

# AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

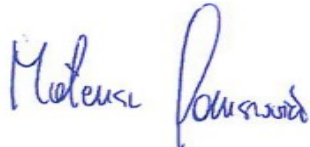
## „Poprawa efektywności energetycznej poprzez termomodernizację budynku Szkoły Podstawowej nr 2 w Ząbkowicach Śląskich”

Budynek Sali gminastycznej

Adres budynku	ulica: Piastowska 1 kod: 57-200 powiat: województwo:	miejsowość: Ząbkowice Śląskie ząbkowicki donłośląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: tytuł zawodowy:	Mateusz Jaruszowiec inż.

Styczeń 2022 r.

**TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU**

<b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>			
<b>1.1 Rodzaj budynku</b>	sala gminastyczna	<b>1.2. Rok budowy</b>	bd
<b>1.3. Inwestor</b> <small>(nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)</small>	Urząd Miejski w Ząbkowicach Śląskich ul. 1 Maja 15 kod 57-200 Ząbkowice Śląskie	<b>1.4. Adres budynku</b> ul. Piastowska 1 kod 57-200 miejscowość Ząbkowice Śląskie powiat ząbkowicki woj. doniośląskie	
<b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt:</b>  <b>SEMPER POWER Sp. z o.o.</b> ul. Główna 5 42-693 Krupski Młyn REGON: 366374180			
<b>3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis.</b>  Mateusz Jaruszowiec, 42-693 Krupski Młyn, ul. Tarnogórska 7/5 kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego Nr 128/2012 audytor ZAE nr 1794   <i>podpis</i>			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis.</b>			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	Mateusz Jaruszowiec	obliczenia	
2	Łukasz Kruczyński	inwentaryzacja	
3			
4			
<b>5. Miejscowość:</b>	Krupski Młyn	<b>Data wykonania opracowania:</b>	25.01.2022 r.
<b>6. Spis treści</b>			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		6
5.	Ocena stanu technicznego budynku		13
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		15
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		16
8.	Opis wariantu optymalnego		33

**TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU <sup>1)</sup>**

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 499	1 499
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m <sup>2</sup> ]	256	256
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	0	0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	30	30
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	energia elektryczna	pompa ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	kotłownia węglowa	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,61	0,61
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m<sup>2</sup>K]</b>			
1.	Ściany zewnętrzne	1,316	0,188
2.	Dach budynku	2,842	0,142
3.	Podłoga na gruncie	0,451	0,237
4.	Okna, drzwi balkonowe	1,8	0,9
5.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,5	1,3
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,80	3,49
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95
<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,96	3,49
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,85	0,90
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]	816	816
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,54	0,54
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	90,5	21,8
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	0,9	0,2
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	674	57
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 376	18

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	11,9	3,1
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok <sup>*)</sup>	-	-
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]	731	62
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]	1492	20
10 <sup>2)</sup>	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	71,43%

### 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)

1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup> [zł/GJ]	42,37	166,67
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup> [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup> [zł/m <sup>3</sup> ]	26,47	6,88
4.	Koszt za 1 GJ ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	166,67	166,67
5.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	0,00	0,00
6.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej [zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	18,97	1,86
7.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
8.	Inne [zł]	-	-

### 8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Planowana kwota kredytu [zł]	282 458	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	98,5
Planowane koszty całkowite	564 917	Premia termomodernizacyjna	118 633
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	56 712		

### 9. Inne

Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE<sup>5)</sup> zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej **15,05 kW**.

Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA<sup>5)</sup>, że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r wymagania, o których mowa w art. a ust. 2 ustawy

- 1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielenie dla każdej części budynku
- 2)  $U_{OZE}$  [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.
- 3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
- 4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii
- 5) Niepotrzebne skreślić

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

#### 3.1. Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja architektoniczno-budowlana
- Informacje uzyskane podczas wizji budynku

#### 3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- \* Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.
- \* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.
- \* Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- \* Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”.
- \* Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- \* Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.
- \* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”.
- \* Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
- \* KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.

#### 3.3. Osoby udzielające informacji

- Pracownicy Urzędu Miejskiego w Ząbkowicach

#### 3.4. Data wizji lokalnej

Maj 2020 r.

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

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

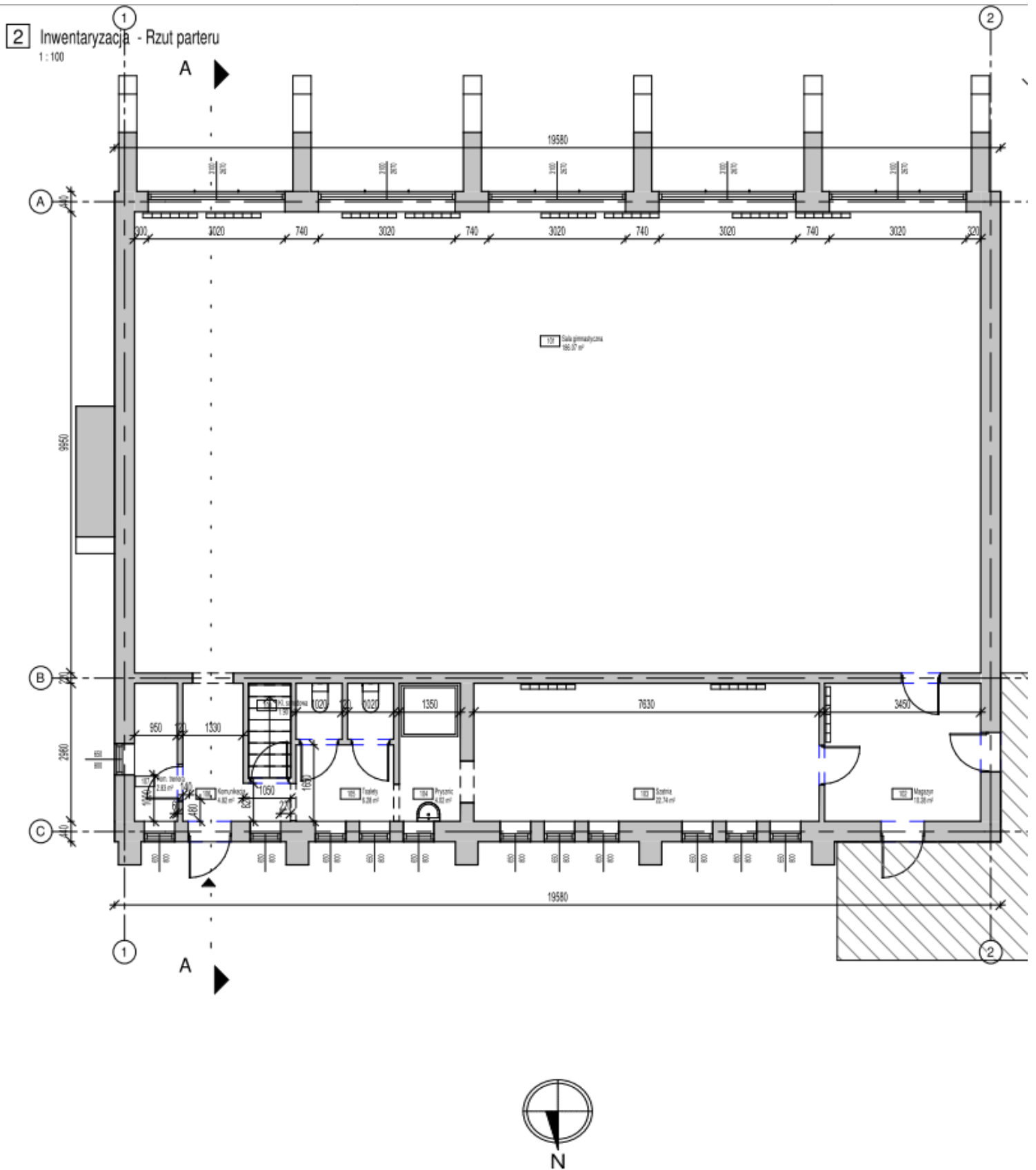
#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

