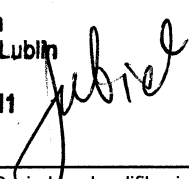


**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU
REKTORATU KOŚCIOŁA REKTORALNEGO
pw. WNIEBOWZIĘCIA NMP ZWYCIĘSKIEJ w LUBLINIE**

Adres budynku	adres Kościół Rektoralny pw. Wniebowzięcia NMP Zwycięskiej 20 - 004 Lublin powiat: Lublin województwo: lubelskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Mieczysław Sobiech tytuł zawodowy: mgr inż. uprawnienia: PL/WBiA/AE/176/2011

Lublin, luty 2023 r.

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku				
1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1	Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej - budynek rektoratu kościoła	1.2.	Rok ukończenia budowy
				1958
1.3.	Inwestor (Nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Kościół Rektoralny pw. Wniebowzięcia NMP Zwycięskiej ul. Narutowicza 6 20 - 004 Lublin	1.4.	Adres budynku ul. Narutowicza 6 kod 20 - 004 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. Mieczysław Sobiech upr. PL WBiA/AE/176/2011 PESEL 61030907592 ul. Siemiradzkiego 8 20-455 Lublin tel. 663 898 101				
Mieczysław Sobiech ul. Siemiradzkiego 8, 20-455 Lublin tel. 663 898 101 upr. PL WBiA/AE/176/2011 				
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)	
1				
2				
3				
5.	Miejscowość Lublin	Data wykonania opracowania	luty 2023	

6. Spis treści

1 Strona tytułowa	1
2 Karta audytu energetycznego	2
3 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku	4
4 Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	5
5 Ocena aktualnego stanu technicznego budynku	7
6 Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	8
7 Optymalizacja energetyczno-ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych	9
8 Wybór wariantu do realizacji	20
9 Opis wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego do realizacji	25
10 Spis załączników	26
Załącznik 1 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej	
Załącznik 2 Obliczenie stopniodni Sd	
Załącznik 3 Zestawienie zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną	
Załącznik 4 Wyliczenie redukcji zanieczyszczeń	
Załącznik 5 Wskaźniki energetyczne i ekonomiczne	
Załącznik 6 Wyniki obliczeń z programu komputerowego OZC 7.0 - stan istniejący	
Załącznik 7 Wyniki obliczeń z programu komputerowego OZC 7.0 - wariant do realizacji	

2. Karta audytu energetycznego budynku *)			
Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	1 939,9	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	553,8	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	341,83	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	212,0	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	1	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	15	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejskowe, gazowe	miejskowe, gazowe
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	miejskowe, gazowe	miejskowe, gazowe
11.	Współczynnik kształtu A/V [m ² /m ³]	0,300	
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	1,205	0,192
2.	Dach / stropodach/strop	0,879	0,144
3.	Podłoga na gruncie w piwnicy	0,365	0,365
4.	Okna	2,600	0,900
5.	Drzwi / bramy	3,500	1,300
6.	Inne - strop nad przejściem	-	-
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania	0,860	1,100
2.	Sprawność przesyłania	0,800	0,980
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,770	0,970
4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia	1,000	1,000
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,000	1,000
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody			
1.	Sprawność wytwarzania	0,650	0,930
2.	Sprawność przesyłania	0,600	0,800
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,850	0,850
4.	Sprawność akumulacji	1,000	1,000
5. Charakterystyka systemu wentylacji		0,53	0,96
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna grawitacyjna	naturalna grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna	okna
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	1 940	1 940
4.	Liczba wymian [l/h]	1	1
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	56,98	35,52
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	0,65	0,65
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	311,21	74,95
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	587,19	66,36
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	57,0	30,0
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]	156,10	37,59
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ³ rok]	84,09	9,50
Udział odnawialnych źródeł energii		0,00	33,89
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	64,17	64,17
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]	68,04	7,69
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł]	0	0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]	972 166,13	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię[%]	85,04%
Planowane koszty całk. [zł]	1 143 724,86		
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	35 155,45		
*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku **) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii ***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

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

3.1 Rozporządzenia i Normy techniczne

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 j.t.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 r. poz. 376).
3. Rozporządzenie 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.).
4. KOBIZE - Wartości opałowe i wskaźniki emisji CO2 do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do emisji.
5. PN-EN ISO 6946:2008 Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.
6. PN-EN 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
7. PN EN ISO 13370:2008 Ciepłe właściwości użytkowe budynków. Przenoszenie ciepła przez grunt. Metody obliczania.
8. PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłe właściwości użytkowe budynków. Współczynniki wymiany ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
9. PN-EN ISO 10077:2007 Ciepłe właściwości użytkowe okien, drzwi, żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła. (Cz.1, Cz.2).
10. PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
11. PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Cz.1.
12. PN-EN 1717:2003 Ochrona przed wtórnym zanieczyszczeniem wody w instalacjach wodociągowych i ogólne wymagania dotyczące urządzeń zapobiegających zanieczyszczaniu przez przepływ zwrotny.
13. PN-92/B-01706 Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.
14. PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.

