiesław Słomowicz tytuł zawodowy: mgr inż. nr opracowania: 03/R/ZSZA/2024

<b>1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku</b>			
<b>1. Dane identyfikacyjne budynku</b>			
<b>1.1. Nazwa</b>		<b>1.2. Rok budowy</b>	
Budynek Szkolny		1910	
<b>1.3. Inwestor</b> (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL)		<b>1.4. Adres budynku</b>	
Powiat Rawicki Zespół Szkół Zawodowych im. Stefana Bobrowskiego w Rawiczu ul. Generała Józefa Hallera 12 63-900 Rawicz		ul. Generała Józefa Hallera 12, Budynek A 63-900 Rawicz woj. wielkopolskie	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt</b>			
NOVPOL - Projektowanie i wykonawstwo REGON: 300187992 61-680 Poznań, ul. Jaspisowa 1			
<b>3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b>			
mgr inż. Wiesław Słomowicz, ul. Jaspisowa 3, 61-680 Poznań Lista Ministerstwa Infrastruktury, nr ZAE 219 mgr inż. Wiesław Słomowicz audytor energetyczny ul. Jaspisowa 3, 61-680 Poznań 61-680 44 80			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje</b>			
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	
<b>5. Miejscowość</b>		<b>Data wykonania opracowania</b>	
Poznań		07 listopada 2024 r. 19 maja 2025 r.	
<b>6. Spis treści</b>			
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			

<b>2. Karta audytu energetycznego budynku</b>			
<b>1. Dane ogólne</b>		<b>Stan przed termomodernizacją</b>	<b>Stan po termomodernizacji</b>
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	5 586	5 586
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	1 311,30	1 311,30
5.	Powierzchnia użytkowa służąca celom mieszkalnym i wykonywaniu zadań publicznych przez organy administracji publicznej [m <sup>2</sup> ]	1 311,30	1 311,30
6.	Wskaźnik udziału powierzchni (poz. 5) / (poz. 4) [%]	100,00%	100,00%
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	20	20
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	kocioł gazowy z zasobnikiem	nowy kocioł gazowy, kondensacyjny z zasobnikiem i pompą ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	kocioł gazowy z zasobnikiem	nowy kocioł gazowy, kondensacyjny z pompą ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,52	0,52
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne gruntu	0,72	0,20
2.	Ściany zewnętrzne I	1,17	1,17
3.	Ściany zewnętrzne II	1,45	1,45
4.	Ściany zewnętrzne III	1,93	1,93
5.	Dach płaski	0,62	0,15
6.	Dach skośny przybudówki	0,60	0,15
7.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	0,93	0,14
8.	Ściana wewnętrzna poddasza	0,79	0,26
9.	Podłoga na gruncie	0,29	0,29
10.	Okna	2,20	0,90
11.	Drzwi zewnętrzne frontowe	1,90	1,90
12.	Drzwi zewnętrzne (pozostałe)	2,60	1,30
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,94	0,98/3,50
2.	Sprawność przesyłu	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,767	0,877
4.	Sprawność akumulacji	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	0,88/3,00
2.	Sprawność przesyłu	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	grawitacyjna	mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	2 644	1 983
4.	Krotność wymian powietrza [l/h]	0,64	0,48

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	137,5	105,5
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	10,3	10,3
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	964,9	738,3
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 126,6	322,5
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	75,8	33,0
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 <sup>2</sup> rok)]	204,41	156,41
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	238,68	68,32
10. <sup>1)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	79,53%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>2)</sup> [zł/GJ]	96,28	99,57
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>3)</sup> [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>2)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	34,67	15,60
4.	Koszt za 1 GJ ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	96,28	99,64
5.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody na m-c <sup>3)</sup> [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
6.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	6,89	2,04
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 <sup>2</sup> rok)]	277,79	99,08
2.	EP - wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną [kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	337,86	38,97
3.	Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię [%]	70,42	
4.	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [GJ/rok]	847,04	
5.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej [toe/rok]	20,150	
6.	Uniknięta emisja CO <sub>2</sub> [t CO <sub>2</sub> /rok]	78,143	
7.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]	80 315,00	
8.	Moc instalacji OZE w ramach termomodernizacji <sup>4)</sup> [kW]	199,25	

**8.2 Charakterystyka ekonomiczna przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

1.	Koszty całkowite przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, bez kosztów, o których mowa w wierszu 2. [zł]	netto	brutto
		2 575 209,76	3 167 508,00
2.	Koszty zakupu, montażu, budowy albo modernizacji instalacji odnawialnego źródła energii <sup>4)</sup> [zł]	netto	brutto
		1 804 878,05	2 220 000,00
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 <sup>4)</sup> [%]	41,21	
4.	Czy inwestorowi przyznano grant OZE: TAK / NIE <sup>5)</sup>	NIE	
5.	Premia termomodernizacyjna <sup>6) *)</sup> [zł]	1 670 127,48	

**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 <sup>2</sup> rok)]	70,00
2.	Przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku ODPOWIADAJĄ / NIE ODPOWIADAJĄ <sup>7)</sup> 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 <sup>8) **)</sup> [zł]	-

10. Premia MZG i grant MZG <sup>9)</sup>		
1.	Przed realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego / w ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <sup>7)</sup> 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 <sup>4) ***)</sup> [zł]	-
4.	Wysokość premii MZG łącznie z wartością grantu MZG [zł]	-
11. Inne		
1.	W ramach przedsięwzięcia termomodernizacyjnego <del>ZOSTANIE</del> / NIE ZOSTANIE <sup>7)</sup> zastosowana wysokosprawna kogeneracja	
2.	Budynek JEST / <del>NIE JEST</del> <sup>7)</sup> wpisany do rejestru zabytków lub znajduje się na obszarze wpisanym do rejestru zabytków	
3.	Przedsięwzięcie <del>STANOWI</del> / NIE STANOWI <sup>7)</sup> przedsięwzięcia rewitalizacyjnego, o którym mowa w art. 11g ust. 2 ustawy	
4.	Z audytu energetycznego WYNIKA / <del>NIE WYNIKA</del> <sup>7)</sup> , 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	

<sup>1)</sup>  $U_{OZE}$  [%] 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.

<sup>2)</sup> Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.

<sup>3)</sup> Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.

<sup>4)</sup> Jeśli dotyczy.

<sup>5)</sup> Jeśli dotyczy, w przypadku gdy inwestorowi nie przyznano grantu OZE.

<sup>6)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi została przyznana premia MZG.

<sup>7)</sup> Niepotrzebne skreślić.

<sup>8)</sup> Należy wpisać 0, jeśli inwestorowi nie przysługuje premia termomodernizacyjna.

<sup>9)</sup> Dotyczy inwestora, o którym mowa w art. 11g ust.1 pkt 1.

<sup>\*)</sup> 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,

<sup>\*\*)</sup> 10% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego netto

<sup>\*\*\*)</sup> 30% kosztów przedsięwzięcia netto

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

#### **3.1. Dokumentacja projektowa:**

Inwentaryzacja budynku wykonana przez: "Biuro Realizacji Inwestycji - Sebastian Dubicki", Rawicz.

#### **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**

06.11.2024 r.