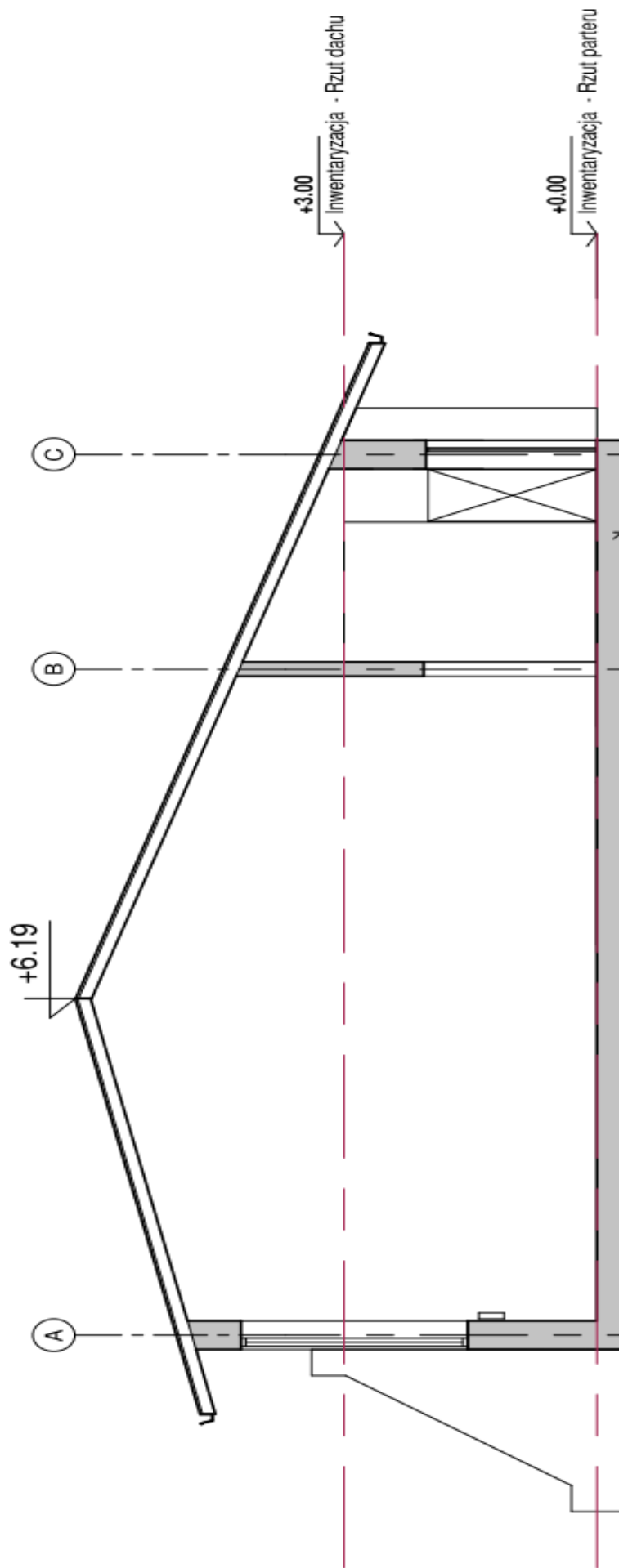
##### 4a. Ogólne dane o budynku

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

<b>Rok budowy</b>		bd		<b>Rok zasiedlenia</b>		bd	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	<b>X</b> tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowy	275	9	Budynek podpiwniczony	tak - tylko kotłownia		
2	Kubatura budynku [m <sup>3</sup> ]	1 499	10	Liczba klatek schodowych	0		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m <sup>3</sup> ]	1 499	11	Liczba kondygnacji	1		
3	Powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	256	11	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3 / 5,8		
4	Powierzchnia klatek [m <sup>2</sup> ]	0	12	Liczba użytkowników	30		
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m <sup>2</sup> ]	0					
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m <sup>2</sup> ]	0	13	Liczba mieszkań	0		
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [m <sup>2</sup> ]	256					

## 4.b. Rzut i przekrój budynku









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

Budynek Sali gimnastycznej przy szkole podstawowej nr 2 w Ząbkowicach jest obiektem wolnostojącym, o 1 kondygnacji z poddaszem, z częściowym podpiwniczeniem tylko na potrzeby kotłowni.

Budynek wykonany w technologii tradycyjnej:

- ściany zewnętrzne – konstrukcja murowana z cegły ceramicznej pełnej,
- dach budynku – konstrukcja drewniana, kryty dachówką.

Okna PCV ogólnie w średnim stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na  $U=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Drzwi wejściowe o współczynniku  $U=2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

#### Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis		Pow. całk. do ocieplenia $\text{m}^2$	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) $\text{m}^2$	$U_K$ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. okien i drzwi balk. $\text{m}^2$	$U$ okna $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. drzwi $\text{m}^2$	$U$ drzwi $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	Ściany zewnętrzne		274,6	223,4	1,316	47,63	1,8	3,6	2,5
2	Dach budynku		394,2	394,2	2,842				
3	Podłoga na gruncie		245,9	245,9	0,451				

#### 4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu ( $q_{sr}$ )	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	91
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	0,9
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	674
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 376
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,0
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	42,4
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,0

#### 4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Instalacja c.o. pracuje w układzie otwartym, z rozdzielaniem dolnym. Ciepło wytwarzane lokalnie w kotłowni węglowej - kocioł węglowy typu RED PLUS o mocy 30kW.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, spawane. Przewody nie izolowane w obrębie kotłowni. Ogólnie zły stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne, stalowe.
5.	Oslonięcie grzejników	Brak.
6.	Zawory termostatyczne	Brak.
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24

#### Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacją

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,80
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	$\eta_e$	0,77
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	$\eta_{tot}$	0,49
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$W_t$	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$W_d$	1,00

#### 4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa przygotowywana poprzez podgrzewacz elektryczny.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe oraz z tworzyw sztucznych.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny dla całego budynku.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zbiornik c.w.u.

#### 4.g. Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku

Ogrzewanie z lokalnej kotłowni węglowej zlokalizowanej w rozpatrywanym budynku, źródłem ciepła kocioł węglowy - kocioł typu RED PLUS o mocy 30kW.

