

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

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

Budynek Szkoły Podstawowej

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

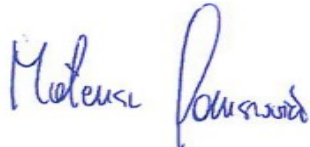
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	budynek użyteczności publicznej, szkolny	1.2. Rok budowy	1914
1.3. Inwestor <small>(nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)</small>	Urząd Miejski w Ząbkowicach Śląskich ul. 1 Maja 15 kod 57-200 Ząbkowice Śląskie	1.4. Adres budynku ul. Piastowska 1 kod 57-200 miejscowość Ząbkowice Śląskie powiat ząbkowicki woj. doniośląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt: SEMPER POWER Sp. z o.o. ul. Główna 5 42-693 Krupski Młyn REGON: 366374180			
3. Imię i nazwisko oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis. Mateusz Jaruszowiec, 42-693 Krupski Młyn, ul. Tarnogórska 7/5 kurs przygotowujący do działalności audytora energetycznego Nr 128/2012 audytor ZAE nr 1794  <i>podpis</i>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis.			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>	<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>	
1	Mateusz Jaruszowiec	obliczenia	
2	Łukasz Kruczyński	inwentaryzacja	
3			
4			
5. Miejscowość:	Krupski Młyn	Data wykonania opracowania:	25.01.2022 r.
6. Spis treści			
			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		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		35

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	6 005	6 005
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	1 740	1 740
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	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	298	298
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]	0,38	0,38
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne szkoła	1,285	0,189
2.	Dach budynek - skosy	2,842	0,142
3.	Strop poddasza	0,938	0,139
4.	Taras	1,335	0,146
5.	Strop piwnicy	1,180	0,245
6.	Podłoga na gruncie	0,302	0,302
7.	Okna, drzwi balkonowe	1,8	0,9
8.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,5	1,3
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
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	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
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
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	4 708	4 708
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,78	0,78
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	169,9	90,3
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	6,2	1,6
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	869	114
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 774	39

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	80,7	21,0
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 ² rok]	139	18
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	283	6
10 ²⁾	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 ³⁾ [zł/GJ]	42,37	166,67
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	26,48	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 ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,60	0,35
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]	879 882	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	96,8
Planowane koszty całkowite	1 759 764	Premia termomodernizacyjna	369 550
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	78 679		

9. Inne

Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej **21 kW**.

Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁵⁾, 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 CO₂ 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 od wewnątrz,
 - ocieplenie dachu/stropu poddasza/tarasu,
 - ocieplenie stropu nad piwnicą,
 - wymiana okien i drzwi zewnętrznych,
 - modernizacja oświetlenia,
 - modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej,
 - zastosowanie instalacji ogniw fotowoltaicznych.

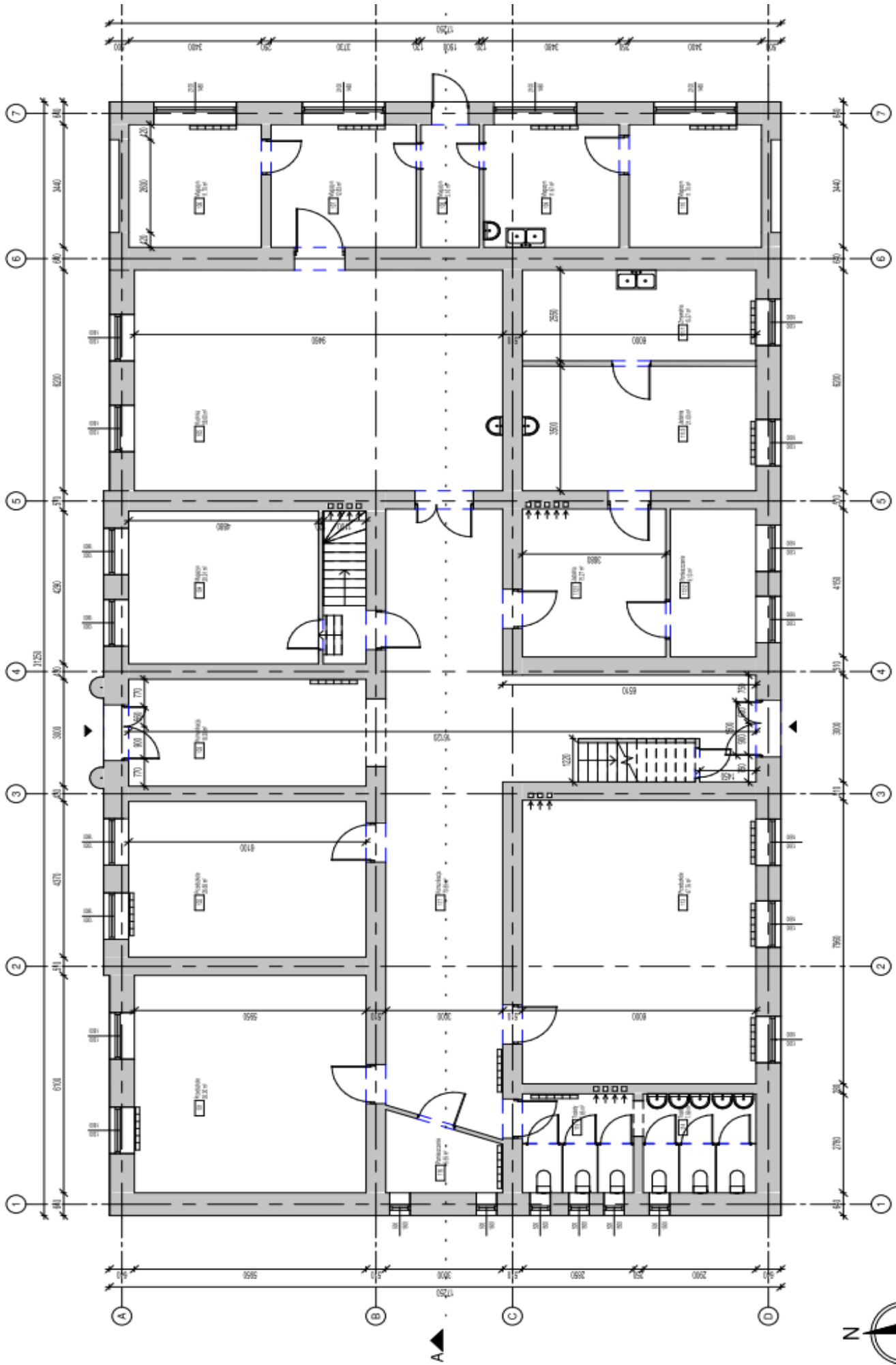
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