3.2 Dokumentacje projektowe i inne dokumenty przekazane przez inwestora

Inwentaryzacja budynku,
Audyt energetyczny budynku z 2019 r.

3.3. Osoby udzielające informacji

ks. Rektor Dariusz Bondyra

3.4. Data wizji lokalnej

25.01.2023 r.

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

W ramach audytu ocenę działań polegających na zmniejszeniu zapotrzebowania na energię cieplną budynku, obniżenie emisji dwutlenku węgla oraz obniżenie kosztów energii:

- modernizacja instalacji c.o.
- docieplenie stropodachu
- wymiana drzwi zewnętrznych
- wymiana okien zewnętrznych
- wymiana oświetlenia na energooszczędne typu LED
- montaż instalacji fotowoltaicznej
- wprowadzenie systemu zarządzania energią w budynku

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Budynek rektoratu Kościoła Rektorального pw. Wniebowzięcia NMP Zwycięskiej
Własność	Kościół Rektoralny pw. Wniebowzięcia NMP Zwycięskiej w Lublinie
Przeznaczenie budynku	Publiczna
Adres	ul. Narutowicza 6; 20 - 004 Lublin
Budynek	wolnostojący
Rok budowy	1989
Opis budynku	Budynek dwukondygnacyjny o układzie konstrukcyjnym mieszanym, podpiwniczony. Dach o konstrukcji krokwiowo-jetkowej. Ściany zewnętrzne z belitu. Stolarka okienna drewniana i częściowo wymieniona na PCV. Drzwi zewnętrzne drewniane i częściowo wymienione. Budynek wyposażony w instalację c.o.; cwu, elektryczną; wod-kanalizacyjną.

Lp.	Wyszczególnienie	
1	Powierzchnia całkowita	624,21 m ²
2	Powierzchnia użytkowa	553,8 m ²
3	Powierzchnia mieszkalna	341,8 m ²
4	Kubatura budynku części użytkowej	1 939,90 m ³
6	Budynek podpiwniczony	tak

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

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

Przegrody budowlane

Lp.	Nazwa przegrody	U _o	U wymagane
		W/m ² K	W/m ² K
1	Ściany zewnętrzne	1,205	0,2
2	Strop zewnętrzny	0,879	0,15
3	Okna zewnętrzne	2,6	0,9
4	Drzwi zewnętrzne	3,5	1,3

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]	56,98
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	-
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	311,21
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	0,16
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	587,19
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	64,17
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	brak

4.3. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym	
1	Typ instalacji	Budynek ogrzewany z miejscowej kotłowni gazowej	
2	Parametry pracy instalacji	50/45	
3	Przewody w instalacji	stalowe	
4	Rodzaje grzejników	grzejniki żeliwne	
5	Oslonięcie grzejników	brak	
6	Zawory termostatyczne	brak	
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_p =$	0,86
		$\eta_r =$	0,80
		$\eta_w =$	0,77
		$\eta_a =$	1,00
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24	
9	Modernizacja instalacji po 1985 r.	tak	

4.4. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	tradycyjna
2	Piony i ich izolacja	stalowe
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	1 940

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	Ściany zewnętrzne ściany zewnętrzne murowane otynkowane, bez ocieplenia, wsp. $U = 1,205 \text{ W/m}^2\text{K}$.	Należy wykonać ocieplenie ścian zewnętrznych styropianem w celu osiągnięcia wymaganego oporu cieplnego. Należy wykonać ocieplenie i izolację przeciwilgociową ścian fundamentowych.
2.	Strop współczynnik przenikania ciepła $U = 0,879 \text{ [W/m}^2\text{K]}$	Należy wykonać ocieplenie stropu z użyciem wełny mineralnej w celu osiągnięcia
3.	Okna zewnętrzne drewniane w złym stanie technicznym, nieszczelne, dwuszybowe $U = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana okien na okna trzyszybowe o wsp. $U \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
4.	Drzwi zewnętrzne drewniane w złym stanie technicznym $U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	Wymiana drzwi zewnętrznych na drzwi o wsp. $U \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.2. System grzewczy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	Instalacja zasilana z miejscowej kotłowni gazowej zlokalizowanej w podpiwniczeniu budynku, braki w izolacji na części przewodów rozprowadzających energię ciepłą, grzejniki żeliwne zakamienione bez regulacji miejscowej.	Wymiana kotłów gazowych na dwa kotły gazowe kondensacyjne moc 90 kW, połączone kaskadowo, przebudowa kotłowni; wymiana grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych, uzupełnienie izolacji na przewodach rozprowadzających. Regulacja instalacji.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Instalacja ciepłej wody użytkowej - ciepło z miejscowej kotłowni gazowej	bez zmian

5.4. Instalacja wentylacyjna

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Instalacja wentylacyjna - wentylacja naturalna, grawitacyjna	bez zmian