#### 4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	816

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sup>1)</sup> [W/m <sup>2</sup> *K]
	istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne	1,32	0,20
Dach budynku	2,84	0,15
Podłoga na gruncie	0,45	0,30

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

### 5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m <sup>2</sup> *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	2,5	1,3
okno	1,8	0,9

### 5.3 System grzewczy

Instalacja zasilana z lokalnej kotłowni węglowej zlokalizowanej w rozpatrywanym budynku. Instalacja c.o. typu tradycyjnego, z rodziałem dolnym, z grzejnikami żeliwnymi, stalowymi, bez zaworów termostatycznych. Przewody w obrębie kotłowni bez izolacji. Źródłem ciepła kocioł węglowy typu RED PLUS o mocy 30kW.

### 5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana poprzez podgrzewacz elektryczny.

### 5.5 Wentylacja

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

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<b><u>Przegrody zewnętrzne</u></b> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalającą wartość współczynnika przenikania ciepła	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wartość współczynnika $U$ spełniającą wymagania warunków technicznych na rok 2021.
2	<b><u>Okna</u></b> PCV o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U$ [ $W/m^2K$ ]	Pożądana wymiana istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 W/m^2K$ .
3	<b><u>Drzwi zewnętrzne</u></b> o wysokim współczynniku przenikania ciepła $U$ [ $W/m^2K$ ]	Pożądana wymiana drzwi zewnętrznych na bardziej szczelne o współczynniku $U$ nie większym niż $1,3 W/m^2K$ .
4	<b><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></b> Ciepła woda przygotowywana poprzez podgrzewacz elektryczny.	Zastosowanie nowego źródła ciepła - powietrzna pompa ciepła.
5	<b><u>System grzewczy</u></b> Lokalna kotłownia węglowa zlokalizowana w rozpatrywanym budynku. Instalacja typu tradycyjnego. Grzejniki stalowe, żeliwne bez zaworów termostatycznych.	Konieczna modernizacja instalacji wraz z montażem nowego źródła ciepła - powietrzna pompa ciepła.
6	<b><u>Oświetlenie</u></b> Oświetlenie wbudowane typu tradycyjnego	Wymiana oświetlenia na nowe w technologii LED.
7	<b><u>Energia elektryczna</u></b> Energia elektryczna pobierana z sieci elektroenergetycznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej do produkcji własnej energii elektrycznej na potrzeby pracy pompy ciepła oraz oświetlenia.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - warstwą styropianu.
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach	Ocieplenie stropu poddasza oraz dachu - warstwą wełny mineralnej położonej na istniejącej konstrukcji oraz pomiędzy konstrukcją dachu oraz warstwą styropapy. <b>W związku ze stwierdzeniem znacznego stopnia zużycia pokrycia dachu i liczne ubytki dachówek, co powoduje zawilgocenie części pomieszczeń poddasza oraz mając na uwadze palnowaną inwestycje polegającą na montażu instalacji ogniw fotowoltaicznych w należy uwzględnić wymianę pokrycia dachu oraz ewentualne wzmocnienie jego konstrukcji.</b>
3.	jw. podłogę na gruncie	Wymiana wykończenia posadzki w całym budynku wraz z zastosowaniem izolacji termicznej. Należy użyć materiałów zbliżonych do istniejących.
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna	Wymiana istniejących okien na nowe o współczynnika przenikania 0,9 W/(m <sup>2</sup> K).
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynnika przenikania 1,3 W/(m <sup>2</sup> K).
6.	Zmniejszenie strat na podgrzanie ciepłej wody użytkowej	Zastosowanie nowego źródła ciepła - powietrzna pompa ciepła.
7.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Zastosowanie nowego źródła ciepła - powietrzna pompa ciepła oraz wymiana instalacji c.o. wraz z montażem nowych grzejników z zaworami termostatycznymi.
8.	Modernizacja oświetlenia	Zastosowanie opraw energooszczędnych typu LED.
9.	Zastosowanie odnawialnych źródeł energii na potrzeby produkcji energii elektrycznej	Montaż instalacji ogniw fotowoltaicznych.

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku
		Ocieplenie dachu wraz z wymianą konstrukcji
		Wymiana okien
		Wymiana drzwi zewnętrznych
		Ocieplenie podłogi na gruncie
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła na przygotowanie c.w.u.	Zastosowanie nowego źródła ciepła - powietrzna pompa ciepła.



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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jednostka
$t_{wo}$	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 754	3 754	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	0	0	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	42	167	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 223,4 \text{ m}^2$	
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 274,6 \text{ m}^2$	
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie ściana warstwą styropianu przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<b>Jako dodatkowe prace należy uwzględnić wykonanie prac odtworzeniowych.</b>						
założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,15	0,16	0,17
2	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,316	0,188	0,178	0,169
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	95,4	13,7	12,9	12,3
4	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0118	0,0017	0,0016	0,0015
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		3 462	3 496	3 521
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		380	400	420
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		104 352	109 844	115 336
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		30,1	31,4	32,8
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia $1 \text{ m}^2$ wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt:</b>	<b>104 352 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>30,1 lat</b>	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
<b>Dane:</b>		powierzchnia przegrody do obliczania strat	<b>A</b>	=	394,2	m <sup>2</sup>
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	<b>A<sub>kosz</sub></b>	=	394,2	m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej						
o współczynnika przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$						
<b>W związku ze stwierdzeniem znacznego stopnia zużycia pokrycia dachu i liczne ubytki dachówek, co powoduje zawilgocenie części pomieszczeń poddasza oraz mając na uwadze palnowaną inwestycje polegającą na montażu instalacji ogniw fotowoltaicznych w kosztach należy uwzględnić wymianę pokrycia dachu oraz ewentualne wzmocnienie jego konstrukcji, co zwiększy również bezpieczeństwo podczas wykonywanych prac.</b>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,24	0,25	0,26
2	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	W/m <sup>2</sup> K	2,842	0,142	0,137	0,132
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	110,9	5,6	5,3	5,2
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0448	0,0022	0,0022	0,0021
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		4 462	4 475	4 479
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		310	320	330
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		122 202	126 144	130 086
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		27,4	28,2	29,0
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
<b>Koszty dodatkowe:</b>						
- wymiana pokrycia dachu					196 800,00 zł	
<b>Wybrany wariant: 1</b>		<b>Koszt:</b>	<b>122 202 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>27,4 lat</b>	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Podłoga na gruncie		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 245,9 \text{ m}^2$		
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 245,9 \text{ m}^2$		
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>						
Przewiduje się ocieplenie podłogi na gruncie warstwą styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
<b>W kosztach należy uwzględnić wykończenia posadzki w całym budynku. Należy użyć materiałów zbliżonych do istniejących.</b>						
założenia: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,04	0,06	0,08
2	Współczynnik $U_c$ przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,451	0,311	0,269	0,237
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	36,0	24,8	21,5	18,9
4	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0044	0,0031	0,0026	0,0023
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		474	616	724
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		340	370	400
7	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		83 609	90 987	98 364
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		176,28	147,75	135,92
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia $1 \text{ m}^2$ wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
<b>Wybrany wariant: 3</b>		<b>Koszt :</b>	<b>98 364 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>135,9 lat</b>	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
Dane: powierzchnia okien		$A_{ok} = 47,6 \text{ m}^2$	$C_w = 1$		
		$V_{nom} = 517 \text{ m}^3/h$			
		$V_{obl} = 816 \text{ m}^3/h$			
		$V_{PN-12831} = 1\,799 \text{ m}^3/h$			
<b>Opis wariantów usprawnienia</b>					
Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na nowe o współczynniku U:					
wariant 1: okna o współczynniku		U = 1,1	W/m <sup>2</sup> *K z nawiewnikami ciśnieniowymi		
wariant 2: okna o współczynniku		U = 0,9	W/m <sup>2</sup> *K z nawiewnikami ciśnieniowymi		
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien	U	W/m <sup>2</sup> *K	1,8	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,2	0,70
		Cm	-	1,2	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	28	17	14
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	68	40	40
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	96	57	54
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0034	0,0021	0,0017
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{PN} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0147	0,0122	0,0122
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0181	0,0143	0,0139
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		1 653	1 780
10	Koszt jednostkowy okien $N_{OK}$	zł		1 250	1 300
11	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	zł		59 538	61 919
12	$SPBT = (N_{OK}) / \Delta O_{ru}$	lata		36,0	34,8
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>					
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m <sup>2</sup> wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.					
<b>Wybrany wariant: 2</b>		<b>Koszt:</b>	<b>61 919 zł</b>	<b>SPBT=</b>	<b>34,8 lat</b>