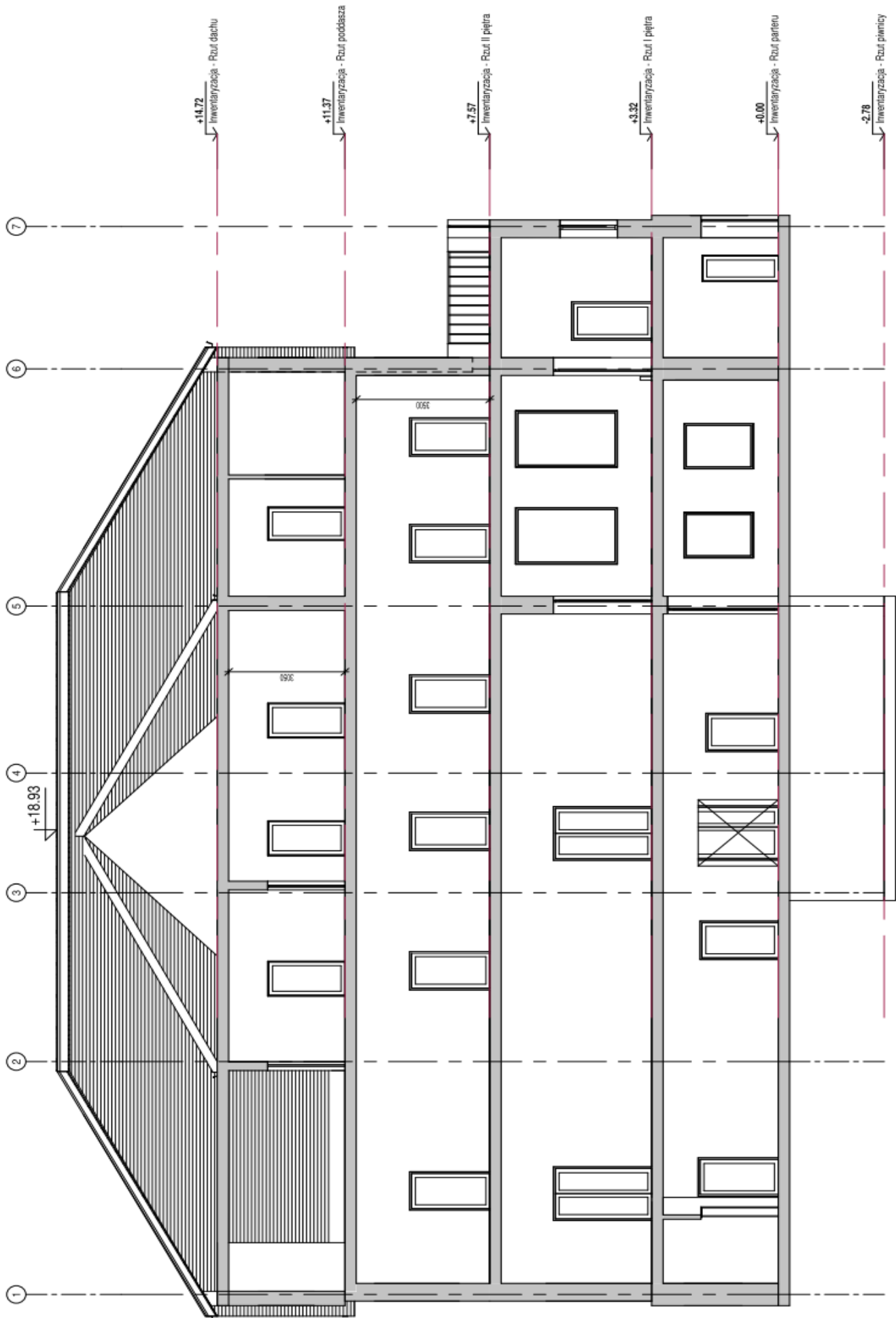
4a. Ogólne dane o budynku

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

Rok budowy		1914		Rok zasiedlenia		1914	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowy	541	9	Budynek podpiwniczony	tak		
2	Kubatura budynku [m ³]	9 262	10	Liczba klatek schodowych	1		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku [m ³]	6 005	11	Liczba kondygnacji	4		
3	Powierzchnia użytkowa [m ²]	1 740	11	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,05 / 3,5 / 3,95		
4	Powierzchnia klatek [m ²]	0	12	Liczba użytkowników	298		
5	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0					
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	0	13	Liczba mieszkań	0		
8	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	1 740					

4.b. Rzut i przekrój budynku





Istniejąca kotłownia węglowa



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek szkoły w Ząbkowicach jest obiektem wolnostojącym, o 4 kondygnacjach nadziemnych, poddaszem nieużytkowym, z częściowym podpiwniczeniem. Budynek figuruje w wykazie zabytków.

