

AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku Domu Zakonnego w Garbowie



Adres budynku	adres Dom Zakonny Zgromadzenia Córek Maryi Wspomożycielki (Siostry Salezjanki) Inspektorja Warszawska ul. Krakowskie Przedmieście 1 21 - 080 Garbów powiat: lubelski województwo: lubelskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Mieczysław Sobiech tytuł zawodowy: mgr inż. uprawnienia: PL/WBiA/AE/176/2011 nr opracowania: 24/06/2019

czerwiec 2019

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1.	Dane identyfikacyjne budynku		
1.1.	Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej - Dom Zakonny	1.2. Rok ukończenia budowy 1972; 1989
1.3.	Inwestor <small>(Nazwa lub imię i nazwisko, adres)</small>	Zgromadzenie Córek Maryi Wspomożycielki (Siostry Salezjanki) Inspektoriat Warszawska ul. Warszawska 152 05 - 092 Łomianki	1.4. Adres budynku ul. Krakowskie Przedmieście 1 kod 05 - 080 Garbów gmina Garbów woj. lubelskie
2.	Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt Mieczysław Sobiech ul. Siemiradzkiego 8 20-455 Lublin tel. 663 898 101		
3.	Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Elżbieta Kasperska upr. PL WBiA/AE/163/2011 ul. Medalionów 2/55, 20-486 Lublin tel. 609 585 246 Współautorzy audytu: imiona, nazwika, zakres prac, posiadane kwalifikacje		
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1	Elżbieta Kasperska	50%	mgr inż. PL WBiA/AE/163/2011
2			
3			
5.	Miejscowość Lublin	Data wykonania opracowania	czerwiec 2019
6.	Spis treści		
	1 Strona tytułowa		2
	2 Karta audytu energetycznego		3-4
	3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		5
	4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		6-7
	5 Ocena aktualnego stanu technicznego budynku		8
	6 Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		9
	7 Optymalizacja energetyczno-ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych		10-19
	8 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		20-27
	9 Spis załączników		28

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	10 824,0	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 786,4	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	2 062,4	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	724,0	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	31	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	135	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowe, piec węglowy	miejscowe, pompa ciepła;
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	miejscowe, piec węglowy	miejscowe, pompa ciepła; w szczycie piec węglowy
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ³ /m ²]	0,620	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,268; 0,424	0,268; 0,2
2.	Dach / stropodach/strop	2,209	0,148
3.	Podłoga na gruncie	-	-
4.	Okna	3,000	0,900
5.	Drzwi / bramy	3,000	1,300
6.	Inne - strop nad przejściem	-	-
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,650	4,000
2.	Sprawność przesyłania	0,800	0,980
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,750	0,990
4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,970
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia	1,000	0,850
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	0,910
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody			
1.	Sprawność wytwarzania	0,960	4,000
2.	Sprawność przesyłania	0,600	0,700
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,550	0,860
4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,970
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna grawitacyjna	naturalna grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna; wentylacja naturalna	okna; wentylacja naturalna
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	10 824	10 824
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	237,18	210,37
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	10,25	10,25
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1 255,18	1044,72
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	3 218,41	277,85
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	241,9	241,9
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	0	0

7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	0	0
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	125,14	104,16
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	320,87	27,70
Udział odnawialnych źródeł energii		0,00	91,10
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	54,17	36,11
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0,00
3.	Opłata za przesył 1 MW mocy zamówionej [zł]	0,00	0,00
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc****) [zł]	0	0
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	5,21	0,04
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	0	0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	0,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię[%]	93,26
Planowane koszty całk. [zł]		SPBT [lat]	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	328 612,05		
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- inwentaryzacja budynku - rysunki

3.2. Osoby udzielające informacji

s. Renata Żołnierek - Ekonomka Inspektorialna
s. Dorota Czerniecka

3.3. Data wizji lokalnej

- 01.05.2019 r.

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

- modernizacja instalacji c.o.
- modernizacja instalacji c.w.u.
- docieplenie połaci dachu
- wymiana oświetlenia na energooszczędne typu LED
- montaż instalacji fotowoltaicznej
- wymiana okien - częściowa
- wymiana drzwi - częściowa
- wprowadzenie systemu zarządzania energią w budynku

3.5 Ogólne założenia wpływające na poprawę efektywności energetycznej budynku

Ulepszenie, w wyniku którego następuje zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby ogrzewania i zapotrzebowania na energię elektryczną budynku z sieci.

Audyt energetyczny przygotowany zgodnie z Rozporządzeniem 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.2009 Nr 43, poz.346 z późn. zmianami) oraz Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie WT, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2017 poz 2285 t.j.).