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi zewnętrznych	
<p>Dane: powierzchnia drzwi <math>A_{dz} = 3,6 \text{ m}^2</math> <math>C_w = 1</math></p> <p><math>V_{nom} = 517 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>V_{obl} = 816 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p>Opis wariantów usprawnienia <math>V_{PN-12831} = 1\,799 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe, o lepszym współczynniku przenikania.</p> <p>wariant 1: drzwi o współczynniku <math>U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math></p>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	
1	Współczynnik przenikania drzwi	U	W/m <sup>2</sup> K	2,5	1,3
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,1	1,00
		Cm	-	1,2	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{dz} \cdot U$		GJ/a	0,9	0,5
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$		GJ/a	19,1	17,4
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$		GJ/a	20,0	17,9
6	$10^{-6} \cdot A_{dz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,00025	0,00013
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,01028	0,00856
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$		MW	0,01053	0,00869
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$		zł/rok		89,0
10	Koszt jednostkowy drzwi $N_{dz}$		zł		3 000
11	Koszt wymiany drzwi $N_{dz}$		zł		10 800
12	$SPBT = (N_{dz})/\Delta O_{ru}$		lata		121,4
<p>Podstawa przyjętych wartości <math>N_u</math></p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe <math>1 \text{ m}^2</math> wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.</p>					
Wybrany wariant: 1		Koszt:	10 800 zł	SPBT=	121,4 lat

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

Dane:  $Q_{ocw} = 12 \text{ GJ}$   $q_{ocw} = 0,0009 \text{ MW}$

**Opis:**

Modernizacja instalacji c.w.u. polega zastosowaniu nowego źródła ciepła - powietrznej pompy ciepła wraz z nowym zbiornikiem akumulacyjnym o pojemności 1000l.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cw\acute{s}r}$	MW	0,0009	0,0002
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	12	3
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	1 981	515
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0,00	0,00
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0,00	0,00
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	1 981	515
7	Różnica	zł/a		1 466

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

### 7.2.7. Usprawnienie - Zastąpienie oświetlenia tradycyjnego oprawami w technologii LED

Dane: rodzaj oprawy: żarówki oraz świetlówki  
moc opraw: 2 x 36 i 80 W  
Liczba zamontowanych źródeł 20 szt.  
Moc znamionowa: 1,49 kW

Opis wariantu usprawnienia

Zastosowanie opraw typu LED.

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Moc znamionowa	kW	1,49	0,86
2	Czas użytkowania źródeł światła	h	2 000	2 000
3	Zużycie prądu w skali roku	kWh	2 976,00	1 728,00
4	Cena energii	zł/kWh	0,60	0,60
5	Roczne koszty oświetlenia	zł	1 785,60	1 036,80
6	Roczne zmniejszenie zużycia prądu	kWh		1 248,00
7	Roczna oszczędność kosztów	zł		748,80
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł		861
9	Koszt realizacji usprawnienia	zł		17 220,00
10	SPBT	lata		23,00

#### Podstawa przyjętych wartości jednostkowej ceny usprawnienia

Przyjęto ceny na podstawie średnich cen lokalnych.



## 7.2.8. Ocena opłacalności montażu instalacji wytwarzającej energię elektryczną z OZE

### Opis instalacji:

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 16,28 kWp na potrzeby oświetlenia oraz pracę pomp ciepła.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po montażu instalacji
1	Moc instalacji	kW	0	16,28
2	Całkowity roczny uzysk energii z uwzględnieniem systemu opustów	kWh/rok	0	11 057
3	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną	zł/kWh	0,60	
4	Roczny koszt oszczędności na opłatach za energię elektryczną	zł/rok		6 634
5	Koszt montażu instalacji	zł		127 705
6	<b>Prosty czas zwrotu</b> <b>SPBT</b>	lat		19,2

### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Kalkulację kosztów budowy instalacji PV wg wyceny firm wykonawczych.

Oferta obejmuje projekt, dostawę, montaż i uruchomienie instalacji PV.

Podane kwoty są brutto.

<b>Koszt:</b>	<b>127 705 zł</b>	<b>SPBT:</b>	<b>19,2 lat</b>
---------------	-------------------	--------------	-----------------

**7.2.9. 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 instalacji c.o. i c.w.u.	167 280	7,6
2	Ocieplenie dachu	122 202	27,4
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	104 352	30,1
4	Wymiana okien	61 919	34,8
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	10 800	121,4
6	Ocieplenie podłogi na gruncie	98 364	135,9

\*- Według Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 Nr 43 poz.346 z późn. zmianami.) usprawnienie polegające na modernizacji instalacji centralnego ogrzewania wykonuje się niezależnie od wartości SPBT. Jest to usprawnienie priorytetowe.

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

Dane:  $Q_{oco} = 674 \text{ GJ/a}$

#### Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Instalacja c.o. w średnim stanie technicznym.
- 2 Zainstalowane są grzejniki żeliwne, stalowe, bez zaworów termostatycznych.
- 3 Kociołownia lokalna węglowa w stanie istniejącym.