Budynek wykonany w technologii tradycyjnej:

- ściany zewnętrzne – konstrukcja murowana z cegły ceramicznej pełnej o zróżnicowanej grubości;
- stropy – żelbetowe monolityczne, strop poddasza drewniany;
- 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 m^2	Pow. do obl. strat ciepła (bez okien) m^2	U_k $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	Ściany zewnętrzne szkoła		1 102,9	769,2	1,285	325,29	1,8	8,4	2,5
2	Dach budynek - skosy		163,9	163,9	2,842				
3	Strop poddasza		400,0	400,0	0,938				
4	Taras		57,6	57,6	1,335				
5	Strop piwnicy		136,7	136,7	1,180				
6	Podłoga na gruncie		350,3	350,3	0,302				

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]	170
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	6,2
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	869
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1 774
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 rozdzielaczem dolnym. Ciepło wytwarzane lokalnie w kotłowni węglowej - kocioł węglowy firmy UKS.
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 termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,80
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,77
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{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 w miejscu poboru poprzez podgrzewacze elektryczne.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe oraz z tworzyw sztucznych.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Wodomierz główny dla całego budynku.
4.	Zbiornik akumulacyjny	Zbiorniki przy punktach poboru.

4.g. Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku

Ogrzewanie z lokalnej kotłowni węglowej zlokalizowanej w rozpatrywanym budynku, źródłem ciepła kocioł węglowy - kocioł firmy UKS.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	4 708

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne szkoła	1,29	0,20
Dach budynek - skosy	2,84	0,15
Strop poddasza	0,94	0,15
Taras	1,33	0,15
Strop piwnicy	1,18	0,25
Podłoga na gruncie	0,30	0,30

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

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	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 rodzajem dolnym, z grzejnikami żeliwnymi, stalowymi, bez zaworów termostatycznych. Przewody w obrębie kotłowni bez izolacji.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda przygotowywana w miejscu poboru poprzez podgrzewacze elektryczne.

5.5 Wentylacja

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

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

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

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - ze względu na ochronę konserwatorską możliwe jest ocieplenie ścian od wewnątrz - pianą poliuretanową System Purios H
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach/strop poddasza	Ocieplenie stropu poddasza szkoły, dachu (skosy na poddaszu) oraz tarasu - warstwą wełny mineralnej.
3.	jw. przez strop nad piwnicą	Ocieplenie stropu nad piwnicą metodą natryskową warstwą izolacji termiczno-akustycznej.
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna	Wymiana istniejących okien na nowe o współczynnika przenikania 0,9 W/(m ² K).
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne	Wymiana drzwi zewnętrznych na nowe o współczynnika przenikania 1,3 W/(m ² 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 fotowoltycznych.

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 stropu poddasza / dachu / tarasu
		Wymiana okien
		Wymiana drzwi zewnętrznych
		Ocieplenie stropu nad piwnicą
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:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo- modernizacji	jednostka
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	12,0	12,0	$^{\circ}\text{C}$
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 szkoła		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 769,2 \text{ m}^2$	
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 1102,9 \text{ m}^2$	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściana od wewnątrz za pomocą piany poliuretanowej przewodzenia ciepła $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
Jako dodatkowe prace należy uwzględnić wykonanie prac odtworzeniowych.						
założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,11	0,12
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,285	0,188	0,173	0,160
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	320,6	46,9	43,2	40,0
4	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0395	0,0058	0,0053	0,0049
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{oU} - q_{1U}) O_m$	zł/a		11 597	11 754	11 890
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		420	440	460
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		463 214	485 272	507 329
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		39,9	41,3	42,7
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt:	463 214 zł	SPBT=	39,9 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 400,0 \text{ m}^2$	
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 400,0 \text{ m}^2$	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza warstwą wełny mineralnej położonej na istniejącej konstrukcji, o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
założenia: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,22	0,24	0,26
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,938	0,139	0,129	0,121
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	37,1	5,5	5,1	4,8
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0150	0,0022	0,0021	0,0019
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 339	1 356	1 369
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		300	310	320
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		120 000	124 000	128 000
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		89,6	91,4	93,5
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
Wybrany wariant: 1		Koszt:	120 000 zł	SPBT=	89,6 lat	

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach - skosy		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 163,9 \text{ m}^2$	
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 163,9 \text{ m}^2$	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej pomiędzy krokiewiami o współczynniku 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 $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$						
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 docipleniu pomiędzy krokiewiami w kosztach należy uwzględnić wymianę pokrycia dachu co zwiększy również bezpieczeństwo podczas wykonywanych prac.						
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	$\text{W/m}^2\text{K}$	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	46,1	2,3	2,2	2,1
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0186	0,0009	0,0009	0,0009
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		1 856	1 860	1 864
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		300	310	320
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		49 155	50 794	52 432
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		26,5	27,3	28,1
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.						
- wymiana pokrycia dachu				344 400,00 zł		
Wybrany wariant: 1		Koszt:	49 155 zł	SPBT=	26,5 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Taras

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 57,6 \text{ m}^2$
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 57,6 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie tarasu warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:

założenia: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,22	0,24	0,26
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,335	0,146	0,135	0,125
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	7,6	0,8	0,8	0,7
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0031	0,0003	0,0003	0,0003
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		288	288	292
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		350	370	390
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		20 167	21 319	22 472
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		70,0	74,0	77,0

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.

Wybrany wariant: 1	Koszt: 20 167 zł	SPBT= 70,0 lat
---------------------------	-------------------------	-----------------------

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Strop nad piwnicą

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 136,7 \text{ m}^2$
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 136,7 \text{ m}^2$

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą warstwą metodą natryskową warstwą izolacji termiczno-akustycznej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej.

założenie: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,11	0,12
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,180	0,264	0,245	0,120
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	14,6	3,3	3,0	1,5
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0013	0,0003	0,0003	0,0001
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		480	490	556
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		290	300	310
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		39 649	41 016	42 383
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		82,64	83,74	76,30

Podstawa przyjętych wartości N_U

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.