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

- 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: 5 400 000,00 zł

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

##### 4a. Ogólne dane o budynku

<b>Identyfikator budynku</b>			
<b>Własność</b>	prywatna	spółdzielcza	<u>powiatowa</u>
<b>Przeznaczenie budynku</b>	mieszkalny	mieszk.-usługowy	<u>budynek szkolny</u>
<b>Osiedle</b>			
<b>Adres</b>	ul. Generała Józefa Hallera 12, Budynek A; 63-900 Rawicz		
<b>Budynek</b>	<u>wolnostojący</u>	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	mieszkalny, wielorodzinny	

Rok budowy		1910		Rok zasiedlenia		1910	
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 <sup>2</sup> ]	380,2	11	Liczba klatek schodowych	-		
2	Kubatura budynku [m <sup>3</sup> ]	6 062	12	Liczba kondygnacji	4		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy [m <sup>3</sup> ]	5 586	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,39; 2,89; 3,45		
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń [m <sup>2</sup> ]	1 311,30	14	Liczba użytkowników	20		
5	Powierzchnia ruchu [m <sup>2</sup> ]	-	15	Liczba mieszkań	0		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	-	16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m <sup>2</sup>	-		
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych : suszarnie, pralnie [m <sup>2</sup> ]	-	17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m <sup>2</sup>	-		
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m <sup>2</sup> ]	-	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m <sup>2</sup>	-		
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m <sup>2</sup> ]	1 311,30	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-		
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-		

#### 4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o czterech kondygnacjach nadziemnych, z podpiwniczeniem. Zbudowany w technologii tradycyjnej. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły ceramicznej pełnej o grubości 25, 38 i 51 cm.

Dach płaski o konstrukcji drewnianej wraz z izolacją z wełny mineralnej o średniej grubości 8 cm (nad częścią ogrzewaną) wraz z warstwą wykończeniową z papy.

Dach skośny przybudówki o konstrukcji drewnianej z pokryciem dachówką wraz z izolacją z wełny mineralnej o grubości 5 cm.

Strop pod nieogrzewanym poddaszem stanowi płyta kartonowo-gipsowa, deski wraz z izolacją pierwotną o średniej grubości 8 cm.

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

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

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

L.p	Opis	Pow. całk. $\text{m}^2$	Pow. do obl. strat ciepła $\text{m}^2$	U $\text{W/(m}^2\text{K)}$
1	Ściany zewnętrzne gruntu	106,2	105,0	0,72
2	Dach płaski	315,7	169,6	0,62
3	Dach skośny przybudówki	44,5	44,0	0,60
4	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	152,5	150,8	0,93
5	Ściana wewnętrzna poddasza	50,2	49,7	0,79
6	Okna	145,1	145,1	2,20
7	Drzwi zewnętrzne (bez frontowych)	6,6	6,6	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] 137,5
2.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	$Q_H$ [GJ] 964,9
3.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	[kWh/m <sup>2</sup> a] 204,4
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	$Q_s$ [GJ] 1126,6
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 kotłowni gazowej. Instalacja dwuprzewodowa z rozdziałem dolnym
2.	Parametry pracy instalacji	80/60
3.	Przewody w instalacji	drożne
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe oraz płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	częściowe
6.	Zawory termostatyczne	nie
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_{H,g}= 0,94$ $\eta_{H,d}= 0,96$ $\eta_{H,e}= 0,767$ $\eta_{H,s}= 1,00$ $\eta= 0,692$
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	C.w.u. przygotowana w kotłowni z zasobnikiem
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /h	2 644

## 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. Brak zaworów termostatycznych uniemożliwia indywidualną regulację temperatury w poszczególnych pomieszczeniach.

### 5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda przygotowywana jest w kotłowni 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	<b>Przegrody zewnętrzne:</b> - wartości współczynnika przenikania ciepła $U$ [ $W/m^2K$ ] Ściany zewnętrzne gruntu $U= 0,72$ Dach płaski $U= 0,62$ Dach skośny przybudówki $U= 0,60$ Strop pod nieogrzewanym poddaszem $U= 0,93$ Ściana wewnętrzna poddasza $U= 0,79$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $U \leq 0,20 W/m^2K$ - dla dachu $U \leq 0,15 W/m^2K$ - dla stropu pod nieogrzewanym poddaszem $U \leq 0,15 W/m^2K$ - dla ścian wewnętrznych $U \leq 0,30 W/m^2K$
2	<b>Okna w budynku</b> są w średnim stanie technicznym, o współczynniku $U= 2,20$	Wymiana okien w budynku
3	<b>Drzwi zewnętrzne (bez frontowych)</b> są w średnim stanie technicznym, o współczynniku $U = 2,60$	Wymiana drzwi zewnętrznych (bez frontowych) w budynku
4	<b>Wentylacja grawitacyjna</b> - 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
5	<b>Instalacja ciepłej wody użytkowej</b> - cwu przygotowywana jest w kotłowni z zasobnikiem	Modernizacja systemu ciepłej wody użytkowej
6	<b>System grzewczy</b> - 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 dach płaski	Ocieplenie dachu płaskiego - styropian
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach skośny przybudówki	Ocieplenie dachu skośnego przybudówki - wełna mineralna
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop pod nieogrzewanym poddaszem	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem - wełna mineralna
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany wewnętrzne poddasza	Ocieplenie ścian wewnętrznych poddasza - wełna mineralna
6.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien w budynku
7.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne w budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana drzwi zewnętrznych w budynku
8.	Modernizacja systemu wentylacyjnego	Zamontowanie wentylacji mechanicznej z zastosowaniem odzysku ciepła z wywiewanego powietrza.
9.	Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Planuje się montaż nowego kotła gazowego, kondensacyjnego wraz z zasobnikiem, montaż gruntowej pompy ciepła, która będzie wspomagała pracę nowej kotłowni przy przygotowaniu ciepłej wody użytkowej, montaż automatyki zarządzającej pracą pompy ciepła w zależności od produkcji energii z PV, montaż nowej instalacji wraz z izolacją
10.	Modernizacja systemu grzewczego	Planuje się montaż nowego kotła gazowego, kondensacyjnego, montaż gruntowej pompy ciepła wspomagającej pracę nowej kotłowni, budowę 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.
$t_{wo1}$ - pomieszczenia ogrzewane	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{wo2}$ - grunt przy ścianach zewn. piwnicy	2,5	2,5	$^{\circ}\text{C}$
$t_{wo3}$ - poddasze nieogrzewane	-14,2	-14,2	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
$S_d$ dla $t_{wo1}$	3 870	3 870	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
$S_d$ dla $t_{wo2}$	2 518	2 518	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
$S_d$ dla $t_{wo3}$	2 815	2 815	dzień $\text{K}\cdot\text{a}$
$O_{0m}$ , $O_{1m}$ , ogrzewanie	0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}$ , $O_{1z}$ , ogrzewanie	96,28	96,28	$\text{zł}/\text{GJ}$
$O_{0m}$ , $O_{1m}$ , ciepła woda	0,00	0,00	$\text{zł}/(\text{MW}\cdot\text{mc})$
$O_{0z}$ , $O_{1z}$ , ciepła woda	96,28	96,28	$\text{zł}/\text{GJ}$
$A_{b0}$ , $A_{b1}$ ,	0,00	0,00	$\text{zł}/\text{m}\cdot\text{c}$
$O_{0z}$ , $O_{1z}$ , c.o. i c.w.u. z kotłowni	-	96,28	$\text{zł}/\text{GJ}$
$O_{0z}$ , $O_{1z}$ , pompa ciepła (energia z PV)	-	102,50	$\text{zł}/\text{GJ}$
$O_{0z}$ , $O_{1z}$ , pompa ciepła (energia z sieci elektroenergetycznej)	-	341,67	$\text{zł}/\text{GJ}$

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne gruntu		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =      105,0 m <sup>2</sup> <b>A<sub>koszt</sub></b> =      106,2 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu XPS 033 o współczynnika 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 <sub>max</sub> =0,20 W/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> K/W		3,64	4,24	4,85
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	1,39	5,02	5,63	6,23
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	19,2	5,3	4,7	4,3
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,0013	0,0004	0,0003	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0u</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1u</sub> ·O <sub>1z</sub> ) + +12(y <sub>0</sub> ·q <sub>0u</sub> ·O <sub>0m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1u</sub> ·O <sub>1m</sub> ) + 12(Ab <sub>0</sub> - Ab <sub>1</sub> )	zł/a		1 342	1 397	1 441
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		1150,00	1225,00	1300,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		122 130	130 095	138 060
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		91,01	93,13	95,79
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,72	0,20	0,18	0,16
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>						
Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> 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.						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt :</b> 122 130,00 zł		<b>SPBT=</b> 91,01 lat		