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

lp.	opis	kpl.	cena jedn.	koszt
1	Powietrzna pompa ciepła o mocy 45kW wraz z osprzętem - zakup i montaż	1	111 930	111 930
2	Zasobnik na potrzeby c.w.u. o pojemności 500l + rozdzielacze + armatura	1	18 450	18 450
3	Wymiana całej instalacji c.o. - orurowanie, nowe grzejniki z zaworami termostatycznymi - 12 szt.	1	36 900	36 900
<b>koszt</b>			<b>zł</b>	<b>167 280</b>

Przyjęto ceny na podstawie wyceny firmy instalatorskiej. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności		
		przed		po
	Rodzaj systemu zasilania	kociołownia węglowa		powietrzna pompa ciepła
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,80	$\eta_g =$ 3,49
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	0,80	$\eta_d =$ 0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,77	$\eta_e =$ 0,88
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	$\eta_s =$ 1,00
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	<b>0,49</b>	$\eta =$ <b>2,95</b>
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	$w_t =$ 1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	1,00	$w_d =$ 0,95

Uzasadnienie przyjętych sprawności:

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_g$	kociołownia węglowa	powietrzna pompa ciepła
sprawność przesyłu $\eta_d$	przewody w obrębie kotłowni bez izolacji	przewody w obrębie kotłowni izolowane - nowa izolacja
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_e$	regulacja centralna	regulacja centralna i miejscowa
sprawność akumulacji $\eta_s$	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	brak przerw	uwzględnienie przerwy w ogrzewaniu poprzez stosowanie zaworów termostatycznych

### 7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,0905	0,0905
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	674	674
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania $\eta$	-	<b>0,49</b>	<b>2,95</b>
4	Obniżenie nocne	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	<b>1 376</b>	<b>217</b>
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	58 305	36 167
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	<b>58 305</b>	<b>36 167</b>
<b>Podsumowanie przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na modernizacji instalacji c.o. i c.w.u.</b>				
11	Różnica	zł/rok		22 138
12	Koszt	zł		<b>167 280</b>
13	SPBT	lat		<b>7,56</b>

#### 7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

#### 7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	X	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie dachu	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	X	X	X	X		
4	Wymiana okien	X	X	X			
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X				
6	Ocieplenie podłogi na gruncie	X					

#### 7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]	Koszt całkowity [zł]
1	1+2+3+4+5+6	564 917	564 917
2	1+2+3+4+5	466 553	466 553
3	1+2+3+4	455 753	455 753
4	1+2+3	393 834	393 834
5	1+2	289 482	289 482
6	1	167 280	167 280

#### 7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	$Q_{co}$ wg obl. <sup>1)</sup>	$\eta$	$w_d$	$Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	Opłata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Opłata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Opłata c.o.+c.w.u.	$\Delta Q_{co+cw}$	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,0218	57	2,950	0,95	18	3 068	0,0002	3	515	0,0220	21	3 583	1 367	56 712
2	0,0237	106	2,950	0,95	34	5 708	0,0002	3	515	0,0240	37	6 223	1 351	54 072
3	0,0239	108	2,950	0,95	35	5 787	0,0002	3	515	0,0242	38	6 301	1 350	53 994
4	0,0259	151	2,950	0,95	49	8 102	0,0002	3	515	0,0261	52	8 616	1 336	51 679
5	0,0378	245	2,950	0,95	79	13 137	0,0002	3	515	0,0380	82	13 651	1 306	46 644
6	0,0905	674	2,950	0,95	217	36 167	0,0002	3	515	0,0908	220	36 681	1 168	23 614
0-stan istniejący	0,0905	674	0,490	1,00	1 376	58 314	0,0009	12	1 981	0,0915	1 388	60 295		

     wariant wybrany do realizacji

<sup>1)</sup> - wyniki z programu Audytor OZC 7.0Pro - obliczenie mocy i zużycia ciepła

<sup>2)</sup> - wyniki wg załącznika nr 4

#### Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

$\eta_g$	$\eta_d$	$\eta_e$	$\eta_s$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
0,80	0,80	0,77	1,00	<b>0,49</b>	1,00	1,00

#### Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

$\eta_g$	$\eta_d$	$\eta_e$	$\eta_s$	$\eta$	$w_t$	$w_d$
3,49	0,96	0,88	1,00	<b>2,95</b>	1,00	0,95

### 7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) %	Minimalna kwota kredytu *	Premia termomodernizacyjna [zł] - <b>nie dotyczy</b>	
						16% całkowitych kosztów	21% całkowitych kosztów w przypadku mikroinstalacji PV
1	2	3	4	5		7	8
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku Wymiana okien Wymiana drzwi zewnętrznych Ocieplenie podłogi na gruncie	564 917	56 712	98,45%	282 458,40	90 387	118 633
2	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku Wymiana okien Wymiana drzwi zewnętrznych	466 553	54 072	97,31%	233 276,40	74 648	97 976
3	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku Wymiana okien	455 753	53 994	97,28%	227 876,40	7 292 045	95 708
4	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie dachu Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	393 834	51 679	96,28%	196 916,90	63 013	82 705
5	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Ocieplenie dachu	289 482	46 644	94,10%	144 741,00	4 631 712	60 791
6	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	167 280	23 614	84,14%	83 640,00	26 765	35 129

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

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

#### 7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. zgodnie z zakresem opisanym w punkcie 7.3 audytu
- ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku
- ocieplenie dachu wraz z wymianą pokrycia i wzmocnieniem konstrukcji
- ocieplenie podłogi na gruncie
- wymiana okien w całym budynku wraz z montażem nawiewników ciśnieniowych
- wymiana drzwi zewnętrznych
- wymian oświetlenia na LED
- montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 16,28 kW

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

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

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



## 8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

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

- Powietrzna pompa ciepła o mocy 45kW wraz z osprzętem - zakup i montaż
- Zasobnik na potrzeby c.w.u. o pojemności 500l + rozdzielacze + armatura
- Wymiana całej instalacji c.o. - orurowanie, nowe grzejniki z zaworami termostatycznymi - 12 szt.

2. Ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ), o grubości 15 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem. **Jako dodatkowe prace należy uwzględnić wykonanie prac odtworzeniowych.**

3. Ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ), o grubości 24 cm. **W związku ze stwierdzeniem znacznego stopnia zużycia pokrycia dachu i liczne ubytki dachówek, co powoduje zawilgocenie części pomieszczeń poddasza oraz mając na uwadze palnowaną inwestycję polegającą na montażu instalacji ogniw fotowoltaicznych w kosztach należy uwzględnić wymianę pokrycia dachu wraz ze wzmocnieniem jego konstrukcji.**

4. Ocieplenie podłogi na gruncie styropianem (materiał o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ), o grubości 8 cm.

5. Wymianę istniejących okien na nowe o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,9 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  wraz z nawiewnikami ciśnieniowymi.

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

7. Wymiana istniejącego oświetlenia wbudowanego na nowe w technologii LED.

8. Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 16,28 kW.