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Budynek użyteczności publicznej - Dom Zakonny				
Własność	Zgromadzenie Córek Maryi Wspomożycielki (Siostry Salezjanki) Inspektorium Warszawskie				
Przeznaczenie budynku	Publiczna				
Adres	ul. Krakowskie Przedmieście 1; 21 - 080 Garbów				
Budynek	wolnostojący				
Rok budowy	1972; rozbudowa o skrzydło od strony południowej 1989 r.				
Opis budynku	Budynek wielokondygnacyjny wykonany w technologii tradycyjnej, murowany z cegły, otynkowany, częściowo podpiwniczony. Pomieszczenia piwnicy i strychu częściowo użytkowe ogrzewane. Ściany docieplone. Stropy i dach nieocieplone. Okna w większości wymienione.				
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]		11	Liczba klatek schodowych	2
2	Kubatura budynku części użytkowej ²⁾ [m ³]	10 824,00	12	Liczba kondygnacji	2; 3
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	10 824,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7
4	Powierzchnia użytkowa ¹⁾ [m ²]	1 486,5	14	Liczba użytkowników	135
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]		15	Liczba mieszkań	31
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	895,0	16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	31
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] podać przeznaczenie pomieszczeń	404,9	17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	0,0	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	0
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	2 786,4	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
10	Budynek podpiwniczony	częściowo	20	Liczba mieszkań z WC osobno	0

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

4.2. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	237,18
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	247,43
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	1255,18
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	0,12
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	3 218,41
6	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	54,17
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	brak

4.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym		
1	Typ instalacji	Dom ogrzewany z kotłowni węglowej; dwa piece na ekogroszek o mocy 100 i 75 kW		
2	Parametry pracy instalacji	90/70		
3	Przewody w instalacji	stalowe		
4	Rodzaje grzejników	grzejniki żeliwne		
5	Oslonięcie grzejników	brak		
6	Zawory termostatyczne	częściowo		
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p=$	0,65	4,00
		$\eta_r=$	0,80	0,98
		$\eta_w=$	0,75	0,99
		$\eta_a=$	1,00	0,97
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24		
9	Modernizacja instalacji w latach 1900-2015	brak		

4.4. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1	Rodzaj instalacji	kocioł węglowy	
2	Piony i ich izolacja	brak częściowo	
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak	
4	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg pomiaru	brak	

4.5. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1	Rodzaj wentylacji	naturalna grawitacyjna	
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	10 824	

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Budynek murowany w technologii tradycyjnej, z cegły pełnej, otynkowany ocieplony. Strop ostatniej kondygnacji typu Kleina nieocieplony. Dach nieocieplony. Stolarka okienna drewniana w większości wymieniona, pozostała wypaczona, nieuszczelna; drzwi zewnętrzne wypaczone, nieuszczelne.

5.2. System grzewczy

Budnek ogrzewany ciepłem z kotłowni węglowej znajdującej się w budynku. Grzejniki żeliwne bez opomiarowania. Ubytki izolacji cieplnej na przewodach rozprowadzających ciepło.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda użytkowa dostarczana z piec węglowego..

5.4. Charakterystyka stanu istniejącego

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Ściany zewnętrzne murowane nieocieplone $U = 0,268 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ $U = 0,404 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ Dach nieocieplony $U = 2,209 \text{ [W/m}^2\text{K]}$	Docieplenie połaci dachu oraz docieplenie ścian przy gruncie i w piwnicy dla osiągnięcia wymaganego wsp. przenikania ciepła: - dach $U \leq 0,15 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ - ściany zewnętrzne przy gruncie $U \leq 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ Zgodnie z rozporz. MI z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie WT2021, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz.2285 t.j.),
2	Okna -Stolarka drewniana w większości wymieniona, pozostała w złym stanie technicznym, nieuszczelna, dwuszybowe $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana okien na okna o wsp. $U \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
3	Drzwi zewnętrzne w złym stanie technicznym. $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana drzwi na drzwi o wsp. $U \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
4	Instalacja centralnego ogrzewania- Instalacja centralnego ogrzewania zasilana ciepłem z kotłowni węglowej, znajdującej się w budynku. Grzejniki żeliwne bez miejscowej regulacji. Brak izolacji na części przewodów rozprowadzających energię cieplną.	Montaż gruntowych pomp ciepła. Wymiana grzejników żeliwnych na panelowe wraz z montażem zaworów termostatycznych; płukanie i regulacja instalacji.
5	Instalacja c.w.u.	Montaż zasobnika ciepłej wody użytkowej.