Wybrany wariant: 2	Koszt: 41 016 zł	SPBT= 83,7 lat
--------------------	------------------	----------------

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana okien	
Dane: powierzchnia okien		$A_{ok} = 325,3 \text{ m}^2$	$C_w = 1$		
		$V_{nom} = 3\,507 \text{ m}^3/\text{h}$			
		$V_{obl} = 4\,708 \text{ m}^3/\text{h}$			
		$V_{PN-12831} = 7\,206 \text{ m}^3/\text{h}$			
Opis wariantów usprawnienia					
Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na nowe o współczynniku U:					
wariant 1: okna o współczynniku		U = 1,1	W/m ² *K	z nawiewnikami ciśnieniowymi	
wariant 2: okna o współczynniku		U = 0,9	W/m ² *K	z nawiewnikami ciśnieniowymi	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien	U	W/m ² *K	1,8	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,2	0,70
		C_m	-	1,2	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	190	116	95
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	464	271	271
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	654	387	366
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0234	0,0143	0,0117
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{PN} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0588	0,0490	0,0490
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0822	0,0633	0,0607
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		11 314	12 203
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł		1 250	1 300
11	Koszt wymiany okien N_{OK}	zł		406 613	422 877
12	$SPBT = (N_{OK}) / \Delta O_{ru}$	lata		35,9	34,7
Podstawa przyjętych wartości N_U					
Przyjęto ceny jednostkowe 1 m ² wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.					
Wybrany wariant: 2		Koszt: 422 877 zł	SPBT=	34,7 lat	

7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie	
				Wymiana drzwi zewnętrznych	
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{dz} = 8,4 \text{ m}^2$ $C_w = 1$</p> <p>$V_{nom} = 3\,507 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 4\,708 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia $V_{PN-12831} = 7\,206 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi zewnętrznych na nowe, o lepszym współczynniku przenikania.</p> <p>wariant 1: drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	
1	Współczynnik przenikania drzwi	U	W/m ² 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	2,1	1,1
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$		GJ/a	129,9	118,1
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$		GJ/a	132,0	119,2
6	$10^{-6} \cdot A_{dz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,00059	0,00031
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,04116	0,03430
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$		MW	0,04175	0,03461
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$		zł/rok		542,4
10	Koszt jednostkowy drzwi N_{dz}		zł		3 000
11	Koszt wymiany drzwi N_{dz}		zł		25 260
12	$SPBT = (N_{dz})/\Delta O_{ru}$		lata		46,6
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe 1 m^2 wg średnich cen lokalnych. Należy zweryfikować po opracowaniu projektu.</p>					
Wybrany wariant: 1		Koszt:	25 260 zł	SPBT=	46,6 lat

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

Dane: $Q_{ocw} = 81 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0062 \text{ MW}$

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	0,0062	0,0016
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	81	21
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	13 450	3 494
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	13 450	3 494
7	Różnica	zł/a		9 956

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

7.2.9. Usprawnienie - Zastąpienie oświetlenia tradycyjnego oprawami w technologii LED

Dane: rodzaj oprawy: żarówki oraz świetlówki
moc opraw: 2 x 36 W
Liczba zamontowanych źródeł 158 szt.
Moc znamionowa: 11,38 kW

Opis wariantu usprawnienia

Zastosowanie opraw typu LED.

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Wariant
				1
1	Moc znamionowa	kW	11,38	5,69
2	Czas użytkowania źródeł światła	h	2 000	2 000
3	Zużycie prądu w skali roku	kWh	22 752,00	11 376,00
4	Cena energii	zł/kWh	0,60	0,60
5	Roczne koszty oświetlenia	zł	13 651,20	6 825,60
6	Roczne zmniejszenie zużycia prądu	kWh		11 376,00
7	Roczna oszczędność kosztów	zł		6 825,60
8	Cena jednostkowa usprawnienia	zł		800
9	Koszt realizacji usprawnienia	zł		126 321,00
10	SPBT	lata		18,51

Podstawa przyjętych wartości jednostkowej ceny usprawnienia

Przyjęto ceny na podstawie średnich cen lokalnych.

7.2.9. Ocena opłacalności montażu instalacji wytwarzającej energię elektryczną z OZE**Opis instalacji:**

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 21 kWp na potrzeby oświetlenia oraz pracę pomp ciepła.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Stan po montażu instalacji
1	Moc instalacji	kW	0	21,00
2	Całkowity roczny uzysk energii z uwzględnieniem systemu opustów	kWh/rok	0	13 631
3	Jednostkowe opłaty za energię elektryczną	zł/kWh	0,60	
4	Roczny koszt oszczędności na opłatach za energię elektryczną	zł/rok		8 179
5	Koszt montażu instalacji	zł		193 110
6	Prosty czas zwrotu SPBT	lat		23,6

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.

Koszt: 193 110 zł **SPBT: 23,6 lat**

7.2.10. 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 instalacji c.o. i c.w.u.	618 075	23,8
2	Wymiana okien	422 877	34,7
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	463 214	39,9
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	25 260	46,6
5	Ocieplenie dachu/stropu poddasza/tarasu	189 322	54,4
6	Ocieplenie stropu piwnicy	41 016	83,7

*- 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: $Q_{oco} = 869 \text{ GJ/a}$

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	Kaskada 3 powietrznych pomp ciepła o mocy 45kW każda wraz z osprzętem - zakup i montaż	1	332 100	332 100
2	Zbiornik buforowy o pojemności 500l oraz zasobnik na potrzeby c.w.u. o pojemności 1000l + rozdzielacze + armatura	1	36 900	36 900
3	Wymiana całej instalacji c.o. - orurowanie, nowe grzejniki z zaworami termostatycznymi - 81 szt.	1	249 075	249 075
koszt			zł	618 075