### 8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m <sup>2</sup> / szt.	zł/m <sup>2</sup> , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.			167 280,00
2	Ocieplenie dachu	394,2	310	122 202,00
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	274,6	380	104 351,80
4	Wymiana okien	47,6	1 300	61 919,00
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	3,6	3 000	10 800,00
6	Ocieplenie podłogi na gruncie	245,9	400	98 364,00
7	Modernizacja oświetlenia			17 220,00
7	Wymiana pokrycia dachu			196 800,00
8	Montaż instalacji fotowoltaicznej			127 704,75
9	Nadzór nad realizacją projektu			27 199,25
			<b>SUMA</b>	<b>933 840,80</b>

### 8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		<b>933 840,80 zł</b>
Udział środków własnych inwestora:	30%	<b>280 152,24 zł</b>
Możliwe dofinansowanie z RPO:	70%	<b>653 688,56 zł</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (bez dofinansowania):		<b>14,6</b>
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO):		<b>4,4</b>

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Obliczenie stopniodni
- Załącznik 7 Obliczenie udziału energii z OZE
- Załącznik 8 Zapotrzebowanie na energię końcową dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
- Załącznik 9 Zestawienie wskaźników efektywności energetycznej dla budynku dla wybranego wariantu optymalnego
- Załącznik 10 Określenie efektu ekologicznego
- Załącznik 11 Wyniki komputerowych obliczeń - wydruk
- Załącznik 12 Analiza opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej

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

Założenia:

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

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	34,45	42,37
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>34,45</b>	<b>42,37</b>

**Po modernizacji**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	135,50	166,67
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>135,50</b>	<b>166,67</b>

**Opłaty za zużycie ciepła - na potrzeby c.w.u.**

Założenia:

- przed modernizacją - energia elektryczna
- po modernizacji - powietrzna pompa ciepła

**Przed modernizacją**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	135,50	166,67
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>135,50</b>	<b>166,67</b>

**Po modernizacji**

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
<b>Razem opłata stała</b>	<b>zł/(MW-m-c)</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	135,50	166,67
<b>Razem opłata zmienna</b>	<b>zł/GJ</b>	<b>135,50</b>	<b>166,67</b>

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnętrzne	cegła pełna	0,440	0,770	0,571	1,316
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,130	
				R <sub>se</sub> 0,040	
				<b>razem 0,760</b>	
Dach budynku	dachówka	0,020	0,820	0,024	2,842
	drewno	0,030	0,160	0,188	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>i</sub> 0,100	
				R <sub>e</sub> 0,040	
			<b>razem 0,352</b>		
Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,300	0,015	0,451
	beton	0,300	1,400	0,214	
	papa	0,004	0,180	0,022	
	beton	0,080	1,050	0,076	
	piasek	0,150	0,400	0,375	
				R <sub>g</sub> 1,512	
			<b>razem 2,215</b>		

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	$\lambda$ W/m*K	R, R <sub>i</sub> , R <sub>e</sub> m <sup>2</sup> *K/W	U W/m <sup>2</sup> *K
Ściany zewnątrzne	cegła pełna	0,440	0,770	0,571	0,188
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	<b>styropian</b>	<b>0,150</b>	<b>0,033</b>	4,545	
				0,000	
				R <sub>si</sub> 0,130	
				R <sub>se</sub> 0,040	
				<b>razem 5,305</b>	
Dach budynku	dachówka	0,020	0,820	0,024	0,142
	drewno	0,030	0,160	0,188	
	<b>wełna mineralna</b>	<b>0,240</b>	<b>0,036</b>	6,667	
				0,000	
				0,000	
				R <sub>i</sub> 0,100	
				R <sub>e</sub> 0,040	
			<b>razem 7,019</b>		
Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,300	0,015	0,237
	<b>styropian</b>	<b>0,080</b>	<b>0,040</b>	2,000	
	beton	0,300	1,400	0,214	
	papa	0,004	0,180	0,022	
	beton	0,080	1,050	0,076	
	piasek	0,150	0,400	0,375	
				R <sub>g</sub> 1,512	
			<b>razem 4,215</b>		

## Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

## Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg Rozporządzenia dot. świadectw

Strumień podstawowy -  $V_{nom}$ 

Typ pomieszczenia	Powierzchnia, $m^2$	Wskaźnik, $m^3/(s m^2)$	Łączne zap. powietrza w $m^3/h$
Budynek	256	0,00056	517
<b>ŁĄCZNIE <math>V_{nom}</math></b>			<b>517</b>

Strumień dodatkowy

Typ pomieszczenia	Kubatura ogrz., $m^3$	Krotność wymian, $h^{-1}$	Łączne zap. powietrza w $m^3/h$
Budynek	1 499	0,2	300
<b>ŁĄCZNIE <math>V_{inf}</math></b>			<b>300</b>

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

Budynek	<b>816</b>	$m^3/h$
Razem	<b>816</b>	$m^3/h$
Kubatura wentylowana budynku $V=$	1 499	$m^3$
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	<b>0,54</b>	$h^{-1}$

## Minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego wg PN-EN-12831

Typ pomieszczenia	Kubatura ogrz., $m^3$	Krotność wymian, $h^{-1}$	Łączne zap. powietrza w $m^3/h$
Budynek	1 499	1	1 499
<b>ŁĄCZNIE <math>V_{PN-12831}</math></b>			<b>1 499</b>

### Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

#### Współczynniki korekcyjne wg Rozporządzenia dot. audytów

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien + nawiewniki	Po wymianie okien bez nawiewników
$c_r$	1,2	0,70	1,0
$c_w$	1,0	1,0	1,0
$c_m$	1,2	1,0	1,0

#### Strumienie powietrza wentylacyjnego przyjęte do optymalizacji usprawnienia związanego z wymianą okien

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło  $Q$  [GJ/rok] wg Rozporządzenia dot. świadectw

Budynek	$c_r * c_w * V_{nom}$	620	362	$m^3/h$
Razem		620	362	$m^3/h$

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

Budynek	$c_m * V_{PN-12831}$	1 799	1 499	$m^3/h$
Razem		1 799	1 499	$m^3/h$

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

### Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody $c_w$	kJ/(kg*dK)	4,19	4,19
gęstość wody $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{wi}$	dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> *dzień)	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana $A_f$	m <sup>2</sup>	256	256
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym $\theta_{cw}$	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem $\theta_0$	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu $k_R$	-	0,55	0,55
liczba dni w roku $t_R$	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{wi} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{uz} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	<b>2 155</b>	<b>2 155</b>
Energia z kolektorów słonecznych - zysk solarny c.w.u.	kWh/a	0	0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,96	3,49
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,80	0,80
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{ew}$	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji $\eta_{sw}$	-	0,85	0,90
sprawność całkowita $\eta_{wtot}$	-	<b>0,65</b>	<b>2,51</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	kWh/a	<b>3 301</b>	<b>858</b>
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{k,w}$	GJ/a	<b>11,9</b>	<b>3,1</b>

### Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Ilość użytkowników - L	os	30	30
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{dśr} = A_f * V_{cw} / 1001$	m <sup>3</sup> /d	0,205	0,205
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{hśr} = q_{dśr} / 18$	m <sup>3</sup> /h	0,011	0,011
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	4,064	4,064
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) / (10^6 * \eta_{wtot})$	GJ/m <sup>3</sup>	0,289	0,075
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśr} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	<b>3,7</b>	<b>1,0</b>
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>



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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła $Q_H$ , GJ/a
1	0,0218	57
2	0,0237	106
3	0,0239	108
4	0,0259	151
5	0,0378	245
6	0,0905	674
0 - stan istniejący	0,0905	674