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 ciepła przez przenikanie przez dach.	Docieplenie połaci dachu wełną mineralną wraz z wymianą poszycia dachowego
2	Wymiana oświetlenia	Wymiana istniejących źródeł żarowych oraz częściowo opraw żarowych na energooszczędne typu LED.
3	Montaż instalacji fotowoltaicznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 24,9 kWp na potrzeby oświetlenia oraz zasilania gruntowej pompy ciepła.
4	Wymiana okien zewnętrznych	Wymiana okien na okna o współczynniku $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	Wymiana drzwi na drzwi o wsp. $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
6	Modernizacja instalacji c.o.	Modernizacja instalacji c.o. polegająca na montażu gruntowej pompy ciepła, wymianie grzejników żeliwnych na grzejniki panelowe wraz z zaworami termostatycznymi oraz częściową poprawą izolacji na przewodach rozprowadzających czynnik grzewczy. Regulacja instalacji. Zasilanie gruntowej pompy ciepła z instalacji PV, kocioł węglowy wykorzystywany jako źródło szczytowe.
7	Modernizacja instalacji c.w.u.	Montaż zasobnika c.w.u.
8	Wprowadzenie systemu zarządzania energią BMS	Optymalizacja pracy urządzeń, programy czasowe, regulacja krzywej grzewczej, regulacja pogodowa, monitoring pracy urządzeń

7. Optymalizacja energetyczno-ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien i drzwi zewnętrznych oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- 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 termomodernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych 20°C	3825,2	3825,2	dzień K a
	12°C	0	0	
O_{0m} , O_{1m}	opłata za moc + przesył	0,00	0,00	zł/MW/m-c
O_{0z} , O_{1z}	opłata za ciepło + przesył	54,17	36,11	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1}		0	0	zł/mc

liczbę stopniodni przyjęto dla Lublin Radawiec
 $S_d = \sum [(t_{wo} - t_{e(m)})] \cdot L_d(m) =$

ilość dni	t_e	20°C
31	-2,6	700,6
28	-1,9	613,2
31	3,2	520,8
30	9,2	324
5	14,4	28
5	12,8	36
31	8,5	356,5
30	1,3	561
31	-2,1	685,1
Sd =		3825,2

Stawki węgla	Cena jednostkowa	Jednostki
Opłata za węgiel	1300	zł/tona
Wartość opałowa	24	GJ/tona
Cena jednostkowa energii cieplej	54,17	zł/GJ

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga		
				7.2.1. Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przełogi do obliczania strat powierzchnia przełogi do obliczania kosztu usprawnienia				A =	592,87 m ²	
				A _{kosz} =	604,73 m ²	
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie dachu z zastosowaniem styropianu o współczynniku przewodności co najmniej $\lambda = 0,038$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości 0,08 m warstwy izolacji						
wariant 2: o grubości 0,1 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 0,12 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08	0,1	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,11	2,63	3,16
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,358	4,46	4,99	5,52
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d A \cdot U_c$	GJ/a	83,1	43,9	39,3	35,5
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} A(t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0101	0,0053	0,0048	0,0043
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{oU} - q_{1U})O_m$	zł/a		2 916	3 082	3 219
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata				
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,424	0,224	0,200	0,181
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Wybrano wariant 2 - docieplenie styropianem grubości 10 cm, spełniający kryterium $U \leq 0,2$ W/(m ² K) zgodnie z wymaganiami WT dla budynków użyteczności publicznej od 1 stycznia 2021 r. (Dz.U.2017 poz.2285 t.j.) i najmniejszy czas zwrotu inwestycji.						
Docieplenie obejmuje ściany przy gruncie oraz ściany piwnic ze względu na wykorzystanie pomieszczeń dla potrzeb przedszkola. Nie zaleca się docieplenia ścian zewnętrznych, mimo, że $U = 0,268$ W/m ² K i nie spełniają warunków dla roku 2021 dla budynków publicznych ponieważ ściany są już ocieplone warstwą styropianu o gr.10 cm.						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 2		Koszt		SPBT=		

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				7.7.2. Dach		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	805,38 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A_{kosz}	=	926,19 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się docieplenie połaci dachu z zastosowaniem wełny mineralnej o współczynniku przewodności co najmniej $\lambda = 0,038$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości 0,22 m warstwy izolacji						
wariant 2: o grubości 0,24 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 0,26 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,22	0,24	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		5,79	6,32	6,84
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,453	6,24	6,77	7,30
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	588,0	42,6	39,3	36,5
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0712	0,0052	0,0048	0,0044
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{oU} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		30 314	30 433	30 534
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata				
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,209	0,160	0,148	0,137
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Wybrano wariant 2 - docieplenie wełną mineralną grubości 24 cm, spełniający kryterium $U \leq 0,15$ W/(m ² K) zgodnie z wymaganiami WT dla budynków użyteczności publicznej od 1 stycznia 2021 r. (Dz.U.2017 poz.2285 t.j.) i najmniejszy czas zwrotu inwestycji.						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu/dachu.						
W kosztach docieplenia ujęto docieplenie połaci dachu wraz z wymianą poszycia dachowego, remontem konstrukcji dachowej i robotami towarzyszącymi.						
Wybrany wariant : 2		Koszt		SPBT=		