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	$\eta_s =$ 0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,49	$\eta =$ 2,80
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 η_g	kociołownia węglowa	powietrzna pompa ciepła
sprawność przesyłu η_d	przewody w obrębie kotłowni bez izolacji	przewody w obrębie kotłowni izolowane - nowa izolacja
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja centralna	regulacja centralna i miejscowa
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	zbiornik buforowy o pojemności 500l
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	0,1699	0,1699
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	869	869
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,49	2,80
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	1 774	295
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	75 169	49 167
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0	0
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	75 169	49 167
Podsumowanie przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na modernizacji instalacji c.o. i c.w.u.				
11	Różnica	zł/rok		26 003
12	Koszt	zł		618 075
13	SPBT	lat		23,77

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	Wymiana okien	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	X	X	X	X		
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X			
5	Ocieplenie dachu/stropu poddasza/tarasu	X	X				
6	Ocieplenie stropu piwnicy	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	1 759 764	1 759 764
2	1+2+3+4+5	1 718 748	1 718 748
3	1+2+3+4	1 529 426	1 529 426
4	1+2+3	1 504 166	1 504 166
5	1+2	1 040 952	1 040 952
6	1	618 075	618 075

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d \cdot w_t / \eta$	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.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
1	0,0903	114	2,800	0,95	39	6 430	0,0016	21	3 494	0,0919	60	9 924	1 795	78 679
2	0,0928	128	2,800	0,95	43	7 228	0,0016	21	3 494	0,0944	64	10 723	1 790	77 880
3	0,1261	343	2,800	0,95	116	19 397	0,0016	21	3 494	0,1278	137	22 891	1 717	65 712
4	0,1265	346	2,800	0,95	117	19 558	0,0016	21	3 494	0,1282	138	23 053	1 716	65 550
5	0,1582	585	2,800	0,95	199	33 083	0,0016	21	3 494	0,1598	219	36 578	1 635	52 025
6	0,1699	869	2,800	0,95	295	49 167	0,0016	21	3 494	0,1716	316	52 661	1 538	35 942
0-stan istniejący	0,1699	869	0,490	1,00	1 774	75 153	0,0062	81	13 450	0,1761	1 854	88 603		

 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z programu Audytor OZC 7.0Pro - obliczenie mocy i zużycia ciepła

²⁾ - wyniki wg załącznika nr 4

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
0,80	0,80	0,77	1,00	0,49	1,00	1,00

Współczynniki sprawności systemu grzewczego:

η_g	η_d	η_e	η_s	η	w_t	w_d
3,49	0,96	0,88	0,95	2,80	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] - nie dotyczy	
						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. Wymiana okien Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku Wymiana drzwi zewnętrznych Ocieplenie dachu/stropu poddasza/tarasu Ocieplenie stropu piwnicy	1 759 764	78 679	96,79%	879 881,90	281 562	369 550
2	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Wymiana okien Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku Wymiana drzwi zewnętrznych Ocieplenie dachu/stropu poddasza/tarasu	1 718 748	77 880	96,53%	859 373,90	275 000	360 937
3	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Wymiana okien Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku Wymiana drzwi zewnętrznych	1 529 426	65 712	92,59%	764 712,90	24 470 813	321 179
4	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Wymiana okien Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	1 504 166	65 550	92,54%	752 082,90	240 667	315 875
5	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. Wymiana okien	1 040 952	52 025	88,16%	520 476,00	16 655 232	218 600
6	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.	618 075	35 942	82,96%	309 037,50	98 892	129 796

*) 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 **wariant nr 1** obejmujący usprawnienia:

- modernizacja instalacji c.o. i c.w.u. zgodnie z zakresem opisanym w punkcie 7.3 audytu
- ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku
- ocieplenie stropu poddasza/dachu (skosy)/tarasu
- ocieplenie stropu nad piwnicą
- wymiana okien w całym budynku wraz z montażem nawiewników ciśnieniowych
- wymiana drzwi zewnętrznych
- wymian oświetlenia na LED
- montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 21 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:

- Kaskada 3 powietrznych pomp ciepła o mocy 45kW każda wraz z osprzętem - zakup i montaż
- Zbiornik buforowy o pojemności 500l oraz zasobnik na potrzeby c.w.u. o pojemności 1000l + rozdzielacze + armatura
- Wymiana całej instalacji c.o. - orurowanie, nowe grzejniki z zaworami termostatycznymi - 81 szt.

2. Ocieplenie ścian zewnętrznych od wewnątrz pianką poliuretanową (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,022 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), o grubości 10 cm. **Jako dodatkowe prace należy uwzględnić wykonanie prac odtworzeniowych.**

3. Ocieplenie dachu(skosy)/stropu poddasza warstwą wełny mineralnej położonej na istniejącej konstrukcji (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), o grubościach 22 cm i 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 inwestycje polegającą dociepleniu pomiędzy krokiewkami w kosztach należy uwzględnić wymianę pokrycia dachu co zwiększy również bezpieczeństwo podczas wykonywanych prac.**

4. Ocieplenie tarasu warstwą wełny mineralnej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), o grubości 22 cm.

5. Ocieplenie stropu nad piwnicą warstwą metodą natryskową warstwą izolacji termiczno-akustycznej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,034 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), o grubości 11 cm.

