


AUDYT ENERGETYCZNY

Budynku Domu Zakonnego w Lublinie



Adres budynku	adres Dom Zakonny Zgromadzenia Córek Maryi Wspomożycielki (Siostry Salezjanki) Inspektoria Warszawska ul. Jagiellońska 24 20-806 Lublin 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 1974
1.3.	Inwestor (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Zgromadzenie Córek Maryi Wspomożycielki (Siostry Salezjanki) Inspektoria Warszawska ul. Warszawska 152 05 - 092 Łomianki	1.4.	Adres budynku ul. Jagiellońska 24 kod 20 - 806 Lublin gmina Lublin woj. lubelskie
2. Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt				
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 				
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwika, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1	mgr inż. Mieczysław Sobiech upr. PL WBiA/AE/176/2011 ul. Siemiradzkiego 8; 20-455 Lublin tel. 663 898 101	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				10-20
8 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego				21-28
9 Spis załączników				29

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 177,0	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	435,9	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	261,6	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	174,4	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	8	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody		
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku		
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ³ /m ²]	0,620	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	0,918	0,189
2.	Dach / stropodach/strop	1,025	0,148
3.	Podłoga na gruncie	0,329	0,329
4.	Okna	3,0; 1,5	0,9; 1,5
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	0,750	3,500
2.	Sprawność przesyłania	0,960	0,980
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,750	0,970
4.	Sprawność akumulacji	1,000	0,970
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	0,850	0,850
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,910	0,910
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody			
1.	Sprawność wytwarzania	0,650	3,500
2.	Sprawność przesyłania	0,600	0,700
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,000	1,000
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	wentylacja mechaniczna z rekuperacją
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	1 177	1 177
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	53,24	83,31
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	1,24	1,24
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	327,88	20,66
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	607,19	6,40
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	28,3	28,3
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]	208,95	13,17
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	386,94	4,08
Udział odnawialnych źródeł energii		0,00	89,60
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	68,06	13,61
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]	6,11	0,01
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[%]	
Planowane koszty całk. [zł]		SPBT [lat]	
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	44 940,58		
<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 stropu
- wymiana oświetlenia na energooszczędne typu LED
- montaż instalacji fotowoltaicznej
- wymiana okien - częściowa
- wykonanie wentylacji mechanicznej z rekuperacją
- 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) Inspektorata Warszawskiego				
Przeznaczenie budynku	Publiczna				
Adres	Lublin, ul. Jagiellońska 24				
Budynek	wolnostojący				
Rok budowy	1974				
Opis budynku	Budynek wielokondygnacyjny wykonany w technologii tradycyjnej, murowany z cegły, otynkowany, częściowo podpiwniczony. Pomieszczenia piwnicy i strychu częściowo użytkowe ogrzewane. Ściany nieocieplone. Stropy nieocieplone. Okna częściowo wymienione.				
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	121,09	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura budynku części użytkowej ²⁾ [m ³]	1 177,00	12	Liczba kondygnacji	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]	1 177,00	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7
4	Powierzchnia użytkowa ¹⁾ [m ²]	326,4	14	Liczba użytkowników	8
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]		15	Liczba mieszkań	1
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]		16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	0
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	109,5	17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	0
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]		18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	1
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	435,9	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	0
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	1

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]	53,24
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	54,48
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	327,88
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	0,28
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	607,19
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	68,06
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	brak

4.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym		
1	Typ instalacji	Budynek ogrzewany z pieca gazowego znajdującego się w budynku		
2	Parametry pracy instalacji			
3	Przewody w instalacji	stalowe		
4	Rodzaje grzejników	grzejniki żeliwne		
5	Oslonięcie grzejników	brak		
6	Zawory termostatyczne	częściowo		
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p=$	0,75	3,50
		$\eta_r=$	0,96	0,98
		$\eta_w=$	0,75	0,97
		$\eta_a=$	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	z pieca gazowego
2	Piony i ich izolacja	brak ocieplenia
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	1 177

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Budynek murowany w technologii tradycyjnej, z cegły pełnej, otynkowany bez ocieplenia. Strop ostatniej kondygnacji nieocieplony. Stolarka okienna częściowo wymieniona pozostała drewniana, wypaczona, nieszczelna; drzwi zewnętrzne wypaczone, nieszczelne.