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	Ocieplenie ścian zewnętrznych	Docieplenie ścian zewnętrznych styropianem. Wykonanie izolacji cieplnej i przeciwilgociowej ścian fundamentowych.
2	Docieplenie stropu	Docieplenie stropu wełną mineralną.
3	Wymiana okien	Wymiana okien na okna o całkowitym współczynniku przenikania ciepła $U = 0,9 \text{ Wm}^2\text{K}$.
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	Wymiana drzwi na drzwi o całkowitym współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ Wm}^2\text{K}$.
5	Modernizacja instalacji c.o.	Wymiana pieców gazowych na gazowe kondensacyjne (2), wymiana grzejników wraz z montażem zaworów termostatycznych oraz montażem ekranów zagrzejnikowych wraz z częściową poprawą izolacji na przewodach rozprowadzających czynnik grzewczy.
6	Wymiana oświetlenia na energooszczędne	Wymiana istniejących źródeł światła na energooszczędne typu LED.
7	Montaż instalacji fotowoltaicznej	Montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 9 kWp.
8	Wprowadzenie systemu zarządzania energią	Montaż czujników, regulatorów.

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 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 $\cdot\text{K}\cdot\text{a}$
O_{0m}	O_{1m}	opłata za moc + przesył			zł/MW/m-c
O_{0z}	O_{1z}	opłata za ciepło + przesył	64,17	64,17	zł/GJ
A_{b0}	A_{b1}		0	0	zł/mc

liczbę stopniodni przyjęto dla stacji 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 ziemnego	Cena jednostkowa	Jednostka
Opłata za gaz ziemny	2,35	zł/m ³
Wartość opałowa	36,62	MJ/m ³
Cena jednostkowa energii cieplnej	64,17	zł/GJ

7.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	329,51 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	395,41 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu z zastosowaniem styropianu o współczynniku przewodności co najmniej $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości 0,12 m warstwy izolacji wariant 2: o grubości 0,14 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 0,16 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		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,830	4,58	5,21	5,83
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	131,2	23,8	20,9	18,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0159	0,0029	0,0025	0,0023
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		6 892	7 078	7 219
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		532,65	552,65	572,65
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		210 616,20	218 524,44	226 432,68
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		30,56	30,87	31,36
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,205	0,218	0,192	0,172
Podstawa przyjętych wartości N_U Wybrano wariant 2 spełniający kryterium $U \leq 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ zgodnie z wymaganiami WT2021 (Dz.U. z 18 września 2015 r., poz.1422) i najmniejszy czas zwrotu inwestycji. Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych.						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 218 524,44 zł		SPBT= 30,87 lat		

7.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - cokół		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	43,00 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	47,30 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu z zastosowaniem styropianu o współczynniku przewodności co najmniej $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości 0,09 m warstwy izolacji wariant 2: o grubości 0,11 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości 0,13 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		0,09	0,11	0,13
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² /KW		2,81	3,44	4,06
3	Opór cieplny R	m ² /KW	1,764	4,58	5,20	5,83
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	8,1	3,1	2,7	2,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A(t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0010	0,0004	0,0003	0,0003
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		321	347	366
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		460,00	480,00	520,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		21 758,00	22 704,00	24 596,00
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		67,81	65,52	67,24
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,567	0,219	0,192	0,172
Podstawa przyjętych wartości N_U Wybrano wariant 2 spełniający kryterium $U \leq 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ zgodnie z wymaganiami WT2021(Dz.U. z 18 września 2015 r., poz.1422) i najmniejszy czas zwrotu inwestycji. Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni cokołu budynku.						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 22 704,00 zł		SPBT= 65,52 lat		

7.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne - fundamentowe		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia		
				A = 132,23 m ² A _{kosz} = 132,23 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu z zastosowaniem styropianu twardego o współczynniku przewodności co najmniej λ= 0,032 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości 0,03 m warstwy izolacji						
wariant 2: o grubości 0,05 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości 0,07 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		0,03	0,05	0,07
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		0,94	1,56	2,19
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,764	2,70	3,32	3,95
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	24,8	16,2	13,1	11,1
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0030	0,0020	0,0016	0,0013
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _Z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		552	751	793
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		630,00	650,00	710,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		83 304,90	85 949,50	93 883,30
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		150,95	114,47	118,39
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,567	0,370	0,301	0,253
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian fundamentowych.						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 85 949,50 zł		SPBT= 114,47 lat		

7.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	70,38 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	70,38 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu z zastosowaniem wełny mineralnej o współczynniku przewodności co najmniej λ= 0,031 W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości 0,16 m warstwy izolacji						
wariant 2: o grubości 0,18 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1						
wariant 3: o grubości 0,20 m warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g=	m		0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,16	5,81	6,45
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,138	6,30	6,95	7,59
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	20,4	3,7	3,3	3,1
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0025	0,0004	0,0004	0,0004
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		1 072	1 097	1 110
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		340,00	360,00	380,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		23 929,20	16 892,00	26 744,40
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		22,33	15,39	24,09
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,879	0,159	0,144	0,132
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Wybrano wariant 2 spełniający kryterium U≤ 0,3 W/(m ² K) zgodnie z wymaganiami WT2021 i najmniejszy czas zwrotu inwestycji.						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen rynkowych. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu.						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 16 892,00 zł		SPBT=		15,39 lat