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

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

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

9. Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 21 kW.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja instalacji c.o. i c.w.u.			618 075,00
2	Wymiana okien	325,3	1 300	422 877,00
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych całego budynku	1 102,9	420	463 213,80
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	8,4	3 000	25 260,00
5	Ocieplenie dachu/stropu poddasza/tarasu	621,5	305	189 322,00
6	Ocieplenie stropu piwnicy	136,7	300	41 016,00
7	Modernizacja oświetlenia			126 321,00
8	Wymiana pokrycia dachowego			344 400,00
9	Montaż instalacji fotowoltaicznej			193 110,00
10	Nadzór nad realizacją projektu			72 707,84
			SUMA	2 496 302,64

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		2 496 302,64 zł
Udział środków własnych inwestora:	30%	748 890,79 zł
Możliwe dofinansowanie z RPO:	70%	1 747 411,85 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT (bez dofinansowania):		26,6
Czas zwrotu nakładów SPBT (dofinansowanie z RPO):		8,0

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
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	34,45	42,37
Razem opłata zmienna	zł/GJ	34,45	42,37

Po modernizacji

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

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
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	135,50	166,67
Razem opłata zmienna	zł/GJ	135,50	166,67

Po modernizacji

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

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne szkła	cegła pełna	0,440	0,770	0,571	1,285
	tynk	0,030	0,820	0,037	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,778	
Dach budynek - skosy	dachówka	0,020	0,820	0,024	2,842
	drewno	0,030	0,160	0,188	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _i 0,100	
				R _e 0,040	
			razem 0,352		
Strop poddasza	drewno	0,025	0,160	0,156	0,938
	zasypka	0,150	0,280	0,536	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R _i 0,100	
				R _e 0,100	
			razem 1,067		
Taras	papa	0,020	0,180	0,111	1,335
	wylewka	0,050	1,050	0,048	
	żużel	0,050	0,280	0,179	
	strop istniejący	0,200	0,770	0,260	
	tynk	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				R _{si} 0,100	
			R _{se} 0,040		
			razem 0,749		
Strop piwnicy	posadzka	0,010	1,050	0,010	1,180
	beton	0,050	1,050	0,048	
	żużel	0,050	0,280	0,179	
	strop istniejący	0,200	0,770	0,260	
	tynk	0,010	0,820	0,012	
				R _i 0,170	
			R _e 0,170		
			razem 0,848		
Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,300	0,015	0,302
	beton	0,050	1,050	0,048	
	papa	0,040	0,180	0,222	
	żużel	0,050	0,280	0,179	
	beton	0,100	1,050	0,095	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
				R _g 2,000	
			razem 3,309		

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściany zewnętrzne szkoła	cegła pełna	0,440	0,770	0,571	0,189
	piana	0,100	0,022	4,545	
	plyta	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
			razem	5,299	
Dach budynek - skosy	dachówka	0,020	0,820	0,024	0,142
	drewno	0,030	0,160	0,188	
	wełna mineralna	0,240	0,036	6,667	
				0,000	
				0,000	
				R _i 0,100	
			R _e 0,040		
			razem	7,019	
Strop poddasza	drewno	0,025	0,160	0,156	0,139
	zasyпка	0,150	0,280	0,536	
	drewno	0,025	0,160	0,156	
	tynk	0,015	0,820	0,018	
	wełna mineralna	0,220	0,036	6,111	
				R _i 0,100	
			R _e 0,100		
			razem	7,178	
Taras	papa	0,020	0,180	0,111	0,146
	wylewka	0,050	1,050	0,048	
	żużel	0,050	0,280	0,179	
	strop istniejący	0,200	0,770	0,260	
	tynk	0,010	0,820	0,012	
	wełna mineralna	0,220	0,036	6,111	
			R _{si} 0,100		
			R _{se} 0,040		
			razem	6,860	
Strop piwnicy	posadzka	0,010	1,050	0,010	0,245
	beton	0,050	1,050	0,048	
	żużel	0,050	0,280	0,179	
	strop istniejący	0,200	0,770	0,260	
	tynk	0,010	0,820	0,012	
	warstwa izolacji	0,110	0,034	3,235	
			R _i 0,170		
			R _e 0,170		
			razem	4,083	
Podłoga na gruncie	posadzka	0,020	1,300	0,015	0,302
	beton	0,050	1,050	0,048	
	papa	0,040	0,180	0,222	
	żużel	0,050	0,280	0,179	
	beton	0,100	1,050	0,095	
	piasek	0,300	0,400	0,750	
			R _g 2,000		
			razem	3,309	

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	1 740	0,00056	3 507
ŁĄCZNIE V_{nom}			3 507

Strumień dodatkowy

Typ pomieszczenia	Kubatura ogrz., m^3	Krotność wymian, h^{-1}	Łączne zap. powietrza w m^3/h
Budynek	6 005	0,2	1 201
ŁĄCZNIE V_{inf}			1 201

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

Budynek	4 708	m^3/h
Razem	4 708	m^3/h
Kubatura wentylowana budynku $V=$	6 005	m^3
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,78	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	6 005	1	6 005
ŁĄCZNIE $V_{PN-12831}$			6 005

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	$c_r * c_w * V_{nom}$	4 209	2 455 m ³ /h
Razem		4 209	2 455 m ³ /h

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

Budynek	$c_m * V_{PN-12831}$	7 206	6 005 m ³ /h
Razem		7 206	6 005 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 ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	0,80	0,80
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	1 740	1 740
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_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 $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	14 634	14 634
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 η_{ew}	-	1,00	1,00
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,85	0,90
sprawność całkowita η_{wtot}	-	0,65	2,51
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	22 417	5 824
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	80,7	21,0

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	298	298
Średnie dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{dśr} = A_f \cdot V_{cw} / 1001$	m ³ /d	1,392	1,392
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $q_{hśr} = q_{dśr} / 18$	m ³ /h	0,077	0,077
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	2,321	2,321
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw}-\theta_0) / (10^6 \cdot \eta_{wtot})$	GJ/m ³	0,289	0,075
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	14,4	3,7
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{śr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	6,2	1,6

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	0,0903	114
2	0,0928	128
3	0,1261	343
4	0,1265	346
5	0,1582	585
6	0,1699	869
0 - stan istniejący	0,1699	869