7.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie			
				Okna zewnętrzne			
Dane:				powierzchnia okien	$A_{ok} = 20,64 \text{ m}^2$		
					$V_{ok} = 1082,4 \text{ m}^3/\text{h}$		
					$C_w = 1$		
Opis wariantów usprawnienia							
Wymiana części niewymienionych okien ze stolarką drewnianą dwuszybowych na okna trzyszybowe o współczynniku przenikania ciepła $U_c = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Kształt okien niezmienny.							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania okna U	$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$	3,0	0,9	1,4	1,6	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	0,85	0,85	0,85	
		C_m	-	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U_c$	GJ/a	20,5	6,1	9,6	10,9	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	133,9	103,5	103,5	103,5	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	154,4	109,6	113,1	114,4	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0177	0,0147	0,0147	0,0147	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0177	0,0147	0,0147	0,0147	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		3 200	2 900	2 600	
10	Koszt jednostkowy wymiany okna $\text{zł}/\text{m}^2$	zł					
11	Koszt usprawnienia	zł					
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata					
Podstawa przyjętych wartości N_U							
Współczynnik przenikania ciepła dla wymienianych okien przyjęto $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ zgodnie z wymaganiami WT dla budynków użyteczności publicznej - (Dz.U.2017 poz.2285 t.j.)							
Wymianą objęto okna w piwnicy i w dachu.							
Koszt wymiany okien łącznie z wymianą parapetów i robotami dodatkowymi.							
Wybrany wariant :		1	Koszt :		SPBT=		

7.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie
	7.3.2. Drzwi zewnętrzne

Dane: powierzchnia drzwi Adrz = 15,74 m²
Vdrz = 1082,4 m³/h
C_w = 1

Opis wariantów usprawnienia

Wymiana starych drzwi na drzwi o całkowitym współczynniku przenikania ciepła U_c = 1,3 W/(m²K).
Kształt drzwi niezmienny.

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	3,0	1,3	1,5	1,5
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	0,85	0,85	0,85
		C _m	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U_c$	GJ/a	15,6	6,8	7,8	7,8
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	133,9	103,5	103,5	103,5
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	149,5	110,3	111,3	111,3
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0177	0,0147	0,0147	0,0147
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0177	0,0147	0,0147	0,0147
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		4 115	4 079	4 079
10	Koszt jednostkowy wymiany drzwi zł/m ²	zł				
11	Koszt usprawnienia	zł				
12	SPBT = (N _{ok} + N _w) / ΔO _{ru}	lata				

Podstawa przyjętych wartości N_U

Współczynnik przenikania ciepła dla wymienianych drzwi przyjęto 1,3 W/(m²K) zgodnie z wymaganiami WT dla budynków użyteczności publicznej - (Dz.U.2017 poz.2285 t.j.)

Koszt obejmuje wszystkie roboty dodatkowe niezbędne przy wymianie drzwi.

Wybrany wariant :	1	Koszt :		SPBT=	
-------------------	---	---------	--	-------	--

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

Dane: $Q_{0co} = 1\,255,18$ GJ/a

$w_{t0} = 1,0$ $w_{d0} = 1,0$

$\eta_0 = 0,39$

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

1. Montaż gruntowych pomp ciepła pracujących w układzie kaskadowym wraz z dolnym źródłem ciepła
2. Wymiana instalacji c.o., montaż grzejników płytowych wraz z zaworami termostaticznymi
3. Wykonanie izolacji termicznej
4. Zastosowanie armatury regulacyjnej i pomiarowej
5. Dostosowanie pomieszczeń węzłów cieplnych
6. Wymiana urządzeń energii pomocniczej na energooszczędne - wymiana pomp obiegowych, cyrkulacyjnych,

RAZEM KOSZT MODERNIZACJI

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w = 0,65$	$\eta_w = 4,00$
2	Sprawność przesyłu	$\eta_p = 0,80$	$\eta_p = 0,98$
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r = 0,75$	$\eta_r = 0,99$
4	Sprawność akumulacji	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 0,97$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,39$	$\eta = 3,76$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,0$	$w_t = 1,0$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 1,0$	$w_d = 1,0$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,390	3,760
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,0	1,0
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,0	1,0
4	Energia końcowa	GJ	3218,4	333,8
5	Oszczędność energii	GJ	2884,6	
6	Oszczędność kosztów - $(Q_{01co} * w_{t1} * w_{d1} / \eta_1 - Q_{02co} * w_{t2} * w_{d2} / \eta_2) * Q_{oz}$ (cena jedn.)	zł/a	162 285,55	
7	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł	-	
8	SPBT	lata	-	