Przedsięwzięcie

Okna zewnętrzne

7.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji

Dane:

powierzchnia okien

Aok = 68,31 m²

Vok= 193,99 m³/h

C_w= 1

Opis wariantów usprawnienia

Wymiana okien ze stolarką drewnianą wypaczoną, dwuszybowych na okna drewniane trzyszybowe o współczynniku przenikania ciepła $U_c = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Kształt okien niezmieniony.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okna U	W/m ² ·K	2,6	0,9	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,1	0,85
		C_m	-	1,2	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U_c$	GJ/a	60,9	21,1	25,8
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	24,9	19,3	19,3
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	85,8	40,4	45,1
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0100	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	0,0033	0,0028	0,0028
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0133	0,0028	0,0028
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		3 090	2 770
10	Koszt jednostkowy wymiany okna zł/m ²	zł		1 558,56	1 508,56
11	Koszt usprawnienia	zł		106 465,00	103 049,73
12	SPBT = $(N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		34,46	37,20

Podstawa przyjętych wartości N_U

Współczynnik przenikania ciepła dla wymienianych okien przyjęto 0,9 W/(m²K) zgodnie z wymaganiami.

Kształt okien niezmieniony.

Wybrany wariant :

1

Koszt :

106 465 zł Brutto

SPBT=

34,46

lat

Przedsięwzięcie

Drzwi zewnętrzne

7.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji

Dane:

powierzchnia drzwi

Adrz = 8,53 m²

Vdrz= 193,99 m³/h

C_w= 1

Opis wariantów usprawnienia

Wymiana drzwi ze stolarką drewnianą wypaczoną na drzwi drewniane o całkowitym współczynniku przenikania ciepła U_c = 1,3 W/(m²K). Kształt drzwi niezmieniony.

Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² ·K	3,5	1,3	1,1
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	0,85	0,85
		C _m	-	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U_c$	GJ/a	10,2	3,8	3,2
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	24,9	19,3	19,3
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	35,1	23,1	22,5
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	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	0,0033	0,0028	0,0028
8	q ₀ , q ₁ = (6) + (7)	MW	0,0033	0,0028	0,0028
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/rok		817	858
10	Koszt jednostkowy wymiany drzwi zł/m ²	zł		3 900,00	4 200,00
11	Koszt usprawnienia	zł		33 267,00	35 826,00
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		40,73	41,78

Podstawa przyjętych wartości N_U

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

Wybrany wariant :

1|Koszt :

33 267,00 zł

SPBT=

40,73

lat

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

Dane: $Q_{0co} = 311,21 \text{ GJ/a}$

$w_{t0} = 1,0$

$w_{d0} = 1,0$

$\eta_0 = 0,53$

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

1. modernizacja kotłowni, wymiana kotłów gazowych 108 754,00 zł
2. wymiana grzejników wraz z założeniem zaworów termostatycznych 67 500,00 zł
3. wymiana instalacji c.o. wraz z izolacją 114 128,18 zł
4. niezbędne prace budowlane

RAZEM KOSZT MODERNIZACJI 290 382,18 zł

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	Sprawność wytwarzania	$\eta_w = 0,86$	$\eta_w = 1,10$
2	Sprawność przesyłu	$\eta_p = 0,80$	$\eta_p = 0,98$
3	Sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_r = 0,77$	$\eta_r = 0,97$
4	Sprawność akumulacji	$\eta_e = 1,00$	$\eta_e = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,53$	$\eta = 0,96$
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	-	0,530	0,960
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	587,2	324,2
5.	Oszczędność energii	GJ	263,0	
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	16 878,13	
7.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł	290 382,18	
8.	SPBT	lata	17,20	

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

Dane:

Ilość opraw ośw. wewnętrznego	90 szt.	
Moc zainstalowanych opraw świetlnych:	8 000 W	
Czas pracy oświetlenia	2 500 h	
Energia na potrzeby oświetlenia	19 898 kWh	71,63 GJ

Przewiduje się wymianę żarowych źródeł na energooszczędne LED, o ciepłej temperaturze barwowej. Ilość opraw przyjęto zgodnie z istniejącymi punktami świetlnymi. Zastosować źródła o mocy 10 lub 12 W w zależności od potrzeb danego miejsca.

1. Roboty w zakresie instalacji elektrycznych - montaż opraw oświetleniowych energooszczędnych wraz z niezbędną przebudową instalacji oświetleniowej	81 402,35 zł
--	--------------

RAZEM KOSZT MODERNIZACJI 81 402,35 zł

W tabeli poniżej zestawiono zmiany dotyczące oszczędności energii przy zmianie.