5.2. System grzewczy

Budynek ogrzewany jest ciepłem z pieca gazowego znajdującego 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 - piec gazowy.

5.4. Charakterystyka stanu istniejącego

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Ściany zewnętrzne murowane nieocieplone $U = 0,918 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ Strop/dach nieocieplony $U = 1,222 \text{ [W/m}^2\text{K]}$	Docieplenie ścian zewnętrznych oraz stropu dla osiągnięcia wymaganego wsp. przenikania ciepła: - strop $U \leq 0,15 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ - ściany zewnętrzne $U \leq 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ 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 -Okna częściowo wymienione. Pozostałe okna w złym stanie technicznym, nieszczelne, dwuszykowe $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	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 kotła gazowego, znajdującego się w budynku. Grzejniki żeliwne bez miejscowej regulacji. Brak izolacji na części przewodów rozprowadzających energię cieplną.	Montaż powietrznej pompy ciepła. Wymiana grzejników żeliwnych oraz montaż grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych; płukanie i regulacja instalacji. Wymiana pieca węglowego na gazowy kondensacyjny.
5	Instalacja wentylacji - wentylacja naturalna grawitacyjna	Wykonanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w kościele.
6	Instalacja cwu - ciepło z pieca gazowego	Modernizacja instalacji cwu

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 strop.	Docieplenie stropu wełną mineralną
2	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne.	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem.
3	Wymiana oświetlenia	Wymiana istniejących źródeł żarowych oraz częściowo opraw żarowych na energooszczędne typu LED wraz z modernizacją instalacji elektrycznej.
4	Montaż instalacji fotowoltaicznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 4,8 kW na potrzeby oświetlenia oraz zasilania pompy ciepła.
5	Wymiana okien zewnętrznych	Wymiana okien na okna o wsp. $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
6	Wymiana drzwi zewnętrznych	Wymiana drzwi na drzwi o wsp. $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
7	Modernizacja instalacji c.o.	Modernizacja instalacji c.o. polegająca na montażu pompy ciepła, montażu pieca kondensacyjnego, montażu oraz wymianie grzejników żeliwnych na grzejniki panelowe wraz z zaworami termostatacznymi oraz częściową poprawą izolacji na przewodach rozprowadzających czynnik grzewczy. Regulacja instalacji. Wykonanie ogrzewania podłogowego w kościele. Zasilanie gruntowej pompy ciepła z instalacji PV, kocioł węglowy wykorzystywany jako źródło szczytowe.
8	Modernizacja instalacji c.w.u.	Wymiana instalacji cwu; montaż układu cyrkulacji
9	Modernizacja wentylacji	Wykonanie wentylacja mechanicznej z odzyskiem ciepła.
10	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 $\text{K} \cdot \text{a}$
O_{om}, O_{im} opłata za moc + przesył	0,00	0,00	zł/MW/m-c
O_{oz}, O_{iz} opłata za ciepło + przesył	68,06	13,61	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
	$S_d =$	3825,2

Stawki gazu	Cena jednostkowa	Jednostki
Opłata za gaz	2,45	zł/m ³
Wartość opałowa	0,036	GJ/m ³
Cena jednostkowa energii cieplnej	68,06	zł/GJ

Cena jednostkowa jako średnia 20% ceny z gazu

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda				
		7.2.1. Ściany zewnętrzne				
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		A =	502,04 m ²			
		A _{kosz} =	635,89 m ²			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się docieplenie ścian od strony dziedzińca 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		0,14 m warstwy izolacji				
wariant 2: o grubości		0,16 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1				
wariant 3: o grubości		0,18 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,14	0,16	0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,68	4,21	4,74
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,089	4,77	5,30	5,83
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	158,2	36,1	32,5	29,6
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0194	0,0044	0,0040	0,0036
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{oU} - q_{1U})O_m$	zł/a		10 276	10 325	10 364
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				0
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata				
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,918	0,210	0,189	0,172
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Wybrano wariant 2 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.						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ściany zewnętrznej do docieplenia.						
Wybrany wariant : 2		Koszt		SPBT=		