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

Dane: $Q_{0co} = 241,89 \text{ GJ/a}$

$w_{t0} = 1,0$ $w_{d0} = 1,0$

$\eta_0 = 0,32$

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

1. Montaż zasobnika c.w.u

RAZEM KOSZT MODERNIZACJI

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w = 0,96$	$\eta_w = 4,00$
2	Sprawność przesyłu	$\eta_p = 0,60$	$\eta_p = 0,70$
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r = 0,55$	$\eta_r = 0,86$
4	Sprawność akumulacji	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 0,97$
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,32$	$\eta = 2,34$
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie c.w.u. w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	$w_t = 1,0$	$w_t = 1,0$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Sprawność całkowita systemu c.w.u. η	-	0,320	2,340
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,0	1,0
3	Energia końcowa	GJ	755,9	103,4
4	Oszczędność energii	GJ	652,5	
5	Oszczędność kosztów - $(Q_{01co} * w_{t1} * w_{d1} / \eta_1 - Q_{02co} * w_{t2} * w_{d2} / \eta_2) * Q_{oz}$ (cena jedn.)	zł/a		37 214,27
6	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		
7	SPBT	lata		

7.7. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu oświetlenia

7.7.1. Spis oprav oświetleniowych i propozycje wymiany

Wyszczególnienie	Rodzaj oprav	Ilość oprav	Moc źródła	Moc całkowita	Propozycje wymiany źródeł światła		
					Ilość oprav	Moc źródła	Moc całkowita
		[szt]	[W]		[W]	[W]	
Przyziemie							
Korytarz	żarowe	11	60	660	11	6	66
Łazienki	żarowe	4	60	240	4	8	32
Zmywak+garnazzeria	jarzeniowe	5	38	190	5	10	50
Jadalnia	jarzeniowe	11	38	418	11	10	110
Magazyny	jarzeniowe	4	38	152	4	8	32
Pracownia, suszarnia, pralnia	jarzeniowe	11	38	418	11	10	110
Garaż	żarowe	4	60	240	4	8	32
Kuchnia,	jarzeniowe	7	38	266	7	8	56
Zmywak	żarowe	4	60	240	4	8	32
Magazyny	żarowe	9	60	540	9	6	54
Przed wejściem	żarowe	6	60	360	6	10	60
Kotłownia	żarowe	8	60	480	8	6	48
Razem		84		4204	84		682
Parter							
Sale	jarzeniowe	13	38	494	13	10	130
Łazienki	żarowe	10	60	600	10	8	80
Korytarz	jarzeniowe	6	38	228	6	6	36
Sala konferencyjna	jarzeniowe	12	38	456	12	8	96
Kawiarenka	żarowe	5	60	300	5	8	40
Hol	żarowe	8	60	480	8	8	64
Zakrystia	żarowe	2	60	120	2	10	20
Kaplica	żarowe	24	60	1440	24	8	192
Kaplica	halogen	5	45	225	5	25	125
Stary domek-pokoje	żarowe	6	60	360	6	10	60
Stary domek - Łazienki	żarowe	8	60	480	8	8	64
Stary domek - korytarz	żarowe	3	60	180	3	6	18
Razem		102		5363	102		925
I Piętro							
Stary domek - Łazienki	żarowe	6	60	360	6	8	48
Stary domek - Pokoje	żarowe	4	60	240	4	10	40
Stary domek - Pokoje	jarzeniowe	4	38	152	4	10	40
Stary domek - Piwnica	żarowe	12	60	720	12	6	72
Korytarz	żarowe	8	60	480	8	8	64
Sale	żarowe	3	60	180	3	10	30
Sale	jarzeniowe	2	38	76	2	10	20
Łazienki	żarowe	8	60	480	8	8	64
Nowicjat	żarowe	6	60	360	6	10	60
Pokoje	żarowe	14	60	840	14	10	140
Studium	jarzeniowe	6	38	228	6	10	60
Biblioteka	jarzeniowe	12	38	456	12	12	144
Razem		85		4572	85		782
II Piętro							
Korytarz	jarzeniowe	5	38	190	5	8	40
Korytarz	żarowe	4	60	240	4	8	32
Sale	jarzeniowe	10	38	380	10	10	100
Sale	żarowe	3	60	180	3	10	30
Łazienki	żarowe	21	60	1260	21	8	168
Pokoje sióstr	żarowe	15	60	900	15	10	150
Pokoje sióstr	jarzeniowe	3	38	114	3	10	30
Strych	żarowe	7	60	420	7	6	42
Klatka schodowa	jarzeniowe	7	38	266	7	6	42
Klatka schodowa	żarowe	9	60	540	9	6	54
Razem		84		4490	84		688
III Piętro							
Pokoje	żarowe	20	20	400	20	10	200
Pokoje	jarzeniowe	1	38	38	1	10	10
Pomieszczenia gospodarcze	żarowe	6	60	360	6	6	36
Oratorium	jarzeniowe	8	38	304	8	10	80
Oratorium	żarowe	4	60	240	4	10	40
Łazienki	żarowe	14	60	840	14	10	140
Korytarz	LED	3	12	36	3	8	24
Korytarz	żarowe	2	60	120	2	8	16
Klatka schodowa	żarowe	4	60	240	4	6	24
Razem		62		2578	62		570
ŁĄCZNIE		417		21207	417		3647