6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach płaski		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =      169,6 m <sup>2</sup> <b>A<sub>koszt</sub></b> =      315,7 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu od strony zewnętrznej styropianem z warstwą papy podkładowej o współczynniku przewodności λ=      0,039 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 <sub>max</sub> =0,15 W/m <sup>2</sup> 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		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego    ΔR	m <sup>2</sup> K/W		5,13	5,64	6,15
3	Opór cieplny    R	m <sup>2</sup> K/W	1,61	6,74	7,25	7,77
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	41,0	9,8	9,1	8,5
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,0040	0,0010	0,0009	0,0008
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0u</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1u</sub> ·O <sub>1z</sub> ) + +12(y <sub>0</sub> ·q <sub>0u</sub> ·O <sub>0m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1u</sub> ·O <sub>1m</sub> ) + 12(Ab <sub>0</sub> - Ab <sub>1</sub> )	zł/a		3 005	3 072	3 130
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		420,00	455,00	490,00
8	Koszt realizacji usprawnienia    N <sub>u</sub>	zł		132 594	143 644	154 693
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		44,12	46,76	49,43
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,62	0,15	0,14	0,13
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>u</sub></b>						
Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen na rynku lokalnym.						
Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu.						
Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia						
( w tym prace i materiały pomocnicze związane z zabezpieczeniem ocieplenia przed zawilgoceniem)						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt :</b> 132 594,00 zł		<b>SPBT=</b> 44,12 lat		

6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach skośny przybudówki		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =        44,0 m <sup>2</sup> <b>A<sub>koszt</sub></b> =        44,5 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie dachu z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=      0,040 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 <sub>max</sub> =0,15 W/m <sup>2</sup> 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		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego    ΔR	m <sup>2</sup> K/W		5,00	5,50	6,00
3	Opór cieplny    R	m <sup>2</sup> K/W	1,67	6,67	7,17	7,67
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	10,3	2,6	2,4	2,2
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,0010	0,0003	0,0002	0,0002
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0u</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1u</sub> ·O <sub>1z</sub> ) + +12(y <sub>0</sub> ·q <sub>0u</sub> ·O <sub>0m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1u</sub> ·O <sub>1m</sub> ) + 12(Ab <sub>0</sub> - Ab <sub>1</sub> )	zł/a		743	760	775
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		950,00	985,00	1020,00
8	Koszt realizacji usprawnienia    N <sub>u</sub>	zł		42 275	43 833	45 390
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		56,90	57,66	58,55
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,60	0,15	0,14	0,13
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>u</sub></b>						
Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen na rynku lokalnym.						
Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu.						
Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia						
( w tym prace i materiały pomocnicze związane z zabezpieczeniem ocieplenia przed zawilgoceniem)						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt :</b> 42 275,00 zł		<b>SPBT=</b> 56,90 lat		

6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod nieogrzewanym poddaszem		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =      150,8 m <sup>2</sup> <b>A<sub>koszt</sub></b> =      152,5 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b> Przewiduje się ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=      0,039 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 <sub>max</sub> =0,15 W/m <sup>2</sup> 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		0,25	0,27	0,29
2	Zwiększenie oporu cieplnego    ΔR	m <sup>2</sup> K/W		6,41	6,92	7,44
3	Opór cieplny    R	m <sup>2</sup> K/W	1,08	7,49	8,00	8,51
3a	Opór cieplny    R - po usunięciu istniejącej izolacji	m <sup>2</sup> K/W	0,50	6,91	7,42	7,94
4	Q <sub>0u</sub> , Q <sub>1u</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	39,8	5,7	5,4	5,0
5	q <sub>0u</sub> , q <sub>1u</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,0048	0,0007	0,0006	0,0006
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0u</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1u</sub> ·O <sub>1z</sub> ) + +12(y <sub>0</sub> ·q <sub>0u</sub> ·O <sub>0m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1u</sub> ·O <sub>1m</sub> ) + 12(Ab <sub>0</sub> - Ab <sub>1</sub> )	zł/a		3 282	3 317	3 348
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		600,00	635,00	670,00
8	Koszt realizacji usprawnienia    N <sub>u</sub>	zł		91 500	96 838	102 175
9	SPBT= N <sub>u</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		27,88	29,19	30,52
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,93	0,14	0,13	0,13
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>u</sub></b> Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> 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).						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt :</b> 91 500,00 zł		<b>SPBT=</b> 27,88 lat		

6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana wewnętrzna poddasza		
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				<b>A</b> =        49,7 m <sup>2</sup> <b>A<sub>koszt</sub></b> =        50,2 m <sup>2</sup>		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b> Przewiduje się ocieplenie ściany wewnętrznej z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności λ=      0,038 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 <sub>max</sub> =0,30 W/m <sup>2</sup> 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		0,08	0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m <sup>2</sup> K/W		2,11	2,63	3,16
3	Opór cieplny R	m <sup>2</sup> K/W	1,27	3,37	3,90	4,43
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·S <sub>d</sub> ·A·U <sub>c</sub>	GJ/a	11,1	4,2	3,6	3,2
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-6</sup> · A/(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )·U <sub>c</sub>	MW	0,0013	0,0005	0,0004	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> = (x <sub>0</sub> ·Q <sub>0U</sub> ·O <sub>0z</sub> - x <sub>1</sub> ·Q <sub>1U</sub> ·O <sub>1z</sub> ) + +12(y <sub>0</sub> ·q <sub>0U</sub> ·O <sub>0m</sub> - y <sub>1</sub> ·q <sub>1U</sub> ·O <sub>1m</sub> ) + 12(Ab <sub>0</sub> - Ab <sub>1</sub> )	zł/a		669	723	765
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		380,00	405,00	430,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		19 076	20 331	21 586
9	SPBT= N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		28,53	28,12	28,23
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,79	0,30	0,26	0,23
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b> Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian wewnętrznych z odliczeniem powierzchni drzwi (A <sub>koszt</sub> ). W cenie jednostkowej mieszczą się: -naprawa ścian i przygotowanie podłoża pod ocieplenie -wszystkie elementy systemu ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi						
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt :</b> 20 331,00 zł		<b>SPBT=</b> 28,12 lat		

6.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien budynku		
<div>Dane: pow. starych okien: <math>A_{ok1} = 145,1 \text{ m}^2</math> pow. do wymiany: <math>A_{ok2} = 145,1 \text{ m}^2</math> <math>V_{nom} = \Psi = 500 \text{ m}^3/\text{h}</math> <math>C_w = 1,0</math></div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę okien starych na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U:  wariant 1: <math>U = 0,9</math> wariant 2: <math>U = 0,8</math> wariant 3: <math>U = 0,7</math></div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien $U$	W/m <sup>2</sup> K	2,2	0,9	0,8	0,7
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	106,7	43,7	38,8	34,0
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	62,6	56,9	56,9	56,9
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	197,6	117,3	111,7	106,0
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0121	0,0050	0,0044	0,0039
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0078	0,0065	0,0065	0,0065
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0199	0,0115	0,0109	0,0104
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		7 725	8 270	8 815
10	Koszt wymiany okien $N_{ok}$	zł		652 950	718 245	783 540
11	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		84,50	86,80	88,90
<div>Podstawa przyjętych wartości <math>N_u</math></div> <div>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m<sup>2</sup> wg cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych okien.</div> <div>Koszt modernizacji:</div> <div><div>wariant 1: wymiana</div><div>145,1    m<sup>2</sup> *    4500    zł/m<sup>2</sup> =    652 950 zł</div></div> <div><div>wariant 2: wymiana</div><div>145,1    m<sup>2</sup> *    4950    zł/m<sup>2</sup> =    718 245 zł</div></div> <div><div>wariant 3: wymiana</div><div>145,1    m<sup>2</sup> *    5400    zł/m<sup>2</sup> =    783 540 zł</div></div>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 652 950,00 zł		SPBT= 84,50 lat		