## Obliczenie stopniodni Sd

### Dane klimatyczne dla Kłodzka

#### Sd dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy									
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
Średnia temp. miesięczna $\Theta_e$ [°C]	-0,6	-1,6	4,50	7,3	13,8	12,7	8,1	1,7	-1,4	
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31	
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
$(\Theta_{int,H}-\Theta_e)*Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	639	605	481	381	31	37	369	549	663	

Dla przegród zewnętrznych

Sd **3 754** dzień\*K/rokprzy  $\Theta_{int,H} = 20$  °C

stan przed

stan po

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

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,H,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{H,g}$ pompy ciepła	0,0	3,5	-
	$Q_{k,H}$	1 376	18	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	13	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	13	GJ/rok

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

Z kolektorów słonecznych	$Q_{k,W,oze}$ kolektory	0	0	GJ/rok
z pompy ciepła	$\eta_{W,g}$ pompy ciepła	0,0	3,5	-
	$Q_{k,W}$	12	3	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	2	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0	2	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii  $U_{oze}$

roczne zapotrzebowanie na energię końcową c.o. + c.w.u.	$Q_k$	1 388	21	GJ/rok
Udział odnawialnych źródeł energii	$U_{oze}$	0,00%	71,43%	%

**ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DLA BUDYNKU DLA WYBRANEGO WARIANTU OPTYMALNEGO**

*		Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ogrzewanie + wentylacja	GJ/rok	1 376	18
	kWh/rok	382 283	5 114
	Koszty zł	58 314	3 068
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	12	3
	kWh/rok	3 301	858
	Koszty zł	1 981	515
Energia elektryczna - oświetlenie, pompa ciepła	GJ/rok	11	25
	kWh/rok	2 976	6 881
	Koszty zł	1 786	4 129
Energia elektryczna - instalacja PV	GJ/rok	0	-40
	kWh/rok	0	-11 057
	Koszty zł	0	-6 634
<b>Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku (bez uwzględnienia energii z instalacji PV)</b>	GJ/rok	1 399	52
	kWh/rok	388 560	14 581
	Koszty zł	63 717	8 662
<b>Oszczędność energii końcowej</b>	%	-----	96,25%

	jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji	Oszczędność energii / redukcja zanieczyszczeń
1	2	3	4	5 = 3-4
Zapotrzebowanie na energię ciepłą (c.o. + went.)	GJ/rok	1 376,22	21,50	1 354,72
	kWh/rok	382 283,33	5 971,89	376 311,44
Zapotrzebowanie na energię elektryczną - c.w.u., oświetlenie (bez uwzględnienia energii z instalacji PV)	GJ/rok	22,60	24,77	-2,17
	kWh/rok	6 277,00	6 881,14	-604,14
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	1 581,63	138,81	1 442,82
	kWh/rok	439 342,67	38 559,10	400 783,57
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO <sub>2</sub> /rok	135,24	0,00	135,24
	%			100,00%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	444,178	0,000	444,178
	%			100,00%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	159,653	0,000	159,65
	%			100,00%

## OKREŚLENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla źródeł ciepła zgodnie z KOBIZE za rok 2020

jednostka	Węgiel kamienny	Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa
kg/GJ	94,78	55,33	74,10	0,00

Wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):765,0 kg CO<sub>2</sub>/MWh zgodnie z KOBIZE za rok 2020

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

0,036 kg /MWh zgodnie z KOBIZE za rok 2020

Pył TSP<sub>węgiel</sub> 1000\*A<sup>f</sup> g/Mg zgodnie z „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW”A<sup>f</sup> = 10%

Wskaźniki emisji dla energii cieplnej na c.o.

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/GJ	GJ	kg/a	kg/a	%
CO <sub>2</sub>	94,780	1 376,22	130 438,1	94,780	0,00	0,0	130 438,13	100,00
	kg/Mg	Mg		g/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>			
pył PM10 z TSP	0,7356	60,36	444,01	0,0004	0,00	0,0000000	444,01	100,00
pył PM2,5 z TSP	0,2644	60,36	159,59	0,0004	0,00	0,0000000	159,59	100,00

Wskaźniki emisji dla energii elektrycznej na potrzeby funkcjonowania budynku + c.w.u. + instalacja PV

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją			Stan po modernizacji			efekt ekologiczny	
	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Wskaźnik emisji	Ilość energii	Wielkość emisji	Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/MWh	MWh	kg/a	kg/a	%
Pył PM 10	0,0265	6,28	0,166	0,0265	0,00	0,000	0,166	100,00
Pył PM 2,5	0,0095		0,060	0,0095		0,000	0,060	100,00
CO <sub>2</sub>	765,00		4 801,91	765,00		0,00	4 801,91	100,00

## Całkowity efekt ekologiczny

Rodzaj zanieczyszczenia	Stan przed modernizacją		Stan po modernizacji		efekt ekologiczny	
	Wielkość emisji		Wielkość emisji		Redukcja emisji	Redukcja emisji
	kg/a		kg/a		kg/a	%
Pył PM 10	444,178		0,000		444,178	100,00
Pył PM 2,5	159,65		0,000		159,65	100,00
CO <sub>2</sub>	135 240,04		0,00		135 240,04	100,00

## Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego przed modernizacją

WO (wartość opałowa)

22,8 MJ/kg

ilość paliwa 60,36 ton

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

## Wyniki - Ogólne

<b>Normy:</b>		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
<b>Dane klimatyczne:</b>		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
<b>Grunt:</b>		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
<b>Podstawowe wyniki obliczeń budynku:</b>		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	256,2	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1499,5	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	77883	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	12664	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	90547	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	90547	W
<b>Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:</b>		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	353,4	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	60,4	W/m <sup>3</sup>
<b>Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790</b>		
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
<b>Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie</b>		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	769,9	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	674,35	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	187320	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	256	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1499,5	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	2632,0	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	731,1	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	449,7	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	124,9	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)