7.7. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu oświetlenia

7.7.2. Obliczenie oszczędności energii

Ilość źródeł ośw. wewnętrznego	417 szt.	
Moc zainstalowanych opraw świetlnych:	21 207 W	
Czas pracy oświetlenia	2 500 h	
Energia na potrzeby oświetlenia	53 018 kWh	190,86 GJ

Przewiduje się wymianę źródeł bądź opraw żarowych i jarzeniowych na energooszczędne LED. Ilość opraw przyjęto orientacyjnie.

1. Roboty w zakresie instalacji elektrycznych -wymiana wymiana i montaż tablic rozdzielczych
2. Wymiana części opraw
3. Wymiana oświetlenia na typu LED

RAZEM KOSZT MODERNIZACJI

W tabeli poniżej zestawiono zmiany dotyczące oszczędności energii przy zmianie.

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Wymiana opraw oświetleniowych	
			przed	po
1.	Moc zainstalowanych opraw	W	21 207,0	3 647,0
2.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku	h	2 500,0	2 500,0
3.	Zapotrzebowanie energii Q	kWh	53 017,5	9 117,5
		GJ	190,9	32,8
4.	Oszczędność energii -	kWh	43 900,0	
		GJ	158,0	
5.	Koszt energii	zł	34 461,4	5 926,4
6.	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{el} = Q_0 - Q_1$	zł	28 535,0	
7.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		
8.	SPBT	lata		

Cena energii elektrycznej

0,65 zł/kWh

7.8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ograniczającego pobór energii elektrycznej z sieci elektrycznej

Inwestycja obejmuje budowę mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy
- produkcja roczna instalacji

24,90 kWp
22210 kWh

miesiąc	Całkowite natężenie promieniowania słonecznego w Lublin Radawiec na 1m ² powierzchni w Wh
styczeń	23726
luty	30712
marzec	62222
kwiecień	101953
maj	130681
czerwiec	162357
lipiec	153205
sierpień	133617
wrzesień	83332
październik	47717
listopad	25356
grudzień	19789
suma	974 667,00

Przy obliczaniu ilości wytworzonej energii elektrycznej uwzględniono sprawność paneli fotowoltaicznych na poziomie 17% i sprawność konwertera =0,95.
Ilość paneli 83 szt; pow.1 panela = 1,7m²

W tabeli poniżej zestawiono zmiany dotyczące oszczędności energii przy zastosowaniu fotowoltaiki

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Pobór energii elektrycznej	
			przed	po
1	Oświetlenie	kWh	53 017,50	9 117,50
2	Energia w inst.co	kWh	3 594,50	28 874,50
3	Energia pomocnicza w inst.cwu	kWh	3 661,30	3 661,30
4	Zapotrzebowanie energii	kWh	60 273,30	41 653,30
5	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	GJ	216,98	149,95
		kWh	0,00	22 210
6	Zużycie energii elektrycznej	GJ	0,00	79,96
		kWh	60 273,30	19 442,93
7	Oszczędność energii	GJ	216,98	69,99
		kWh	40 830,37	
8	Koszt energii	zł	39 177,65	15 525,25
9	Oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{el} = Q_0 - Q_1$	zł	23 652,39	
10	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		
11	SPBT	lata		

Cena energii elektrycznej 0,65 zł

8. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

8.1. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót	SPBT lata
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania		
2	Modernizacja instalacji c.w.u.		
3	Modernizacja oświetlenia		
4	Montaż fotowoltaiki		
5	Wymiana drzwi		
6	Wymiana okien		
7	Docieplenie dachu		
8	Docieplenie ścian zewnętrznych		
Razem koszty modernizacji			

8.2. Określenie wariantów

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień przewidzianych do modernizacji

- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- docieplenie ścian zewnętrznych
- docieplenie dachu
- modernizacja oświetlenia
- montaż fotowoltaiki
- wymiana okien zewnętrznych
- wymiana drzwi zewnętrznych