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				7.2.2. Strop		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	109,49 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	109,49 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie 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 0,20 m warstwy izolacji wariant 2: o grubości 0,22 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 1 wariant 3: o grubości 0,24 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariacie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,20	0,22	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		5,26	5,79	6,32
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,976	6,24	6,77	7,29
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	37,1	5,8	5,3	5,0
5	$q_{oU}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0045	0,0007	0,0006	0,0006
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		2 446	2 453	2 457
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł				
9	SPBT = N _U / ΔO_{ru}	lata				
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,025	0,160	0,148	0,137
Podstawa przyjętych wartości N_U Wybrano wariant 2 - docieplenie wełną mineralną grubości 22 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.						
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	$A_{ok} = 47,82 \text{ m}^2$	$V_{ok} = 117,7 \text{ m}^3/\text{h}$	$C_w = 1$		
Opis wariantów usprawnienia							
Wymiana okien ze stolarką drewnianą dwuszybowych na okna trzyszybowe o współczynniku przenikania ciepła $U_c = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania okna U	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	3,0	0,9	1,4	1,8	
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	47,4	14,2	22,1	28,4	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	14,6	11,3	11,3	11,3	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	62,0	25,5	33,4	39,7	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{n0}) \cdot U$	MW	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{n0})$	MW	0,0019	0,0016	0,0016	0,1233	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0119	0,0016	0,0016	0,1233	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		3 873	3 765	3 679	
10	Koszt jednostkowy wymiany okna $\text{zł}/\text{m}^2$	zł					
11	Koszt usprawnienia						
11	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		22,23	20,32	16,90	
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.)							
Koszt wymiany okien łącznie z wymianą parapetów i robotami niezbędnymi przy wymianie okien.							
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				Adr _z =	10,56	m ²
				V _{drz} =	117,7	m ³ /h
				C _w =	1	
Opis wariantów usprawnienia						
Wymiana starych drzwi na drzwi o całkowitym współczynniku przenikania ciepła U _c = 1,3 W/(m ² K).						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	3,0	1,3	1,5	1,8
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	10,5	4,5	5,2	6,3
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	14,6	11,3	11,3	11,3
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	25,1	15,8	16,5	17,6
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	0,0019	0,0016	0,0016	0,0016
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0019	0,0016	0,0016	0,0016
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/rok		1 493	1 484	1 469
10	Koszt jednostkowy wymiany drzwi zł/m ²	zł				
11	Koszt usprawnienia					
12	SPBT = (N _{ok} + N _w) / ΔO _{ru}	lata		19,80	17,79	16,54
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Współczynnik przenikania ciepła dla wymienianych drzwi przyjęto 1,3 W/(m ² K) 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 =	19,80	lat

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

Dane: $Q_{0co} = 327,88$ GJ/a

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

$\eta_0 = 0,54$

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

1. Wymiana kotła gazowego na kocioł gazowy kondensacyjny oraz montaż powietrznej pompy ciepła
2. Przebudowa instalacji ogrzewania wraz z wymianą grzejników żeliwnych
3. Wymiana pomp obiegowych, cyrkulacyjnych na energooszczędne

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	$\eta_w = 0,75$	$\eta_w = 3,50$
2	Sprawność przesyłu	$\eta_p = 0,96$	$\eta_p = 0,98$
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r = 0,75$	$\eta_r = 0,97$
4	Sprawność akumulacji	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 0,97$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,54$	$\eta = 3,23$
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	-	0,540	3,230
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	607,2	101,5
5	Oszczędność energii	GJ	505,7	
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		39 943,26
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: $Q_{0co} = 28,34$ GJ/a

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

$\eta_0 = 0,39$

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

1. Montaż powietrznej pompy ciepła
2. Wymiana instalacji c.w.u. wraz z systemem cyrkulacji

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	$\eta_w = 0,65$	$\eta_w = 3,50$
2	Sprawność przesyłu	$\eta_p = 0,60$	$\eta_p = 0,70$
3	Sprawność akumulacji	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 0,97$
4	Sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,39$	$\eta = 2,38$
5	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	-	0,390	2,380
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,0	1,0
3	Energia końcowa	GJ	72,7	11,9
4	Oszczędność energii	GJ	60,8	
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	4 783,61	
6	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		
7	SPBT	lata		