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Wymiana opraw oświetleniowych	
			przed	po
1.	Moc zainstalowanych opraw	kW	8,0	1,2
2.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku	h	2 500,0	2 500,0
3.	Zapotrzebowanie energii Q	kWh	19, 898,0	3, 000,0
		GJ	71,6	10,800
4.	Oszczędność energii -	kWh	16 898,0	
		GJ	60,8	
5.	Koszt energii	zł	16 714,3	2 520,0
6.	Oszczędność kosztów $\Delta Q_{el} = Q_0 - Q_1$	zł	14 194,3	
7.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł	81 402,4	
8.	SPBT	lata	5,73	

Cena energii elektrycznej 0,84 zł/kWh

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

Inwestycja obejmuje budowę mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 9,00 kWp
 - produkcja roczna instalacji 8820 kWh

W tabeli poniżej zestawiono zmiany dotyczące oszczędności energii przy zastosowaniu fotowoltaiki

Lp.	Rodzaj usprawnienia		Pobór energii elektrycznej	
			przed	po*
4.	Energia elektryczna z instalacji fotowoltaicznej	kWh	0,00	7056,00
		GJ	0,00	25,40
6.	Oszczędność energii	kWh	7056,00	
		GJ	25,40	
7.	Koszt energii	zł	0,00	5927,04
8.	Oszczędność kosztów energii $\Delta Q_{el} = Q_0 - Q_1$	zł	5927,04	
9.	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł	97 891,84	
10.	SPBT	lata	16,52	

*) do obliczeń przyjęto 80 % zużycia bezpośrednio z wytworzonej energii elektrycznej w instalacji PV

Cena energii elektrycznej 0,84 zł

7.11. Montaż instalacji klimatyzacji

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Obliczeniowe zapotrzebowanie na energię do wytworzenia chłodu	kWh/rok	0	7440	-
2	SEER _{ref}	W/m ²	0	4	-
3	Jednostkowa cena za energię elektryczną	zł/kWh	0,84		
4	Roczne koszty zużycia energii elektrycznej na potrzeby chłodzenia	zł		6249,6	-
5	Koszt modernizacji systemu klimatyzacji	zł	0	99 986,32	-

Do chłodzenia wykorzystać klimatyzatory VRF. Jednostka posadowiona będzie na projektowanym fundamencie na zewnątrz budynku przy ścianie zewnętrznej budynku obok rektoratu. Jednostki wewnętrzne ściennie umieszczone będą nad drzwiami lub na ścianach wewnętrznych. Układ klimatyzacji będzie regulował przepływ czynnika R410 A w zależności od zapotrzebowania na chłód.

8. Wybór wariantu do realizacji**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	290 382,18	17,20
2.	Modernizacja oświetlenia	81 402,35	5,73
3.	Docieplenie stropu	16 892,00	15,39
4.	Wymiana okien	106 465,23	34,46
5.	Wymiana drzwi	33 267,00	40,73
6.	Docieplenie ścian zewnętrznych, cokołu, ścian fundamentowych	327 177,94	48,20
7.	Wykonanie klimatyzacji	99 986,32	
Razem koszty modernizacji		955 573,02	

PRACE DODATKOWE

Montaż fotowoltaiki	97 891,84	16,52
---------------------	-----------	-------

ŁĄCZNIE KOSZTY**1 053 464,86**

8.2. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

8.2.1. Określenie wariantów

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień przewidzianych do modernizacji

- modernizacja instalacji centralnego ogrzewania
- modernizacja oświetlenia
- montaż fotowoltaiki
- docieplenie stropu
- docieplenie ścian zewnętrznych, cokołu, ścian fundamentowych
- wymiana okien
- wymiana drzwi
- wykonanie klimatyzacji

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

LP	Zakres	Nr wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	X	X	X	X	X	X	X
2	Modernizacja oświetlenia	X	X	X	X	X	X	
3	Docieplenie stropu	X	X	X	X	X		
4	Wymiana drzwi zewnętrznych	X	X	X	X			
5	Wymiana okien	X	X	X				
6	Docieplenie ścian zewnętrznych, cokołu, ścian fundamentowych	X	X					
7	Wykonanie klimatyzacji	X						
8	Montaż instalacji PV	X						

8.3. Koszty poszczególnych wariantów

Wariant	Działanie	Koszt
Wariant 1	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	1 053 464,86
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Wymiana drzwi	
	Wymiana okien	
	Docieplenie ścian zewnętrznych, cokołu, ścian fundamentowych	
	Wykonanie klimatyzacji	
	System Zarządzania Energią	
	Montaż fotowoltaiki	
Wariant 2	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	855 586,70
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Wymiana drzwi	
	Wymiana okien	
	Docieplenie ścian zewnętrznych, cokołu, ścian fundamentowych	
Wariant 3	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	528 408,76
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Wymiana drzwi	
	Wymiana okien	
Wariant 4	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	421 943,53
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
	Wymiana drzwi	
Wariant 5	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	388 676,53
	Modernizacja oświetlenia	
	Docieplenie stropu	
Wariant 6	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	371 784,53
	Modernizacja oświetlenia	
Wariant 7	Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania	290 382,18