6.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych (bez frontowych)		
<div>Dane: pow. starych drzwi: <math>A_{ok1} = 6,6 \text{ m}^2</math> pow. do wymiany: <math>A_{ok2} = 6,6 \text{ m}^2</math> <math>V_{nom} = \Psi = 55 \text{ m}^3/\text{h}</math> <math>C_w = 1,0</math></div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi starych na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U:  wariant 1: <math>U = 1,3</math> wariant 2: <math>U = 1,2</math> wariant 3: <math>U = 1,1</math></div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi $U$	W/m <sup>2</sup> K	2,6	1,3	1,2	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	$C_r$	-	1,2	1,00	1,00
		$C_m$	-	1,4	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	5,7	2,9	2,6	2,4
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	7,5	6,3	6,3	6,3
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	15,5	10,7	10,4	10,1
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0010	0,0007	0,0007	0,0007
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0017	0,0010	0,0010	0,0010
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		463	488	512
10	Koszt wymiany drzwi $N_{ok}$	zł		40 920	44 550	48 180
11	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		88,40	91,30	94,00
<div>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></div> <div>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m<sup>2</sup> wg cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych drzwi zewnętrznych.</div> <div>Koszt modernizacji:</div> <div>wariant 1: wymiana <math>6,6 \text{ m}^2 \cdot 6200 \text{ zł/m}^2 = 40\,920 \text{ zł}</math> wariant 2: wymiana <math>6,6 \text{ m}^2 \cdot 6750 \text{ zł/m}^2 = 44\,550 \text{ zł}</math> wariant 3: wymiana <math>6,6 \text{ m}^2 \cdot 7300 \text{ zł/m}^2 = 48\,180 \text{ zł}</math></div>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 40 920,00 zł		SPBT= 88,40 lat		

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

**Dane:**  $q_{ocw} = 10,3 \text{ kW}$  - stan istn.  $10,3 \text{ kW}$  - stan po modern.  
 $Q_{ocw} = 39,7 \text{ GJ}$  bez uwzględniania sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

Przyjęto następujące składniki sprawności sytemu 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:

$\eta_{W,g} = 0,88$  Kotły niskotemperaturowe o mocy powyżej 50 kW  
 $\eta_{W,d} = 0,70$  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 nowego kotła gazowego, kondensacyjnego wraz z zasobnikiem, montaż gruntowej pompy ciepła, która będzie wspomagała pracę nowej kotłowni przy przygotowaniu ciepłej wody użytkowej, montaż automatyki zarządzającej pracą pompy ciepła w zależności od produkcji energii z PV, montaż nowej instalacji wraz z izolacją

Po modernizacji sprawności wyniosą odpowiednio:

$\eta_{W,g1} = 0,88$  Kotłownia  
 $\eta_{W,g2} = 3,00$  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	75,8	15,2	17,8
2.	Zapotrzebowanie mocy	kW	10,3	10,3	
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	7 301,47	3 284,42	
	Oszczędność	zł/a		4 017,06	
4.	Koszt modernizacji	zł		400 808,00	
5.	SPBT	lata		99,78	

Koszty przyjęto wg cen na rynku lokalnym.

<b>KOSZT</b>	400 808,00 zł	<b>SPBT</b>	99,78 lat
--------------	---------------	-------------	-----------

6.2.9. 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		$V_{nom} = \Psi = 2644 \text{ m}^3/\text{h}$				
Strumień zredukowany ( $r_n = 0,75$ )		$V_{\text{śr.}} = \Psi = 1983 \text{ m}^3/\text{h}$				
		$C_w = 1,0$				
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. Rozpatruje się 3 warianty różniące się sprawnością temperaturową odzyskiwania ciepła z wywiewanego powietrza.						
wariant 1: min. 50 % odzysk ciepła.						
wariant 2: min. 60 % odzysk ciepła.						
wariant 3: min. 70 % odzysk ciepła.						
Ilość powietrza nawiewanego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, przyjęto dla budynku użyteczności publicznej ( $0,56 \cdot 10^{-3} \text{ [m}^3/\text{sm}^2\text{])}$						
Uśredniony strumień powietrza wentylacyjnego po modernizacji przyjęto przy założeniu automatycznej regulacji strumienia $r_n = 0,75$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Odzysk ciepła	%	-	50	60	70
2	Współczynnik przenikania okien nowych $U$	W/m²K	0,90	0,90	0,90	0,90
3	Współczynniki korekcyjne dla stolarki	$C_r$	-	1,00	1,00	1,00
		$C_m$	-	1,00	1,00	1,00
4	$Q=2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V \cdot S_d$	GJ/a	263,3	131,6	105,3	79,0
5	$q=3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,026	0,026	0,026	0,026
6	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		12 673	15 208	17 742
7	Koszt wymiany okien i drzwi $N_{ok}$	zł		-	-	-
8	Koszt modernizacji wentylacji $N_w$	zł		1 160 000	1 412 000	1 664 000
9	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		91,50	92,80	93,80
Podstawa przyjętych wartości $N_U$						
Przyjęto wartość modernizacji wentylacji wg cen na rynku lokalnym.						
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 : 1 160 000 zł		SPBT= 91,50 lat		

**6.2.10. 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	400 808,00	99,78
2	Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem	91 500,00	27,88
3	Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza	20 331,00	28,12
4	Ocieplenie dachu płaskiego	132 594,00	44,12
5	Ocieplenie dachu skośnego przybudówki	42 275,00	56,90
6	Wymiana okien w budynku	652 950,00	84,50
7	Wymiana drzwi zewnętrznych (bez frontowych)	40 920,00	88,40
8	Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu	122 130,00	91,01
9	Zastąpienie istniejącej wentylacji grawitacyjnej systemem wentylacji mechanicznej z zastosowaniem odzysku ciepła	1 160 000,00	91,50

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

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

**Dane:**  $Q_{0co} = 964,90 \text{ GJ/a}$   $w_{t0} = 0,85$   $w_{d0} = 0,95$   $\eta_0 = 0,692$   
 $q_{0co} = 137,50 \text{ kW}$

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego:

Planuje się montaż nowego kotła gazowego, kondensacyjnego, montaż gruntowej pompy ciepła wspomagającej pracę nowej kotłowni, budowę 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) - zmiana	$\eta_{H,g} = 0,94$	$\eta_{H,g} = 0,98$
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 - zmiana	$\eta_{H,e} = 0,767$	$\eta_{H,e} = 0,877$
5	akumulacja ciepła - zmiana	$\eta_{H,s} = 1,00$	$\eta_{H,s} = 0,95$
6	sprawność całkowita systemu (kotłownia)	$\eta_{H,tot} = 0,692$	$\eta_{H,tot} = 0,784$
7	sprawność całkowita systemu (pompa ciepła)	$\eta_{H,tot} = -$	$\eta_{H,tot} = 2,799$
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	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$
10	Energia końcowa wytworzona w kotłowni GJ/a:	$Qk_{ist,W} = 1125,95$	$Qk_{pm,W} = 198,76$
11	Energia końcowa wytworzona pompą ciepła GJ/a:	$Qk_{ist,PC} = 0,00$	$Qk_{pm,PC} = 222,70$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.	
1	Średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta_{H,tot}$	-	0,692	0,784	2,799
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	0,85	0,85	
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów $w_d$	-	0,95	0,95	
4	Koszt ogrzewania	zł/a	108 406,38	41 963,58	
5	Oszczędność kosztów	zł/a		66 443	
6	Koszt przedsięwzięcia $N_{co}$	zł		1 684 000,00	
7	SPBT	lata		25,35	

Koszty przyjęto wg cen na rynku lokalnym.