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 Θ_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	-
	$Q_{k,H}$	1 774	39	GJ/rok
	$Q_{k,H,oze}$ pompy ciepła	0	28	GJ/rok
Razem	$Q_{k,H,oze}$	0	28	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	-
	$Q_{k,W}$	81	21	
	$Q_{k,W,oze}$ pompy ciepła	0	15	GJ/rok
Razem	$Q_{k,W,oze}$	0	15	GJ/rok

Udział odnawialnych źródeł energii U_{oze}

roczne zapotrzebowanie na energię końcową c.o. + c.w.u.	Q_k	1 854	60	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	1 774	39
	kWh/rok	492 669	10 717
	Koszty zł	75 153	6 430
Ciepła woda użytkowa	GJ/rok	81	21
	kWh/rok	22 417	5 824
	Koszty zł	13 450	3 494
Energia elektryczna - oświetlenie, pompa ciepła	GJ/rok	82	88
	kWh/rok	22 752	24 583
	Koszty zł	13 651	14 750
Energia elektryczna - instalacja PV	GJ/rok	0	-49
	kWh/rok	0	-13 631
	Koszty zł	0	-8 179
Sumaryczne zapotrzebowanie energii końcowej dla budynku (bez uwzględnienia energii z instalacji PV)	GJ/rok	1 936	189
	kWh/rok	537 838	52 500
	Koszty zł	114 768	30 931
Oszczędność energii końcowej	%	-----	90,24%

	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	1 773,61	59,55	1 714,06
	kWh/rok	492 669,44	16 540,67	476 128,78
Zapotrzebowanie na energię elektryczną - c.w.u., oświetlenie (bez uwzględnienia energii z instalacji PV)	GJ/rok	162,61	88,50	74,11
	kWh/rok	45 169,00	24 582,86	20 586,14
Roczne zużycie energii pierwotnej	GJ/rok	2 438,80	444,13	1 994,66
	kWh/rok	677 443,39	123 370,57	554 072,82
Roczna emisja gazów cieplarnianych	ton CO ₂ /rok	202,66	21,03	181,63
	%			89,62%
Roczna emisja pyłów PM10	kg/rok	573,419	0,728	572,691
	%			99,87%
Roczna emisja pyłów PM2,5	kg/rok	206,106	0,262	205,84
	%			99,87%

OKREŚLENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO

Wskaźniki emisji CO₂ 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 CO₂ dla energii elektrycznej pobieranej z krajowego systemu elektroenergetycznego (KSE):765,0 kg CO₂/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_{węgiel} 1000*A^f g/Mg zgodnie z „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW”A^f = 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 ₂	94,780	1 773,61	168 102,8	94,780	0,00	0,0	168 102,76	100,00
	kg/Mg	Mg		g/m ³	m ³			
pył PM10 z TSP	0,7356	77,79	572,2	0,0004	0,00	0,0000000	572,22	100,00
pył PM2,5 z TSP	0,2644	77,79	205,7	0,0004	0,00	0,0000000	205,68	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	45,17	1,196	0,0265	27,49	0,728	0,468	39,13
Pył PM 2,5	0,0095		0,430	0,0095		0,262	0,168	39,13
CO ₂	765,00		34 554,29	765,00		21 031,54	13 522,75	39,13

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	573,42		0,728		572,691	99,87
Pył PM 2,5	206,11		0,262		205,84	99,87
CO ₂	202 657,04		21 031,54		181 625,50	89,62

Obliczeniowa ilość zużytego paliwa węglowego przed modernizacją

WO (wartość opałowa)
22,8 MJ/kg

ilość paliwa 77,79 ton

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

Wyniki - Ogólne

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/ (m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/ (m ·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1739,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6002,4	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	106266	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	63674	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	169940	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	169940	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	97,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	28,3	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	4809,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	869,07	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	241409	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1740	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6002,4	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	499,5	MJ/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	138,8	kWh/ (m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	144,8	MJ/ (m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	40,2	kWh/ (m ³ ·rok)