7.6. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego polegającego na poprawie systemu wentylacji

W budynku kościoła planuje się zamontować wentylację mechaniczną z rekuperatorem przy założeniu

$V = 1300 \text{ m}^3/\text{h}$ strumień powietrza

$q = 1,20 \text{ kg/m}^3$ (gęstość powietrza)

$c_w = 1 \text{ KJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ciepło właściwe

$dt = 20 \text{ }^\circ\text{C} - 6,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ($20 \text{ }^\circ\text{C}$ - temperatura wewnątrz budynku, $6,9 \text{ }^\circ\text{C}$ - średnia temperatura dla okresu grzewczego)

$X = 0,75$ (sprawność rekuperatora)

232 - ilość dni w sezonie grzewczym

$$Q = V \cdot q \cdot c_w \cdot dt \cdot X \cdot 24 \cdot 232 \quad (\text{GJ/rok})$$

Przewiduje się następujące prace związane z instalacją wentylacji

- Wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej wraz z montażem rekuperatorów i montażem wentylatorów wywiewnych

Koszt wentylacji

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Moc cieplna na potrzeby wentylacji	kW 16,01	kW 40,80
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła na potrzeby wentylacji	GJ/rok 103,02	GJ/rok 15,93
3	Roczna oszczędność energii		GJ/rok 87,09
4	Roczna oszczędność kosztów energii		zł/rok 6794,70
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł/rok	
6	SPBT	lata	

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

7.7.1. Spis opraw oświetleniowych i propozycje wymiany

Wyszczególnienie	Rodzaj opraw	Ilość opraw [szt]	Moc źródła [W]	Moc całkowita [W]	Propozycje wymiany źródeł światła		
					Ilość opraw [szt]	Moc źródła [W]	Moc całkowita [W]
suterena							
łazienki	żarowe	2	60	120	2	8	16
korytarz	żarowe	6	60	360	6	8	48
pom.	żarowe	10	40	400	10	10	100
pom.	jarzeniowe	2	38	76	2	10	20
pom.	LED	2	10	20	2	10	20
Razem		22		976	22		204
Parter							
Pokoje	żarowe	16	60	960	16	12	192
łazienki	żarowe	1	60	60	1	10	10
korytarz	żarowe	3	60	180	3	8	24
	LED	10	10	100	10	10	100
kaplica	jarzeniowe	2	38	76	2	8	16
	reflektory	2	60	120	2	12	24
	punktowe	3	60	180	3	10	30
	kinkiety	6	25	150	6	8	48
	zyrandole	6	25	150	6	8	48
		49		1976	49		492
I piętro							
	żarowe	8	60	480	8	10	80
łazienki	żarowe	2	60	120	2	8	16
korytarz	żarowe	3	40	120	3	8	24
	LED	3	10	30	3	10	30
	jarzeniowe	4	38	152	4	10	40
		20		902	20		190
II piętro							
pokoje	żarowe	10	75	750	10	10	100
łazienki	żarowe	2	60	120	2	8	16
korytarz	żarowe	3	60	180	3	8	24
		15		1050	15	10	140
ŁĄCZNIE		106		4904			1026

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

7.7.2. Obliczenie oszczędności energii

Ilość źródeł ośw. wewnętrznego	106 szt.	
Moc zainstalowanych opraw świetlnych:	4 904 W	
Czas pracy oświetlenia	2 500 h	
Energia na potrzeby oświetlenia	12 260 kWh	44,14 GJ

Przewiduje się wymianę źródeł bądź opraw starych żarowych na energooszczędne LED. Ilość opraw przyjęto orientacyjnie, natomiast ostateczna ilość opraw i ich rozmieszczenie powinna wynikać z projektu oświetleniowego spełniającego normę dla oświetlenia wewnętrznego dla tego typu obiektu.