8.4. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

		C.O.					C.W.U.					C.O. + C.W.U.					Zmiana		
warianty	q _{co} ¹⁾	Q _{co} ¹⁾ wg obl. 1)	η	w _d	Q _{co+w_d} / η	Opłata C.O.	q _{cwu} ²⁾	Q _{cwu} ²⁾	Opłata C.W.U.	q _{co} + q _{cwu}	Q _{co} + Q _{cwu}	Opłata C.O.+C.W.U.	ΔQ _{co+cwu}	Oszczędn.	Oszczędn.				
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	%				
1	0,0355	74,95	0,96	0,85	66	4 259	0,0070	30	1 925	0,0425	96,4	6 184	548	35 155	85,04%				
2	0,0355	138,88	0,96	0,85	123	7 891	0,0070	30	1 925	0,0425	153,0	9 816	491	31 523	76,25%				
3	0,0507	256,86	0,96	0,85	227	14 595	0,0070	30	1 925	0,0577	257,4	16 520	387	24 819	60,04%				
4	0,0554	297,20	0,96	0,85	263	14 324	0,0070	30	1 925	0,0624	293,1	16 249	351	25 091	54,49%				
5	0,0565	306,42	0,96	0,85	271	17 411	0,0070	30	1 925	0,0635	301,3	19 336	343	22 003	53,23%				
6	0,0570	311,21	0,96	0,85	276	17 683	0,0070	30	1 925	0,0640	305,6	19 608	339	21 731	52,57%				
7	0,0570	311,21	0,96	0,85	276	17 683	0,0070	30	1 925	0,0640	305,6	19 608	339	21 731	52,57%				
0-stan istniejący	0,0570	311,21	0,53	1,00	587	37 681	0,0070	57	3 658	0,0640	644,2	41 339							

- 1) - wyniki z programu Audytor OZC 7.0Pro - obliczenie mocy i zużycia ciepła
- 2) - wyniki wg załącznika nr 7

8.5. 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
		[zł]				[zł]	[%]
1	2	3	4	5	7	8	9
1	wariant 1	1 053 464,86	22 260,00	68 000,00	1 143 724,86	35 155,45	85,04%
2	wariant 2	855 586,70	22 260,00	0,00	877 846,70	31 522,99	76,25%
3	wariant 3	528 408,76	22 260,00	0,00	550 668,76	24 819,42	60,04%
4	wariant 4	421 943,53	22 260,00	0,00	444 203,53	25 090,52	54,49%
5	wariant 5	388 676,53	22 260,00	0,00	410 936,53	22 003,45	52,57%
6	wariant 6	371 784,53	22 260,00	0,00	394 044,53	21 731,29	52,57%
7	wariant 7	290 382,18	22 260,00	0,00	312 642,18	21 731	52,57%

9. 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:

1. **Modernizacja instalacji c.o.** polegająca na wymianie kotłów gazowych na dwa kotły gazowe - moc 90 kW, kondensacyjne połączone kaskadowo, modernizacji kotłowni, wymianie grzejników żeliwnych na grzejniki panelowe wraz z montażem zaworów termostatycznych, wymianą instalacji centralnego ogrzewania oraz wykonanie innych niezbędnych prac budowlano-montażowych związanych z modernizacją instalacji c.o. Wykonanie regulacji instalacji c.o. Równoważenie instalacji.
2. **Ocieplenie ścian zewnętrznych** - Ocieplenie 395,41 m² ścian zewnętrznych w technologii ETICS metodą lekko mokrą z zastosowaniem styropianu o grubości 14 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Ocieplenie 47,3 m² cokołu w technologii ETICS metodą lekko mokrą z zastosowaniem styropianu o grubości 11 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Wykonanie izolacji cieplnej i przeciwilgociowej ścian fundamentowych z użyciem styropianu ekstrudowanego o grubości 5 cm i współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Wykonanie niezbędnych robót przygotowawczych i rozbiórkowych.
3. **Ocieplenie stropu** - ocieplenie 70,38 m² z użyciem wełny mineralnej o grubości 18 cm i wsp. przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,031 \text{ W/mK}$, poprzedzone wykonaniem robót przygotowawczych i rozbiórkowych niezbędnych do wykonania ocieplenia.
4. **Wymiana drzwi zewnętrznych** - wymiana drzwi zewnętrznych 8,53 m² na drzwi ze stolarką drewnianą o całkowitym współczynniku przewodzenia ciepła $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kształt drzwi niezmienny.
5. **Wymiana okien** - wymiana 68,31 m² okien na okna o stolarce drewnianej z potrójnym oszkleniem o całkowitym współczynniku przewodzenia ciepła $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kształt okien niezmienny.
6. **Wymiana oświetlenia na energooszczędne typu LED** – wymiana opraw oświetleniowych żarowych i jarzeniowych na źródła energooszczędne typu LED o ciepłej temperaturze barwowej i wskaźniku oddawania barw R_a o wartości co najmniej 80. Wykonanie niezbędnych prac modernizacyjnych instalacji
7. **Wprowadzenie systemu zarządzania energią** Wprowadzenie systemu zarządzania energią BMS (budynki inteligentne) – 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;
8. **Fotowoltaika** – montaż instalacji fotowoltaicznej o mocy 9 kWp oraz przyłączenie instalacji elektrycznej wewnętrznej obiektu, wykonanie niezbędnych prac w obrębie instalacji elektrycznej.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1 Obliczenie zapotrzebowania na moc i ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Załącznik 2 Obliczenie stopniodni S_d