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Lp.	Zakres	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X
2.	Modernizacja instalacji c.w.u.	X	X	X	X	X	X	X	
3.	Modernizacja oświetlenia	X	X	X	X	X	X		
4.	Montaż fotowoltaiki	X	X	X	X	X			
5.	Wymiana drzwi	X	X	X	X				
6.	Wymiana okien	X	X	X					
7.	Docieplenie dachu	X	X						
8.	Docieplenie ścian zewnętrznych	X							

8.3. Koszty poszczególnych wariantów

Wariant	Działanie	Koszt
Wariant 1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
	Modernizacja oświetlenia	
	Montaż fotowoltaiki	
	Wymiana drzwi	
	Wymiana okien	
	Docieplenie dachu	
	Docieplenie ścian zewnętrznych	
Wariant 2	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
	Modernizacja oświetlenia	
	Montaż fotowoltaiki	
	Wymiana drzwi	
	Wymiana okien	
	Docieplenie dachu	
Wariant 3	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
	Modernizacja oświetlenia	
	Montaż fotowoltaiki	
	Wymiana drzwi	
	Wymiana okien	
Wariant 4	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
	Modernizacja oświetlenia	
	Montaż fotowoltaiki	
	Wymiana drzwi	
Wariant 5	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
	Modernizacja oświetlenia	
	Montaż fotowoltaiki	
Wariant 6	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
	Modernizacja oświetlenia	
Wariant 7	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
Wariant 8	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	

8.4. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

$$Q_1 = W_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$$

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

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

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

$$Q_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12 + Q_{el} * C_{kWh}$$

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

Nr wariantu	Q_{OCO}	q_{OCO}	η_0, W_{d0}	Q_{OCW}	q_{OCW}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N
	Q_{OCO}	q_{OCO}	η_1, W_{d1}	Q_{el}	q_{el}	$Q_1(c0+c w+el)$	q_1	O_{1r}		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	1255,18	237,18	0,39	755,91	10,3	5821,46	247,43	342 772,22		
			1,00	216,98	21,2					
1	1044,72	210,37	3,76	103,37	10,3	392,10	220,62	14 160,16	328 612,05	
			1,00	69,99	21,2					
2	1067,84	213,25	3,76	103,37	10,3	398,25	223,50	14 382,22	328 389,99	
			1,00	69,99	3,6					
3	1254,48	237,04	3,76	103,37	10,3	447,89	247,29	16 174,86	326 597,35	
			1,00	69,99	3,6					
4	1254,96	237,12	3,76	103,37	10,3	448,02	247,37	16 179,47	326 592,74	
			1,00	69,99	3,6					
5	1255,18	237,18	3,76	103,37	10,3	448,08	247,43	16 181,59	326 590,63	
			1,00	69,99	3,6					
6	1255,18	237,18	3,76	103,37	10,3	437,02	247,43	24 296,65	318 475,57	
			1,00	58,94	21,2					
7	1255,18	237,18	3,76	103,37	10,3	877,11	247,43	63 017,37	279 754,84	
			1,00	216,98	21,2					
8	1255,18	237,18	1,00	103,37	10,3	1798,46	247,43	96 291,21	246 481,01	
			1,00	216,98	21,2					

8.5. Wyliczenie oszczędności energii dla poszczególnych wariantów ulepszeń

Nr. war.	Q_{OCO}	Q_{OCW}	Q_{el}	$Q_{OCO+C W+el}$	ΔQ	% oszcz.
	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ
1	2	3	4	5	6	7
stan istn.	3218,41	2386,1	216,98	5821,46		
1	-1,52	323,6	69,99	392,10	5429,36	93,26
2	4,63	323,6	69,99	398,25	5423,21	93,16
3	54,27	323,6	69,99	447,89	5373,57	92,31
4	54,40	323,6	69,99	448,02	5373,45	92,30
5	54,46	323,6	69,99	448,08	5373,39	92,30
6	54,46	323,6	58,94	437,02	5384,44	92,49
7	336,50	323,6	216,98	877,11	4944,35	84,93
8	1257,86	323,6	216,98	1798,46	4023,00	69,11

8.6. Nakłady inwestycyjne dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty	Koszt dokumentacji i audytu	System zarządzania energią	Całkowite koszty	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię [[$Q_0 - Q_1$]/ Q_0]*100%
		[zł]				[zł]	[%]
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	wariant 1					328 612,05	93,26
2.	wariant 2					328 389,99	93,16
3.	wariant 3					326 597,35	92,31
4.	wariant 4					326 592,74	92,30
5.	wariant 5					326 590,63	92,30
6.	wariant 6					318 475,57	92,49
7.	wariant 7					279 754,84	84,93