1. Roboty w zakresie instalacji elektrycznych -wymiana okablowania
2. Rozdzielnice
3. Wymiana oświetlenia

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	4 904,0	1 026,0
2.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku	h	2 500,0	2 500,0
3.	Zapotrzebowanie energii Q	kWh	12 260,0	2 565,0
		GJ	44,1	9,2
4.	Oszczędność energii -	kWh	9 695,0	
		GJ	34,9	
5.	Koszt energii	zł	7 969,0	1 667,3
6.	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{el} = Q_0 - Q_1$	zł	6 301,8	
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

4,80 kWp
4281,5 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 16 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	12 260,00	2 565,00
2	Energia w inst.co	kWh	562,30	1 067,70
3	Energia pomocnicza w inst.cwu	kWh	0,00	368,10
4	Zapotrzebowanie energii	kWh	12 822,30	4 000,80
		GJ	46,16	14,40
5	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	kWh	0,00	3 425
		GJ	0,00	12,33
6	Zużycie energii elektrycznej	kWh	12 822,30	575,59
		GJ	46,16	2,07
7	Oszczędność energii	kWh	12 246,71	
		GJ	44,09	
8	Koszt energii	zł	8 334,50	819,41
9	Oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{el} = Q_0 - Q_1$	zł	7 515,09	
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	Montaż fotowoltaiki		
3	Modernizacja oświetlenia		
4	Docieplenie stropu		
5	Docieplenie ścian zewnętrznych		
6	Wymiana drzwi		
7	Wykonanie wentylacji mechanicznej		
8	Wymiana okien		
9	Modernizacja instalacji c.w.u.		
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 stropu/dachu
- modernizacja oświetlenia
- montaż instalacji fotowoltaiki
- wymiana okien zewnętrznych
- wymiana drzwi zewnętrznych
- wykonanie wentylacji mechanicznej

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Lp.	Zakres	Nr wariantu								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2.	Montaż fotowoltaiki	X	X	X	X	X	X	X	X	
3.	Modernizacja oświetlenia	X	X	X	X	X	X	X		
4.	Docieplenie stropu	X	X	X	X	X	X			
5.	Docieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	X	X				
6.	Wymiana drzwi	X	X	X	X					
7.	Wykonanie wentylacji mechanicznej	X	X	X						
8.	Wymiana okien	X	X							
9.	Modernizacja instalacji c.w.u.	X								

8.3. Koszty poszczególnych wariantów

Wariant	Działanie	Koszt
Wariant 1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Docieplenie ścian zewnętrznych	
	Wymiana drzwi	
	Wykonanie wentylacji mechanicznej	
	Wymiana okien	
	Modernizacja instalacji c.w.u.	
Wariant 2	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Docieplenie ścian zewnętrznych	
	Wymiana drzwi	
	Wykonanie wentylacji mechanicznej	
	Wymiana okien	
Wariant 3	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Docieplenie ścian zewnętrznych	
	Wymiana drzwi	
	Wykonanie wentylacji mechanicznej	
Wariant 4	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Docieplenie ścian zewnętrznych	
	Wymiana drzwi	
Wariant 5	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Docieplenie ścian zewnętrznych	
Wariant 6	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
Wariant 7	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
	Modernizacja oświetlenia	
Wariant 8	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	
	Montaż fotowoltaiki	
Wariant 9	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}	$Q_1(c_o+c_w+e_l)$	q_1	O_{1r}		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	327,88	53,24	0,54	28,34	1,2	588,48	54,48	45 245,09		
			0,77	46,16	4,9					
1	20,66	83,31	3,23	28,34	1,2	18,95	84,55	304,51	44 940,58	1 431 187,10
			0,77	2,07	4,9					
2	83,31	20,66	3,23	28,34	1,2	33,95	21,90	508,72	44 736,38	1 200 562,10
			0,77	2,07	1,0					
3	113,06	24,68	3,23	28,34	1,2	41,07	25,92	605,69	44 639,40	1 114 486,10
			0,77	2,07	1,0					
4	178,40	35,25	3,23	28,34	1,2	56,72	36,49	818,68	44 426,41	850 036,10
			0,77	2,07	1,0					
5	184,30	35,96	3,23	28,34	1,2	118,87	37,20	1 664,73	43 580,36	820 468,10
			0,77	2,07	1,0					
6	302,73	50,37	3,23	28,34	1,2	147,23	51,61	2 350,08	42 895,01	667 854,50
			0,77	2,07	1,0					
7	327,88	53,24	3,23	28,34	1,2	153,26	54,48	2 432,07	42 813,03	640 482,00
			0,77	2,07	4,9					
8	327,88	53,24	3,23	28,34	1,2	188,16	54,48	7 292,41	37 952,69	576 630,00
			0,77	36,97	4,9					
9	327,88	53,24	3,23	28,34	1,2	197,35	54,48	8 851,34	36 393,75	505 530,00
			0,77	46,16	4,9					