<b>Koszt :</b>	<b>1 684 000,00 zł</b>	<b>SPBT= 25,35 lat</b>
----------------	------------------------	------------------------

### 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, Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza, Ocieplenie dachu płaskiego, Ocieplenie dachu skośnego przybudówki, Wymiana okien, Wymiana drzwi zewnętrznych, 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, Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza, Ocieplenie dachu płaskiego, Ocieplenie dachu skośnego przybudówki, Wymiana okien, Wymiana drzwi zewnętrznych, Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu
3	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza, Ocieplenie dachu płaskiego, Ocieplenie dachu skośnego przybudówki, Wymiana okien, Wymiana drzwi zewnętrznych
4	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza, Ocieplenie dachu płaskiego, Ocieplenie dachu skośnego przybudówki, Wymiana okien
5	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza, Ocieplenie dachu płaskiego, Ocieplenie dachu skośnego przybudówki
6	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza, Ocieplenie dachu płaskiego
7	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem, Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza
8	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
9	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**

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{OCO} / \eta_0 + Q_{OCW}$$

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

$$q_0 = q_{OCO} + q_{OCW}$$

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

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

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

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

Nr. war.	$Q_{OCO}$	$q_{OCO}$	$\eta_0$		$Q_{kOCO}$		$Q_{OCW}$		$q_{OCW}$	$Q_0$	$q_0$	$O_{or}$	$\Delta O_r$	$N$
	$Q_{1CO}$	$q_{1CO}$	-	-	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	964,90	137,50	0,692		1125,95		75,84		10,27	1201,78	147,77	115 708,00		
1	738,30	105,50	0,784	2,799	152,09	170,40	15,17	17,80	10,27	355,45	115,77	35 393,00	80 315,00	4 467 508,00
2	825,90	123,80	0,784	2,799	170,13	190,62	15,17	17,80	10,27	393,71	134,07	39 203,00	76 505,00	3 307 508,00
3	836,60	124,50	0,784	2,799	172,34	193,08	15,17	17,80	10,27	398,38	134,77	39 668,00	76 040,00	3 185 378,00
4	839,70	124,80	0,784	2,799	172,97	193,80	15,17	17,80	10,27	399,74	135,07	39 803,00	75 905,00	3 144 458,00
5	900,20	130,90	0,784	2,799	185,44	207,76	15,17	17,80	10,27	426,16	141,17	42 434,00	73 274,00	2 491 508,00
6	906,40	131,50	0,784	2,799	186,71	209,19	15,17	17,80	10,27	428,87	141,77	42 704,00	73 004,00	2 449 233,00
7	931,70	134,10	0,784	2,799	191,93	215,03	15,17	17,80	10,27	439,92	144,37	43 804,00	71 904,00	2 316 639,00
8	937,40	134,70	0,784	2,799	193,10	216,35	15,17	17,80	10,27	442,41	144,97	44 052,00	71 656,00	2 296 308,00
9	964,90	137,50	0,784	2,799	198,76	222,70	15,17	17,80	10,27	454,42	147,77	45 248,00	70 460,00	2 204 808,00

Uwaga: Współczynnik  $w_0 = w_t \times w_d = 0,85 \times 0,95 = 0,808$  dla stanu istniejącego

Współczynnik  $w_0 = w_t \times w_d = 0,85 \times 0,95 = 0,808$  dla pozostałych wariantów

Ilość energii produkowanej przy użyciu kotłowni na potrzeby ogrzewania: 20%  
 Ilość energii produkowanej przy użyciu pompy ciepła na potrzeby ogrzewania: 80%  
 Ilość energii produkowanej przy użyciu kotłowni na potrzeby ciepłej wody: 20%  
 Ilość energii produkowanej przy użyciu pompy ciepła na potrzeby ciepłej wody: 80%

Do nakładów inwestycyjnych doliczono:

-Koszty związane z przygotowaniem przedsięwzięcia termomodernizacyjnego między innymi: audyt, dokumentacja projektowa, kosztorysowa w wysokości 120.000 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	<b>WARIANT 1</b>	<b>4 467 508,00</b>	<b>80 315,00</b>	<b>70,42</b>	<b>1 670 127,48</b>
2	WARIANT 2	3 307 508,00	76 505,00	67,24	1 310 527,48
3	WARIANT 3	3 185 378,00	76 040,00	66,85	1 272 667,18
4	WARIANT 4	3 144 458,00	75 905,00	66,74	1 259 981,98
5	WARIANT 5	2 491 508,00	73 274,00	64,54	1 057 567,48
6	WARIANT 6	2 449 233,00	73 004,00	64,31	1 044 462,23
7	WARIANT 7	2 316 639,00	71 904,00	63,39	1 003 358,09
8	WARIANT 8	2 296 308,00	71 656,00	63,19	997 055,48
9	WARIANT 9	2 204 808,00	70 460,00	62,19	968 690,48

Planowana inwestycja termomodernizacyjna rozbudowana zostanie o montaż instalacji fotowoltaicznej produkującej energię elektryczną na potrzeby pompy ciepła (na cele c.o. c.w.u.) oraz potrzeby własne budynku (oświetlenie).

Możliwości produkcyjne instalacji:

83 464 kWh

Minimalna moc całkowita instalacji:

89,25 kW

Ilość paneli o mocy 425 W/szt.:

210 szt.

Koszt urządzeń z montażem:

920 000,00 zł

#### 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

Ocieplenie ściany wewnętrznej poddasza

Ocieplenie dachu płaskiego

Ocieplenie dachu skośnego przybudówki

Wymiana okien w budynku

Wymiana drzwi zewnętrznych (bez frontowych)

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 70,42 %, 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 nowego kotła gazowego, kondensacyjnego, montaż gruntowej pompy ciepła wspomagającej pracę nowej kotłowni (planuje się 80% 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 nowego kotła gazowego, kondensacyjnego wraz z zasobnikiem, montaż gruntowej pompy ciepła, wspomagającej produkcję ciepłej wody użytkowej (planuje się 80% udział pompy w całkowitej, rocznej produkcji ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody), montaż nowej instalacji wraz z izolacją.

Proponowana moc gruntowej pompy ciepła: 110 kW. W kosztach uwzględniono montaż automatyki zarządzającej pracą pompy ciepła w zależności od produkcji energii z PV oraz przygotowanie pomieszczenia na pompę ciepła z oprzyrządowaniem.