Załącznik 3 Zestawienie zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną

Załącznik 4 Wyliczenie redukcji zanieczyszczeń

Załącznik 5 Wskaźniki energetyczne i ekonomiczne

Załącznik 6 Wyniki obliczeń z programu komputerowego OZC 7.0 - stan istniejący

Załącznik 7 Wyniki obliczeń z programu komputerowego OZC 7.0 - wariant do realizacji

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_{cw}	dm ³ /(m ² ·dzień)	0,8	0,8
powierzchnia ogrzewana A_r	m ²	553	553
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	-	0,9	0,9
liczba dni w roku t_R	dzień	252	252
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} \cdot A_r \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	5 255	5 255
	GJ/rok	19	19
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,65	0,93
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$	-	0,60	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	0,85	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,332	0,632
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	15 852	8 310
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	GJ/a	57	30

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	os.	15	15
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	15	15
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,013	0,013
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiórki c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	4,813	4,813
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	3,2	3,2
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	0,65	0,65

Obliczenie stopniodni S_d

Dane klimatyczne dla stacji Lublin Radawiec

 S_d dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy								
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-2,6	-1,9	3,2	9,2	14,4	12,8	8,5	1,3	-2,1
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, $L_d(m)$	31	28	31	30	5	5	31	30	31
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$(\Theta_{int,H} - \Theta_e) \cdot L_d(m)$ [dzień·K/m·c]	700,6	613,2	520,8	324	28	36	356,5	561	685,1

Dla przegród zewnętrznych

 S_d 3324 dzień*K/rokprzy $\Theta_{int,H} = 20$ °C

Zestawienie zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną

Lp.		ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ						
		STAN PRZED MODERNIZACJĄ		STAN PO MODERNIZACJI		RÓŻNICA (kol. 3 - kol. 5) (kol. 4 - kol. 6)		Efekt energetyczny
		MWh/rok	GJ/rok	MWh/rok	GJ/rok	MWh/rok	GJ/rok	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Olej opałowy							
2.	Gaz ziemny	178,94	644,19	26,77	96,36	152,18	547,83	85,04
3.	Gaz płynny							
4.	Węgiel kamienny							
5.	Węgiel brunatny							
6.	Biomasa							
7.	Pompy ciepła							
8.	Ciepło sieciowe z ciepłowni							
9.	Ciepło sieciowe z ciepłowni wyłącznie na biomasę							
10.	Ciepło sieciowe z elektrociepłowni							
11.	Ciepło sieciowe z elektrociepłowni wyłącznie opartej na energii odnawialnej (biogaz, biomasa)							
12.	Energia elektryczna z sieci elektroenergetycznej zużyta na potrzeby budynku	21,10	75,95	11,41	41,08	9,69	34,88	45,92
13.	Energia elektryczna wyprodukowana na miejscu w skojarzeniu, z zastosowaniem źródeł nieodnawialnych, zużyta na potrzeby budynku							
14.	Energia elektryczna wyprodukowana na miejscu ze źródeł OZE (Biomasa, biogaz, w tym w skojarzeniu, PV), zużyta na potrzeby budynku	0	0	-7,06	-25,40			
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ w budynku		200,04	720,14	31,12	112,04	168,92	608,10	84,44
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ w budynku z instalacją PV		260,13	936,47	42,51	153,03	217,62	783,44	83,66
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ w budynku bez instalacji PV		260,13	936,47	63,68	229,23	196,46	707,24	75,52

Wyliczenie redukcji zanieczyszczeń

Wyszczególnienie	Jedn.	Przed modernizacją	Po modernizacji	Różnica	%
Zużycie gazu ziemnego	GJ/rok	644,19	96,36	547,83	85,04
Zużycie energii elektrycznej	MWh/rok	21,10	11,41	9,69	45,92
Emisja CO ₂	Mg CO ₂	50,408	13,302	37,106	73,61
Emisja CO ₂ z instalacją PV	Mg CO ₂	50,408	8,377	42,031	83,38

Uniknięcie emisji CO₂ wynikająca z zastosowania instalacji PV

produkcja en. elektrycznej 7,056 MWh/rok

uniknięta emisja CO₂ 4,925 Mg CO₂

Współczynniki emisji CO₂:

gaz ziemny* WE = 55,39 kg/GJ

energia elektryczna** WE = 698 kg/MWh

* KOBIZE - "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2019 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023

** KOBIZE - "Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej grudzień 2021

Wskaźniki energetyczne i ekonomiczne

Charakterystyka wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową Qu	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	330,13	93,91	236,22	71,55
	MWh/rok	91,78	26,11	65,67	
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Qk	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	720,14	112,04	608,10	84,44
	MWh/rok	200,20	31,15	169,05	
Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną Qp	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	936,47	153,03	783,44	83,66
	MWh/rok	260,34	42,54	217,80	
Emisja dwutlenku węgla	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	Mg CO ₂ /rok	50,4082	8,3769	42,03	83,38