8.7. Opis wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego do realizacji

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

Termomodernizacja ścian zewnętrznych wraz z wykonaniem izolacji pionowej, poziomej i wykonaniem opaski

1. **przeciwwilgociowej wokół budynku** - docieplenie ścian przy gruncie i w piwnicy 604,73 m² z zastosowaniem styropianu o gr. 10cm. W ścianach piwnicy wykonać izolację przeciwwilgociową.
- Docieplenie dachów i stropów wraz z wymianą dachu** - docieplenie połaci dachowej pow. 926,19 m² z użyciem wełny mineralnej o grubości 24 cm i wsp. przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,038$ W/mK poprzedzone wykonaniem robót przygotowawczych i rozbiórkowych niezbędnych do wykonania docieplenia. Wymienić orynnowania.
- Modernizacja źródła ciepła, w tym energetyczne wykorzystanie OZE** - montaż trzech gruntowych pomp ciepła pracujących w kaskadzie o łącznej mocy 220 kW oraz wykonanie dolnego źródła ciepła, dostosowanie pomieszczenia węzłów cieplnych.

Modernizacja systemów grzewczych - wymiana grzejników żeliwnych na grzejniki panelowe niskotemperaturowe wraz z montażem zaworów termostatycznych,

- wymianie instalacji ogrzewania,
4. - uzupełnienie brakującej izolacji na przewodach rozprowadzających energię cieplną,
- równoważenie instalacji-uzbrojenie w osprzęt regulacyjny,
- Wykonanie regulacji instalacji c.o. (regulator pogodowy-sterowanie instalacją, programy czasowe, regulacja krzywej grzewczej, monitoring pracy urządzeń).
5. **Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej** - montaż zasobnika cwu,

Modernizacja stolarki okiennej - wymiana okien o wypaczonej stolarce w dachu i piwnicy 13 szt. (20,64 m²) na okna o całkowitym współczynniku przenikania ciepła okien $U = 0,9$ W/m²K. Kształt okien niezmieniony. Należy wymienić parapety oraz wykonać inne niezbędne obróbki blacharskie.

6. o całkowitym współczynniku przenikania ciepła okien $U = 0,9$ W/m²K. Kształt okien niezmieniony.
7. **Wymiana stolarki drzwiowej** - wymienić drzwi 3 szt.(10,56 m²) oraz drzwi garażowe (1 szt.) 5,28 m² na drzwi o całkowitym współczynniku przenikania ciepła drzwi $U \leq 1,3$ W/m²K. Kształt drzwi niezmieniony.

Wymiana oświetlenia na energooszczędne wraz z wymianą instalacji elektrycznej - wymiana opraw żarowych i jarzeniowych 417 szt.światła wewnętrznego na oprawy energooszczędne typu LED o temperaturze barwowej odpowiedniej do miejsca zamontowania. W części mieszkalnej o temperaturze barwowej ciepłej i wskaźniku oddawania barw Ra o wartości co najmniej 80.

- 8.
9. **Energetyczne wykorzystanie OZE - wykonanie instalacji fotowoltaicznej** - montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 24,9 kWp (83 panele) oraz przyłączenie instalacji elektrycznej wewnętrznej obiektu (zasilanie sprężarek gruntowych pomp ciepła, oświetlenia).

Wykonanie systemu zarządzania energią - Wprowadzenie systemu zarządzania energią BMS - wyposażenie budynku w system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w budynku instalacjami. System zarządzania energią w budynku BMS musi posiadać funkcjonalność monitorowania i zarządzania systemami energetycznymi oraz grzewczymi znajdującymi się w budynku, gromadząc informacje z czujników, detektorów, analizatorów, ciepłomierzy, wodomierzy oraz sterowników urządzeń, pozwalając na reagowanie w czasie rzeczywistym na zmianę warunków zewnętrznych i wewnętrznych w celu optymalizacji zużycia energii cieplnej i energetycznej budynku.

10. System BMS musi być systemem otwartym, zapewniającym integrację podsystemów branżowych różnych producentów, przez obsługę otwartych standardów komunikacji budynkowej, w szczególności: BACnet IP, BACnet MS/TP, LonWorks FTT-10, Modbus RTU/TCP, SNMP oraz M-Bus. System BMS dodatkowo powinien posiadać wbudowany język definicji raportów, pozwalający na tworzenie dowolnych raportów tabelarycznych oraz graficznych bazujących na danych z bazy wewnętrznej systemu na potrzeby prawidłowej prezentacji uzyskanych efektów ekologicznych oraz efektywności energetycznej, jak również funkcjonalność zdalnego monitoringu przez Internet z poziomu przeglądarki internetowej www dla użytkowników posiadających odpowiednie uprawnienia;