Koszt wykonania: 2 084 808,00 zł

2. Docieplić strop pod nieogrzewanym poddaszem wełną mineralną, po uprzednim usunięciu istniejącego ocieplenia. Wykonać niezbędne prace umożliwiające wykonanie docieplenia oraz prace zabezpieczające ocieplenie przed zawilgoceniem oraz uszkodzeniami mechanicznymi (montaż nowej podłogi). Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne rozłożenie ocieplenia na całej powierzchni stropu i wyeliminowanie mostków termicznych i w tym celu izolacją należy również pokryć ścianę zewnętrzną do wysokości parapetów okien. Zastosować wełnę o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda_{\max} = 0,039$  W/mK. Grubość izolacji: 25 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 91 500,00 zł

3. Docieplić ściany wewnętrzne poddasza (oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanego poddasza) wełną mineralną. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową oraz instrukcją I.T.B. dotyczącą bezspoinowego systemu ociepleń. Zastosować wełnę mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda_{\max} = 0,038$  W/mK. Grubość izolacji: 10 cm. Zminimalizować mostki termiczne. Dopuszcza się możliwość zastosowania innych materiałów izolacyjnych, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 20 331,00 zł

4. Docieplić dach płaski od zewnątrz styropianem. Ocieplenie zabezpieczyć warstwą papy termozgrzewalnej wierzchniego krycia. Zastosować styropian o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda_{\max} = 0,039$  W/mK. Grubość izolacji: 20 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 132 594,00 zł

5. Docieplić dach skośny przybudówki nad pomieszczeniami ogrzewanymi, wełną mineralną. Wykonać niezbędne prace zabezpieczające ocieplenie przed zawilgoceniem. Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne rozłożenie ocieplenia na całej powierzchni dachu i wyeliminowanie mostków termicznych. Zastosować wełnę mineralną o współczynniku przewodzenia  $\lambda_{\max} = 0,04$  W/mK i grubości 20 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 42 275,00 zł

6. Wymienić okna w budynku na nowe, szczelniejsze okna o współczynniku przenikania ciepła  $U_{\max}=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta okien.

Koszt wykonania: 652 950,00 zł

7. Wymienić drzwi zewnętrzne (bez drzwi frontowych) w budynku na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U_{\max}=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta drzwi zewnętrznych.

Koszt wykonania: 40 920,00 zł

8. 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  $\lambda_{\max}= 0,033 \text{ W/mK}$  i grubości 12 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 122 130,00 zł

9. 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 centrali wentylacyjnej z wymiennikiem ciepła, który będzie miał za zadanie odzyskiwanie energii z powietrza wywiewanego. Zastosować wymienniki do odzyskiwania ciepła z powietrza wywiewanego o sprawności temperaturowej co najmniej 50%. W celu prawidłowego funkcjonowania projektowanej wentylacji, niezbędna jest likwidacja istniejących kanałów wentylacji grawitacyjnej oraz maksymalne uszczelnienie budynku, między innymi poprzez wymianę stolarki zewnętrznej.

Koszt wykonania: 1 160 000,00 zł

10. Zamontować instalację fotowoltaiczną o mocy 89,25 kW (z magazynem energii o pojemności 90 kWh), produkującą energię elektryczną pokrywającą zapotrzebowanie na potrzeby projektowanej pompy ciepła oraz potrzeby własne budynku (oświetlenie...).

Koszt wykonania: 920 000,00 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: 120 000,00 zł

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

## 8. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie: 5 387 508,00 zł

Udział środków własnych inwestora: 0,00 zł

Kredyt bankowy: 5 387 508,00 zł

Przewidywana premia termomodernizacyjna: 1 670 127,48 zł

Czas zwrotu nakładów SPBT 67,1 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. Przed zamontowaniem paneli fotowoltaicznych na dachu, należy wykonać ekspertyzę techniczną określającą możliwość obciążenia konstrukcji dachowej.
5. Przygotowanie projektu modernizacji.
6. Przeprowadzenie przetargu na wykonanie robót.
7. Realizacja robót przy zapewnieniu odpowiedniego nadzoru i odbioru technicznego.
8. 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 Obliczenie oszczędności wynikających z zamontowania instalacji fotowoltaicznej
- Załącznik 7 Obliczenia energii końcowej, pierwotnej i emisji CO<sub>2</sub>
- Załącznik 8 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	$\lambda$ W/m*K	R m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
1	ściany zewnętrzne gruntu	- tynk - cegła ceram. pełna - równoważny opór gruntu	0,02 0,51	0,82 0,77	0,02 0,66 0,70 <b>1,39</b>	<b>U = 0,72</b>
2	ściany zewnętrzne I	- tynk - cegła ceram. pełna $R_i + R_e$	0,02 0,51	0,82 0,77	0,02 0,66 0,17 <b>0,86</b>	<b>U = 1,17</b>
3	ściany zewnętrzne II	- tynk - cegła ceram. pełna $R_i + R_e$	0,02 0,38	0,82 0,77	0,02 0,49 0,17 <b>0,69</b>	<b>U = 1,45</b>
4	ściany zewnętrzne III	- tynk - cegła ceram. pełna $R_i + R_e$	0,02 0,25	0,82 0,77	0,02 0,33 0,17 <b>0,52</b>	<b>U = 1,93</b>
5	dach płaski	- papa - deski - wełna min. średnia grubość - płyty gipsowo-kartonowe $R_i + R_e$	0,02 0,03 0,08 0,02	0,18 0,22 0,07 0,23	0,11 0,14 1,14 0,09 0,14 <b>1,62</b>	<b>U = 0,62</b>
6	dach skośny przybudówki	- konstrukcja drewniana z pokryciem dachówką - wełna mineralna - płyty gipsowo-kartonowe $R_i + R_e$	0,05 0,03	0,041 0,23	0,20 1,22 0,11 0,14 <b>1,67</b>	<b>U = 0,60</b>
7	strop pod nieogrzewanym poddaszem	- deski - izolacja pierwotna - deski - tynk $R_i + R_e$	0,03 0,08 0,03 0,02	0,22 0,14 0,22 0,82	0,14 0,57 0,14 0,02 0,20 <b>1,07</b>	<b>U = 0,93</b>
8	podłoga na gruncie	- warstwa posadzkowa - gładź cementowa - papa - gruzobeton - piasek - równoważny opór gruntu	0,02 0,06 0,005 0,20 0,40	0,20 1,00 0,18 1,00 0,40	0,10 0,06 0,03 0,20 1,00 2,00 <b>3,39</b>	<b>U = 0,29</b>
9	ściana wewnętrzna poddasza	- płyty gipsowo-kartonowe - maty trzcinowe - obrzutka wapienna $R_i + R_e$	0,03 0,06 0,02	0,23 0,07 1,00	0,13 0,86 0,02 0,26 <b>1,27</b>	<b>U = 0,79</b>

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

$\eta_{H,g} = 0,94$       Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe

**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**

$\eta_{H,e} = 0,767$

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

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)

$\eta_{H,e1}' = 0,77$       Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej

$$X = 0,911 = Q_z / Q$$

$Q_z = 160,9$       moc cieplna grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych (kW)

$Q = 176,7$       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**

$w_d = 0,95$

**7. Obliczenie średniej sezonowej sprawności całkowitej systemu grzewczego:**

$\eta_{0H,tot} =$	$\eta_{H,g} * \eta_{H,d} * \eta_{H,e} * \eta_{H,s}$
$\eta_0 =$	0,692

## Załącznik nr 3

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

Charakterystyka systemu	Jednostka	Użyteczności stan istniejący	Mieszkania - 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 $\rho_w$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *dzień)	0,80	1,60	0,80
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) $A_f$	m <sup>2</sup>	1 311,3	0,0	1 311,3
obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej $\theta_w$	°C	55	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10	10
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej $k_R$	-	0,55	0,90	0,55
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	11 030	0	11 030
średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{h\text{śred.}}$	m <sup>3</sup> /h	0,058	0,000	0,058
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{wj}$	GJ/m <sup>3</sup>	0,360	0,360	0,360
średnia moc cieplna $q_w=V_{h\text{śred.}}*Q_{wj}*278=$	kW	10,3	0,0	10,3
średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$	-	0,88	0,88	0,88
średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$ (pompa ciepła)	-	-	-	3,00
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	39,7	0,0	39,7
energia końcowa	GJ/rok	75,8	0,0	15,2
energia końcowa (pompa ciepła)	GJ/rok	-	-	17,8

Dla omawianego budynku przyjęto współczynniki sprawności zgodnie z poniższymi założeniami:

Stan istniejący	$\eta_{W,g}$	Kotły niskotemperaturowe o mocy powyżej 50 kW
	$\eta_{W,d}$	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 <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup>	Strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4
1	Użyteczności publicznej Wentylacja grawitacyjna	0,56 * 10 <sup>-3</sup>	2644
Ogółem			<b>Ψ = 2 644</b>

**STAN PO MODERNIZACJI:**

Lp.	Rodzaj pomieszczenia ogrzewanego	Ilość, m <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup>	Strumień powietrza wentylacyjnego, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4
1	Użyteczności publicznej Wentylacja mechaniczna z regulacją przepływu (r <sub>n</sub> = 0,75)	0,56 * 10 <sup>-3</sup>	1983
Ogółem			<b>Ψ = 1 983</b>

Kubatura wentylowana budynku

**4 115**m<sup>3</sup>

**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	738,3	105,5
2	825,9	123,8
3	836,6	124,5
4	839,7	124,8
5	900,2	130,9
6	906,4	131,5
7	931,7	134,1
8	937,4	134,7
9	964,9	137,5
stan istniejący	964,9	137,5

**Załącznik nr 6****Obliczenie oszczędności wynikających z zamontowania instalacji fotowoltaicznej**

Planowana inwestycja termomodernizacyjna rozbudowana zostanie o montaż instalacji fotowoltaicznej.

Wyprodukowana energia elektryczna przeznaczona zostanie w sposób pośredni do zasilania pompy ciepła wspomagającej produkcję na c.o. i c.w.u. oraz potrzeby własne budynku.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna przeznaczona jest do wytwarzania prądu we współpracy z siecią energetyczną. Proponowany zestaw PV posiada urządzenia magazynujące energię (akumulator). Inwestor będzie miał możliwość kontroli ilości wyprodukowanej energii.

Z każdego zainstalowanego 1 kWp, przyjęto:	935 kWh/rok
Ilość paneli o mocy 425 W/szt.:	210 szt.
Moc całkowita instalacji:	89,25 kW
Możliwości produkcyjne instalacji:	83 464 kWh/rok
Uzysk energii:	83 464 kWh/rok
Aktualna cena energii elektrycznej:	1,2300 zł/kWh brutto
Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej:	71 863,14 zł
Koszt urządzeń z montażem:	920 000,00 zł brutto
Czas zwrotu SPBT:	12,8 lat

**Zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku:**

**Całkowite, roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną budynku jest większe od planowanej produkcji własnej z instalacji PV.**

Z uwagi na ograniczone możliwości montażu, moc instalacji PV dobrano wyłącznie na potrzeby pokrycia zapotrzebowania na energię do zasilania pompy ciepła, na energię pomocniczą oraz oświetlenie.

Energia elektryczna potrzebna do zasilania pompy ciepła na potrzeby ogrzewania i ciepłej wody:

energia na c.o., audyt strona 26, kolumna 7, wiersz 1:	170,40	GJ/rok
energia na c.w.u., audyt strona 26, kolumna 9, wiersz 1:	17,80	GJ/rok
<b>Suma:</b>	188,20	GJ/rok
<b>Suma energii na ogrzewanie i ciepłą wodę w kWh/rok:</b>	52 276	kWh/rok

Zgodnie z **załącznikiem nr 7** na stronach 40 i 41 niniejszego opracowania:

energia pomocnicza na cwu (pompa ciepła)	1 920	kWh/rok
energia pomocnicza na cwu (kotłownia)	732	kWh/rok
energia pomocnicza na ogrzewanie (pompa ciepła)	1 696	kWh/rok
energia pomocnicza na ogrzewanie (kotłownia)	486	kWh/rok
energia na oświetlenie:	26 354	kWh/rok
<b>Suma:</b>	<b>83 464</b>	<b>kWh/rok</b>

**Moc instalacji PV: 89,25 kW**  
**Produkcja energii z PV: 83 464 kWh/rok**

Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego:	105,50	kW
Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej	10,27	kW

**Moc pompy ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę: 110,0 kW**

Moc instalacji OZE odpowiada rzeczywistemu i aktualnemu na moment uruchomienia instalacji zapotrzebowaniu energetycznemu na poszczególne wymienione potrzeby energetyczne budynku. Moc instalacji nie przekracza zapotrzebowania na energię budynku.

## Załącznik nr 7

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

opis		jedn.	przed modernizacją: kotłownia
roczne zapotrzebowanie na energię końcową	ogrzewanie	GJ/rok	1 126,6
	ciepła woda	GJ/rok	75,8
	energia pomocnicza na ogrzewanie	GJ/rok	8,0
	energia pomocnicza na cwu	GJ/rok	2,8
	oświetlenie	GJ/rok	98,1
	RAZEM	GJ/rok	1 311,4
	ogrzewanie	kWh/rok	312 956
	ciepła woda	kWh/rok	21 065
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	2 224
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	780
	oświetlenie	kWh/rok	27 243
	RAZEM	kWh/rok	364 269
energia finalna	ogrzewanie	toe/rok	26,91
	ciepła woda	toe/rok	1,81
	energia pomocnicza na ogrzewanie	toe/rok	0,19
	energia pomocnicza na cwu	toe/rok	0,07
	oświetlenie	toe/rok	2,34
	RAZEM	toe/rok	31,32
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	1 239,3
	ciepła woda	GJ/rok	83,4
	ogrzewanie	kWh/rok	344 252
	ciepła woda	kWh/rok	23 172
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	5 560
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	1 950
	oświetlenie	kWh/rok	68 108
	RAZEM	kWh/rok	443 042
wskaźnik emisji CO <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	ogrzewanie	tony/rok	62,50
	ciepła woda	tony/rok	4,21
	energia pomocnicza na ogrzewanie	tony/rok	1,52
	energia pomocnicza na cwu	tony/rok	0,53
	oświetlenie	tony/rok	18,66
	RAZEM	tony/rok	87,42

1 GJ/toe 41,868  
1 kWh/toe 11 630

GJ/toe  
kWh/toe

## Załącznik nr 7

## 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	152,09
	ciepła woda	GJ/rok	15,17
	energia pomocnicza na ogrzewanie	GJ/rok	1,7
	energia pomocnicza na cwu	GJ/rok	2,6
	oświetlenie	GJ/rok	94,9
	RAZEM	GJ/rok	266,5
	ogrzewanie	kWh/rok	42 246
	ciepła woda	kWh/rok	4 213
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	486
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	732
	oświetlenie	kWh/rok	26 354
	RAZEM	kWh/rok	74 031
energia finalna	ogrzewanie	toe/rok	3,63
	ciepła woda	toe/rok	0,36
	energia pomocnicza na ogrzewanie	toe/rok	0,04
	energia pomocnicza na cwu	toe/rok	0,06
	oświetlenie	toe/rok	2,27
	RAZEM	toe/rok	6,37
nośnik energii	ogrzewanie	-	kocioł gazowy
	ciepła woda	-	kocioł gazowy
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	PV
	energia pomocnicza na cwu	-	PV
	oświetlenie	-	PV
współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	ogrzewanie	-	1,1
	ciepła woda	-	1,1
	energia pomocnicza na ogrzewanie	-	0,0
	energia pomocnicza na cwu	-	0,0
	oświetlenie	-	0,0
roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną	ogrzewanie	GJ/rok	167,3
	ciepła woda	GJ/rok	16,7
	ogrzewanie	kWh/rok	46 471
	ciepła woda	kWh/rok	4 634
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	0,0
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	0,0
	oświetlenie	kWh/rok	0,0
	RAZEM	kWh/rok	51 105
wskaźnik emisji CO <sub>2</sub>	ogrzewanie	kg/GJ	55,47
	ciepła woda	kg/GJ	55,47
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kg/kWh	0,000
	energia pomocnicza na cwu	kg/kWh	0,000
	oświetlenie	kg/kWh	0,000
emisja CO <sub>2</sub>	ogrzewanie	tony/rok	8,44
	ciepła woda	tony/rok	0,84
	energia pomocnicza na ogrzewanie	tony/rok	0,00
	energia pomocnicza na cwu	tony/rok	0,00
	oświetlenie	tony/rok	0,00
	RAZEM	tony/rok	9,28