8.5. Wyliczenie oszczędności energii dla poszczególnych wariantów ulepszeń

Nr. war.	Q_{OCO}	Q_{OCW}	Q_{el}	Q_{OCO+C}	ΔQ	% oszcz.
	GJ	GJ	GJ	$W+e_l$	GJ	GJ
1	2	3	4	5	6	7
stan istn.	469,66	72,7	46,16	588,48		
1	4,95	11,9	2,07	18,95	569,54	96,78
2	19,95	11,9	2,07	33,95	554,54	94,23
3	27,07	11,9	2,07	41,07	547,41	93,02
4	42,72	11,9	2,07	56,72	531,77	90,36
5	44,14	72,7	2,07	118,87	469,61	79,80
6	72,50	72,7	2,07	147,23	441,25	74,98
7	78,52	72,7	2,07	153,26	435,23	73,96
8	87,15	72,7	28,34	188,16	400,33	68,03
9	148,45	11,9	36,97	197,35	391,14	66,47

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 $\frac{[(Q_0 - Q_1)/Q_0] * 100\%}{}$
		[zł]				[zł]	[%]
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	wariant 1						96,78
2.	wariant 2						94,23
3.	wariant 3						93,02
4.	wariant 4						90,36
5.	wariant 5						79,80
6.	wariant 6						74,98
7.	wariant 7						#ADR!

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 zewnętrznych 635,89 m² styropianem o gr. 16 cm, z wykonaniem izolacji przeciwwilgociowej ścian przy gruncie.

Docieplenie dachów i stropów wraz z wymianą dachu - docieplenie stropu pow. 109,49 m² z użyciem wełny mineralnej o grubości 22 cm i wsp. przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,038$ W/mK poprzedzone wykonaniem robót przygotowawczych i rozbiórkowych niezbędnych do wykonania docieplenia.

3. **Modernizacja źródła ciepła, w tym energetyczne wykorzystanie OZE** - Wymiana kotła gazowego na kocioł gazowy kondensacyjny oraz montaż powietrznej pompy ciepła o mocy 83 kW.

Modernizacja systemów grzewczych - Przebudowa instalacji ogrzewania wraz z wymianą grzejników żeliwnych, dostosowanie pomieszczenia węzłów cieplnych, wymiana pomp obiegowych, cyrkulacyjnych na energooszczędne, równoważenie instalacji-uzbrojenie w osprzęt regulacyjny, wykonanie regulacji instalacji c.o. (regulator pogody-sterowanie instalacją, programy czasowe, regulacja krzywej grzewczej, monitoring pracy urządzeń)

5. **Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej** - montaż powietrznej pompy ciepła, wymiana instalacji c.w.u. wraz z systemem cyrkulacji
6. **Modernizacja stolarki okiennej** - wymiana okien o wypaczonej stolarce w dachu i piwnicy (20,64 m²) na okna o całkowitym współczynniku przenikania ciepła okien $U \leq 1,4$ W/m²K. Należy wymienić parapety oraz wykonać inne niezbędne obróbki blacharskie.
7. **Wymiana stolarki drzwiowej** - wymienić drzwi (10,56 m²) na drzwi o całkowitym współczynniku przenikania ciepła drzwi $U \leq 1,3$ W/m²K.
8. **Wymiana oświetlenia na energooszczędne wraz z wymianą instalacji elektrycznej** - wymiana okablowania, wymiana rozdzielnic, wymiana oświetlenia 106 szt. na 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.
9. **Energetyczne wykorzystanie OZE** - wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 4,8 kWp oraz przyłączenie instalacji elektrycznej wewnętrznej obiektu.
10. **Montaż wentylacji mechanicznej - wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej** wraz z montażem rekuperatora i montażem wentylatorów
11. **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.
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;