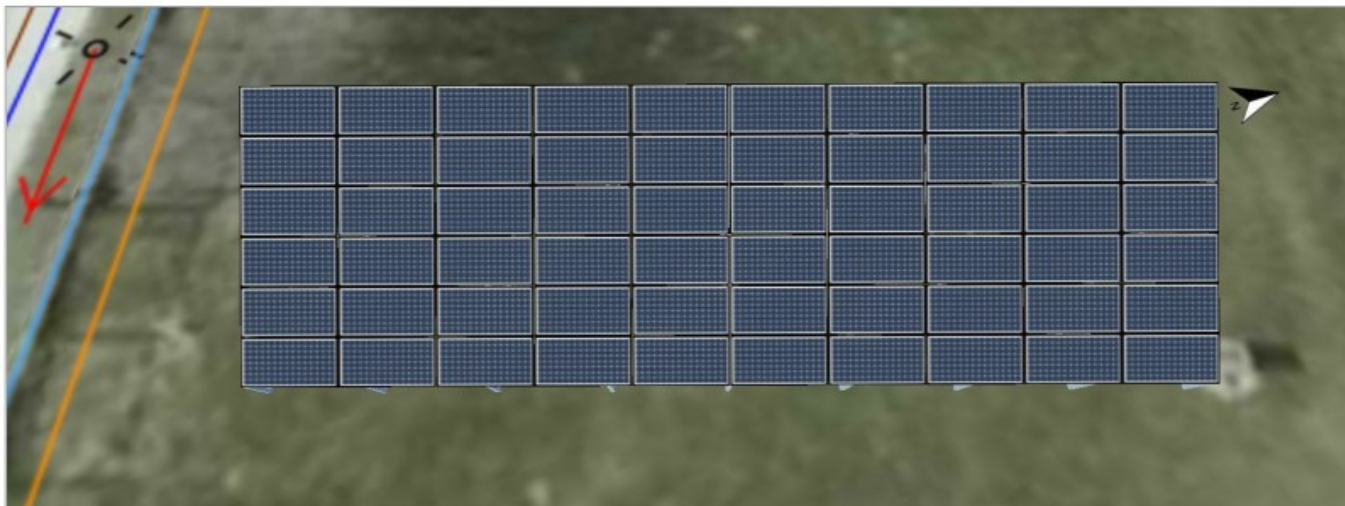
Wyniki - Ogólne

Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	STREFA III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m ³ ·K)
Głębokość okresowego wnikania ciepła δ :	3,167	m
Współczynnik przewodzenia ciepła λ_g :	2,0	W/(m·K)
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1739,8	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6002,4	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	26601	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	63674	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	90275	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	90275	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\phi_{HL,A}$:	51,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\phi_{HL,V}$:	15,0	W/m ³
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Kłodzko	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie $V_{v,H}$:	3055,2	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	113,72	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	31590	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	1740	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	6002,4	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	65,4	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EA_H :	18,2	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	18,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EV_H :	5,3	kWh/(m ³ ·rok)

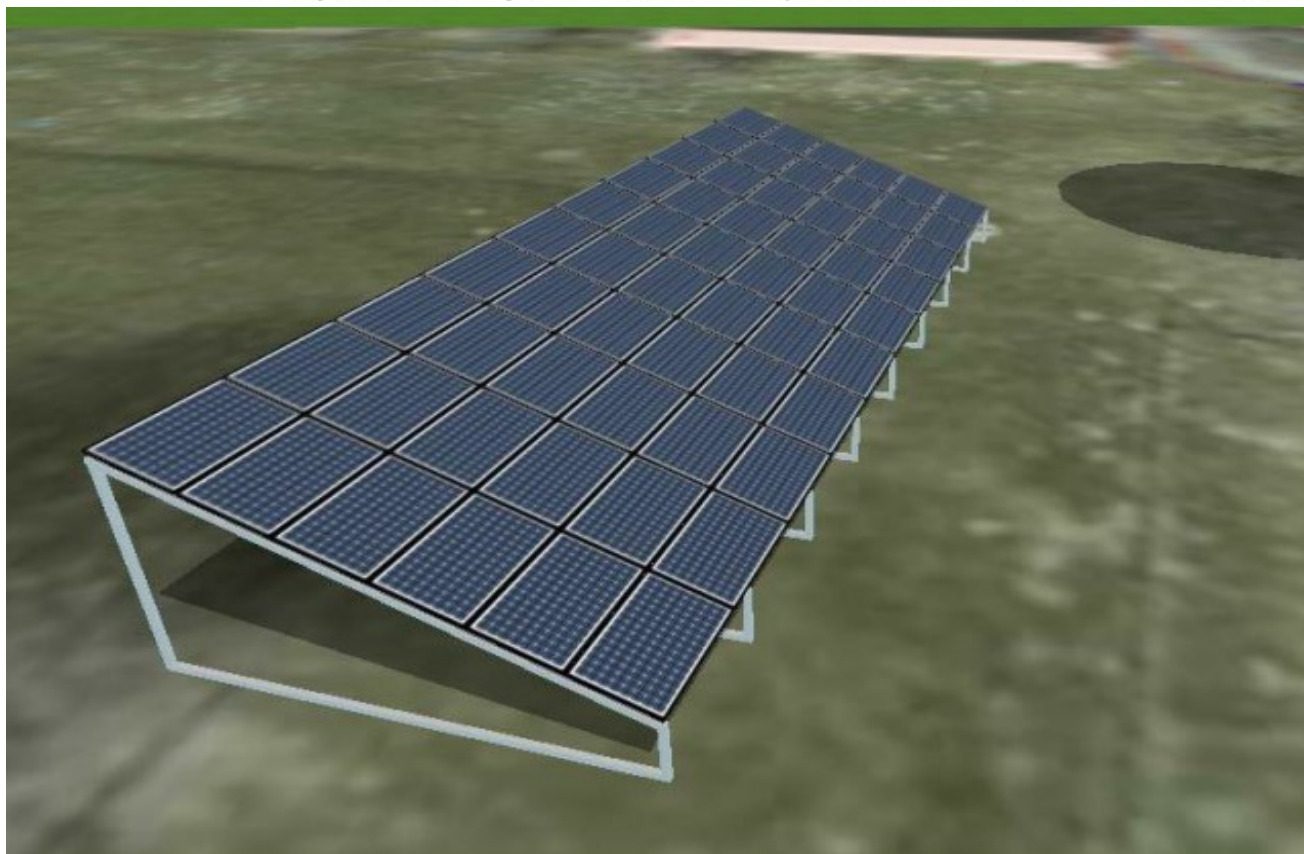
ZAŁOŻENIA

Zaprojektowano moduły fotowoltaiczne o mocy nominalnej 350 Wp - 50 sztuk.

Moc wyjściowa układu: **21,00 kWp**



Ilustracja: 1. Powierzchnię modułu - Dowolna wolna powierzchnia 01-Powierzchnia do obłożenia Południe



Średnia ilość energii rocznie z instalacji PV:	17 589 kWh
Średnia ilość energii rocznie z PV na potrzeby własne:	4 397 kWh
Średnia ilość energii rocznie - system opustów (PROSUMENT):	9 234 kWh

ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI

Nakłady inwestycyjne N_U

Koszt urządzeń, instalacji: 180 810,00 PLN (urządzenia wchodzące w skład instalacji + montaż)

Koszt projektowania: 12 300,00 PLN

Koszt całkowity: 193 110,00 PLN

Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: 10 553,28 PLN

SPBT - prosty czas zwrotu nakładów 18,3 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)