1GJ/toe 41,868  
1kWh/toe 11 630

GJ/toe  
kWh/toe

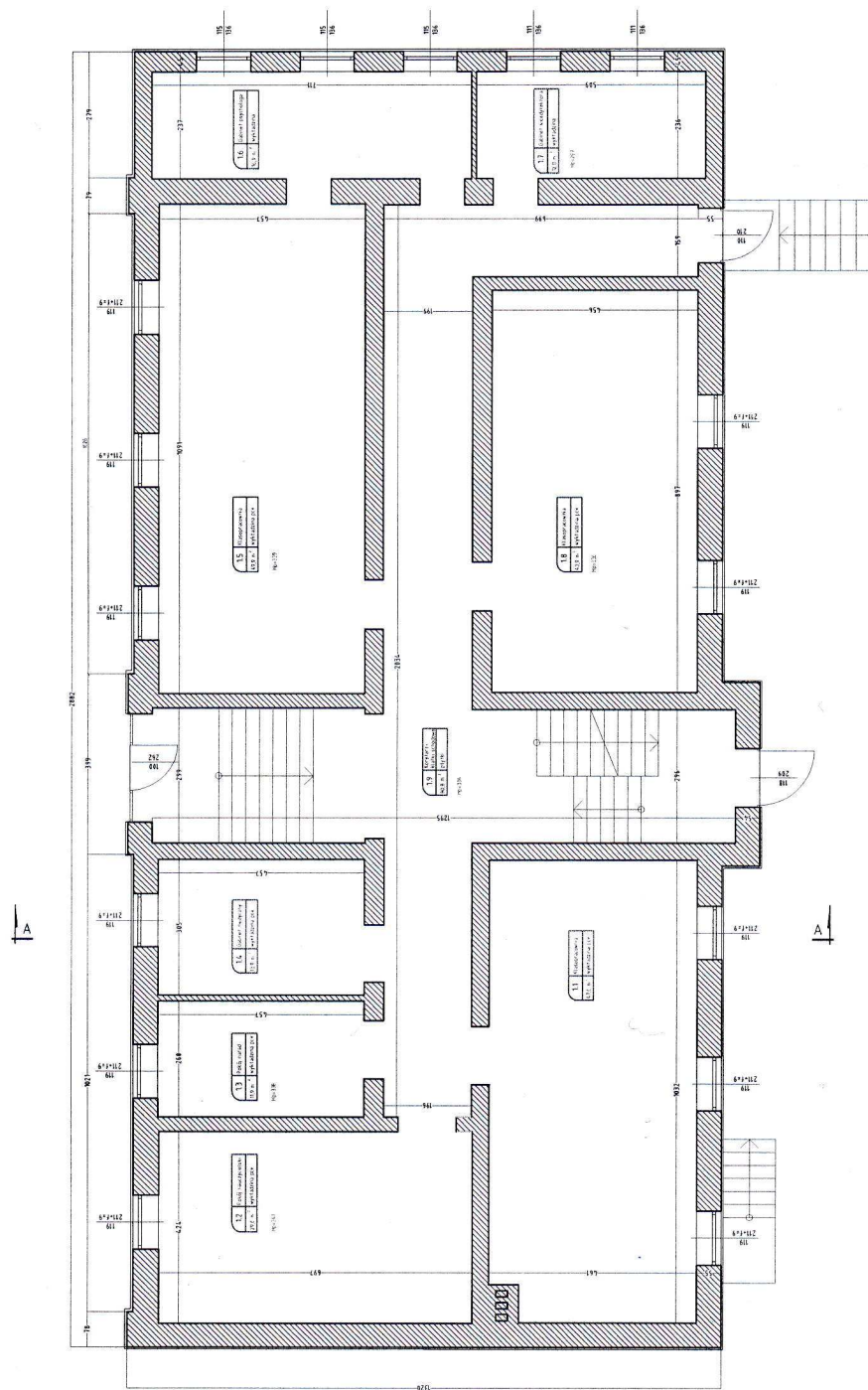
## Załącznik nr 7

## 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	170,40
	ogrzewanie - napęd z sieci	GJ/rok	0,0
	RAZEM	GJ/rok	170,40
	ciepła woda - napęd z PV	GJ/rok	17,8
	ciepła woda - napęd z sieci	GJ/rok	0,0
	RAZEM	GJ/rok	17,80
	energia pomocnicza na ogrzewanie	GJ/rok	6,1
	energia pomocnicza na cwu	GJ/rok	6,9
	RAZEM	GJ/rok	201,2
	ogrzewanie	kWh/rok	47 332
	ciepła woda	kWh/rok	4 943
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	1 696
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	1 920
	RAZEM	kWh/rok	55 892
energia finalna	ogrzewanie	toe/rok	4,07
	ciepła woda	toe/rok	0,43
	energia pomocnicza na ogrzewanie	toe/rok	0,15
	energia pomocnicza na cwu	toe/rok	0,17
	RAZEM	toe/rok	4,81
energia z PV	produkcja energii z projektowanej PV	GJ/rok	300,47
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	-	PV
	energia pomocnicza na cwu	-	PV
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	-	0,0
	energia pomocnicza na cwu	-	0,0
roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną	ogrzewanie - napęd z PV	GJ/rok	0,0
	ogrzewanie - napęd z sieci	GJ/rok	0,0
	ciepła woda - napęd z PV	GJ/rok	0,0
	ciepła woda - napęd z sieci	GJ/rok	0,0
	ogrzewanie	kWh/rok	0,0
	ciepła woda	kWh/rok	0,0
	energia pomocnicza na ogrzewanie	kWh/rok	0,0
	energia pomocnicza na cwu	kWh/rok	0,0
	RAZEM	kWh/rok	0,0
wskaźnik emisji CO <sub>2</sub>	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	0,000
	energia pomocnicza na cwu	kg/kWh	0,000
	oświetlenie	kg/kWh	0,000
emisja CO <sub>2</sub>	ogrzewanie - napęd z PV	tony/rok	0,00
	ogrzewanie - napęd z sieci	tony/rok	0,00
	ciepła woda - napęd z PV	tony/rok	0,00
	ciepła woda - napęd z sieci	tony/rok	0,00
	energia pomocnicza na ogrzewanie	tony/rok	0,00
	energia pomocnicza na cwu	tony/rok	0,00
	RAZEM	tony/rok	0,00

1GJ/toe 41,868  
1kWh/toe 11 630

GJ/toe  
kWh/toe



arkusz nr 2  
kontakt:  
60799757  
sebastian@projekt.pl  
adres:  
ul. Stenczna 14  
63-900 RAWICZ

obiekt:	Zespół Szkół Zawodowych im. Stefana Bobrowskiego w Rawiczu
rysunek:	Budynek A
stadium:	RZUT PARTERU
INWENTARYZACJA - SCHEMAT	

adres:	Generała Józefa Hallera 12
obiektu:	63-900 Rawicz
dz. ewid. nr 2987, obręb Rawicz	
inwestor:	Powiat Rawicki Zespół Szkół Zawodowych im. Stefana Bobrowskiego w Rawiczu Generała Józefa Hallera 12, 63-900 Rawicz
data 30.10.2024.	

autor projektu:	mgr inż. Sebastian Dobiński
opracował:	specjalność konstrukcyjna WKP/020/PDOK/08
opracował:	Monika Skrzypek