Obliczenie wskaźników ekonomicznych

Obliczenie wskaźników ekonomicznych dla EK

Suma kwalifikowanych kosztów realizacji projektu (Ki) bez instalacji PV	Koszty eksploatacyjne po modernizacji rocznie (O2)	Koszty eksploatacyjne przed modernizacją rocznie (O1)	Różnica kosztów eksploatacyjnych (AO = O1 - O2)	Efekt ekologiczny (końcowy efekt redukcji emisji Mg CO ₂)	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową
zł	zł	zł	zł	Mg/rok	GJ/rok
1 045 833,02	8 703,80	58 053,57	49 349,77	42,03	608,10

Prosty czas zwrotu SPBT (I / AO)	lata	21,19
Koszt efektu energetycznego KEE	zł/(GJ/rok)	1719,82
Koszt redukcji emisji KRE (I / AE)	zł/MgCO ₂	24882,25

Obliczenie wskaźników ekonomicznych dla EP bez instalacji PV

Suma kwalifikowanych kosztów realizacji projektu (Ki) bez instalacji PV	Koszty eksploatacyjne po modernizacji rocznie (O2)	Koszty eksploatacyjne przed modernizacją rocznie (O1)	Różnica kosztów eksploatacyjnych (AO = O1 - O2)	Efekt ekologiczny (końcowy efekt redukcji emisji Mg CO ₂)	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną
zł	zł	zł	zł	Mg/rok	GJ/rok
1 045 833,02	8 703,80	58 053,57	49 349,77	42,03	707,24

Prosty czas zwrotu SPBT (I / AO)	lata	21,19
Koszt efektu energetycznego KEE	zł/(GJ/rok)	1 478,76
Koszt redukcji emisji KRE (I / AE)	zł/MgCO ₂	24 882,25

Obliczenie wskaźników ekonomicznych dla EP z instalacją PV

Suma kwalifikowanych kosztów realizacji projektu (Ki)	Koszty eksploatacyjne po modernizacji rocznie (O2)	Koszty eksploatacyjne przed modernizacją rocznie (O1)	Różnica kosztów eksploatacyjnych (AO = O1 - O2)	Efekt ekologiczny (końcowy efekt redukcji emisji Mg CO ₂)	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną
zł	zł	zł	zł	Mg/rok	GJ/rok
1 143 724,86	6 183,80	58 053,57	51 869,77	42,03	783,44

Prosty czas zwrotu SPBT (I / AO)	lata	22,05
Koszt efektu energetycznego KEE	zł/(GJ/rok)	1 459,87
Koszt redukcji emisji KRE (I / AE)	zł/MgCO ₂	27 211,27

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek Rektoratu Kościoła Rektoralnego	
	pw. Wniebowzięcia NMP Zwycięskiej - stan istn.	
Miejscowość:	Lublin	
Adres:	20 - 004 Lublin ul. Narutowicza 6	
Projektant:	Mieczysław Sobiech	
Data utworzenia:	Czwartek 26 Stycznia 2023 18:17	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
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:	Lublin Radawiec	
Grunt:		
Rodzaj gruntu:	Piasek lub żwir	
Pojemność cieplna:	2,000	MJ/(m³·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 AH:	553,83	m²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1939,9	m³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	30595	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	26383	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	56977	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	56977	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	102,9	W/m²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	29,4	W/m³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	155,2	m³/h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,0	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2034,9	m³/h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v, H :	1939,9	m³/h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	311,21	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	86447	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	553,83	m²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1939,9	m³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	561,9	MJ/(m²·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	156,1	kWh/(m²·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	160,4	MJ/(m³·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	44,6	kWh/(m³·rok)

Wyniki - Ogólne

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Budynek Rektoratu Kościoła Rektoralnego	
	pw. Wniebowzięcia NMP Zwycięskiej - W1	
Miejscowość:	Lublin	
Adres:	20 - 004 Lublin ul. Narutowicza 6	
Projektant:	Mieczysław Sobiech	
Data utworzenia:	Czwartek 26 Stycznia 2023 18:17	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. U:	PN-EN ISO 6946	
Norma na projektowe obciążenie cieplne Φ :	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790 - miesięcznie	
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:	Lublin Radawiec	
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 AH:	553,83	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1939,9	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	9137	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	26383	W
Całkowita projektowa strata ciepła Φ :	35520	W
Nadwyżka mocy cieplnej Φ_{RH} :	0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	35520	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni, $\phi_{HL,A}$:	64,1	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury, $\phi_{HL,V}$:	18,3	W/m ³
Wyniki obliczeń wentylacji na potrzeby projektowego obciążenia cieplnego:		
Powietrze infiltrujące V_{infv} :	155,2	m ³ /h
Średnia liczba wymian powietrza n:	1,0	
Dopływające powietrze wentylacyjne V_v :	2034,9	m ³ /h
Średnia temperatura dopływającego powietrza θ_v :	-20,0	°C
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na energię wg PN-EN ISO 13790		
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Sezonowe zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie		
Strumień powietrza wentylacyjnego-ogrzewanie V_v,H :	1939,9	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	138,88	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	38577	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku AH:	553,83	m ²
Kubatura ogrzewana budynku VH:	1939,9	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	250,8	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EAH:	69,7	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie EVH:	71,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło EVH:	19,9	kWh/(m ³ ·rok)