Wyniki - Ogólne

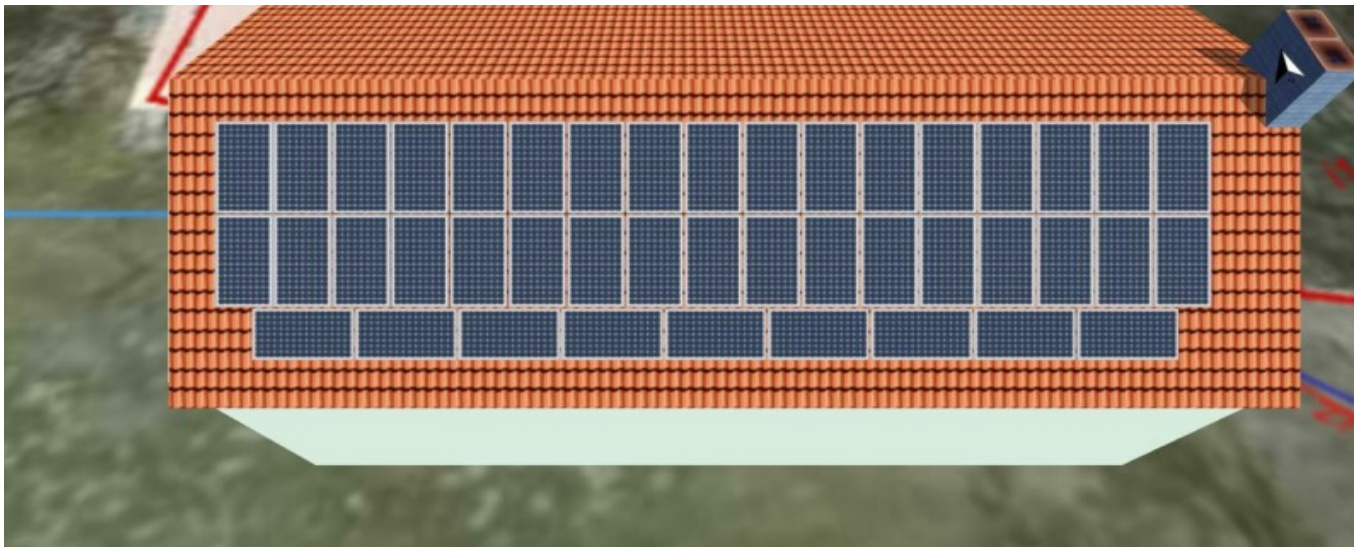
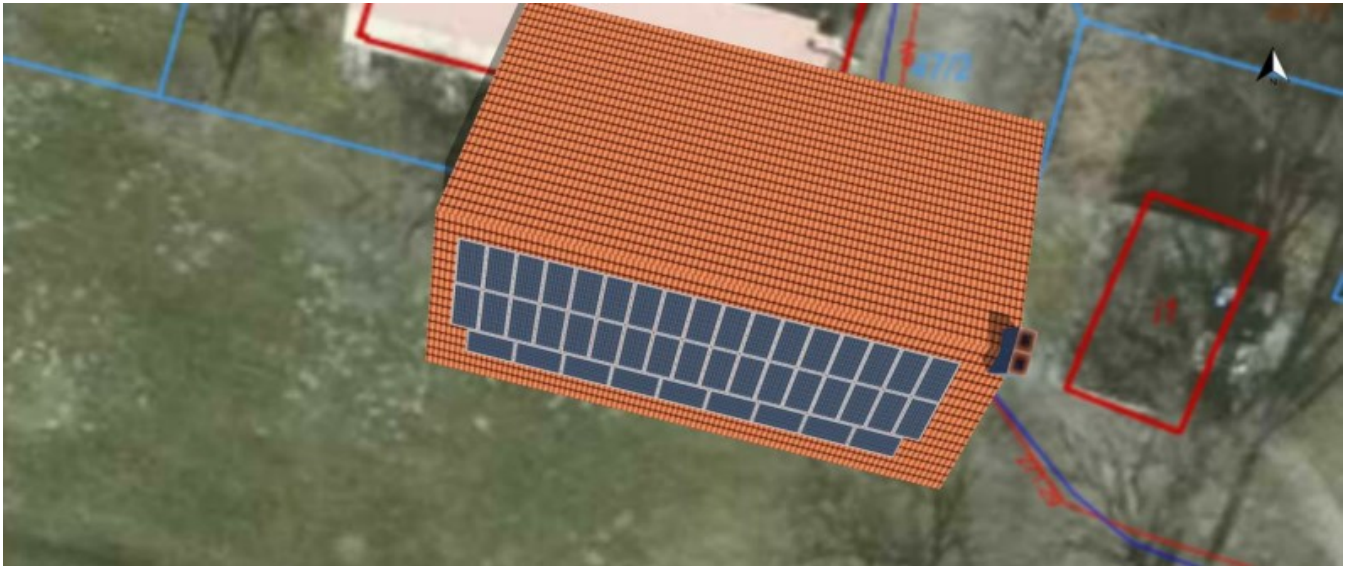
<b>Normy:</b>		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
<b>Dane klimatyczne:</b>		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna $\theta_e$ :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ :	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
<b>Grunt:</b>		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła $\delta$ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_g$ :	2,0	W/(m·K)
<b>Podstawowe wyniki obliczeń budynku:</b>		
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	256,2	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1499,5	m <sup>3</sup>
Projektowa strata ciepła przez przenikanie $\Phi_T$ :	9102	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_V$ :	12664	W
Całkowita projektowa strata ciepła $\Phi$ :	21765	W
Nadwyżka mocy cieplnej $\Phi_{RH}$ :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku $\Phi_{HL}$ :	21765	W
<b>Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:</b>		
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$ :	85,0	W/m <sup>2</sup>
Wskaźnik $\Phi_{HL}$ odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$ :	14,5	W/m <sup>3</sup>
<b>Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790</b>		
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
<b>Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie</b>		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$ :	511,9	m <sup>3</sup> /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	57,17	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$ :	15881	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku $A_H$ :	256	m <sup>2</sup>
Kubatura ogrzewana budynku $V_H$ :	1499,5	m <sup>3</sup>
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	223,1	MJ/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EA_H$ :	62,0	kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	38,1	MJ/(m <sup>3</sup> ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie $EV_H$ :	10,6	kWh/(m <sup>3</sup> ·rok)



**ZAŁOŻENIA**

Zaprojektowano moduły fotowoltaiczne o mocy nominalnej 370 Wp - 44 sztuk.

Moc wyjściowa układu: **16,28 kWp**



Średnia ilość energii rocznie z instalacji PV:	14 267 kWh
Średnia ilość energii rocznie z PV na potrzeby własne:	3 567 kWh
Średnia ilość energii rocznie - system opustów (PROSUMENT):	7 490 kWh

## ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI

### Nakłady inwestycyjne $N_U$

Koszt urządzeń, instalacji: 120 324,75 PLN (urządzenia wchodzące w skład instalacji + montaż)

Koszt projektowania: 7 380,00 PLN

---

**Koszt całkowity: 127 704,75 PLN**

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: 8 560,08 PLN

**SPBT - prosty czas zwrotu nakładów 14,9 lat**

### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Kalkulację kosztów wdrożenia rozwiązania sporządzono na podstawie kosztorysu.

Oferta obejmuje dostawę, montaż, pomiary elektryczne i uruchomienie. Podane kwoty są brutto.

### Korzyści pozafinansowe po zrealizowaniu modernizacji:

Istotną korzyścią niefinansową, która pojawi się po zrealizowaniu modernizacji to ograniczenie emisji dwutlenku węgla i innych pierwiastków szkodliwych dla atmosfery. Modernizacja wpłynie korzystnie na ochronę środowiska.

### Harmonogram wdrażania procesu modernizacji:

- 1 Wykonać projekt techniczny inwestycji PV
- 2 Wysłanie zapytania ofertowego do potencjalnych wykonawców celem zebrania rozwiązań i wyceny realizacji inwestycji PV
- 3 Wybór rozwiązania technicznego i wykonawcy na podstawie otrzymanych ofert
- 4 Po wykonaniu dokumentacji projektowej modernizacji złożenie wniosku o pozwolenie na realizację robót
- 5 Złożenie wniosku o dofinansowanie planowanej modernizacji przy wykorzystaniu PV
- 6 Zawarcie umowy z wykonawcą robót.
- 7 Realizacja robót
- 8 Odbiór techniczny
- 9 Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po 12 m-cach eksploatacji)