

USŁUGI BUDOWLANE
Grzegorz Duda
21-003 Elizówka, ul. Imbirowa 21
tel.: 512 326 722
duda-grzegorz@wp.pl
NIP 712 196 31 32, REGON 430775461

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Inwestor:

Parafia Rzymskokatolicka Podwyższenia Krzyża Świętego w Piaskach
21-050 Piaski, ul. Lubelska 1

Nazwa Inwestycji:

"Termomodernizacja Kaplicy w Kozicach Górnych"

Docieplenie ścian, stropu pod nieogrzewanym poddaszem, wymiana stolarki okiennej i drzwi zewnętrznych oraz zmiana źródła ciepła na pompę ciepła gruntową, wykonanie instalacji ogrzewania podłogowego wraz z odtworzeniem posadzki, wykonanie systemu zarządzania energią, wykonanie instalacji fotowoltaicznej oraz wymiana oświetlenia na energooszczędne Kaplicy.

Adres:

21-050 Kozice Górne, Kozice Górne 21



TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO			
1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Kaplica	1.2 Rok ukończenia budowy	1985
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Parafia Rzymsko-Katolicka Podniesienia Krzyża Świętego ul. Lubelska 1 21-050 Piaski	1.4 Adres Budynku	
		Kozice Górne kod: 21-050, miejscowość: Piaski powiat: świdnicki województwo: lubelskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
USŁUGI BUDOWLANE Grzegorz Duda 21-003 Ciecierzyn, Elizówka 22J REGON: 430775461			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Grzegorz Duda, PESEL 64021705977, 21-003 Ciecierzyn, Elizówka 22J upr. bud. nr 2103/LB/93, LUB/0247/POOK/14 Członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych nr 1441 <p style="text-align: right;"><i>podpis:</i></p>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:			
lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	
1.			
2.			
3.			
5. Miejscowość: Lublin		Data wykonania opracowania:	
6. Spis treści:			
1. Strona tytułowa			str. 2
2. Karta audytu energetycznego			str. 3
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			str. 5
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku			str. 6
5. Ocena stanu technicznego budynku			str. 11
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych			str. 13
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			str. 14
8. Opis wariantu optymalnego			str. 28
9. Załączniki			str. 30

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna murowana	Bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	765,2	765,2
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	156,7	156,7
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	0	0
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	156,7	156,7
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	-	-
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	grzejniki elektryczne	pompa ciepła gruntowe
11.	Współczynnik A/V [1/m]	0,6	0,6
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/(m ² ·K)]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,33 / 1,09	0,44
2.	Dach/stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	2,29	0,29
3.	Strop nad piwnicą	-	-
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,58	0,23
5.	Okna, drzwi balkonowe	3,90	1,40
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,60	1,30
7.	Inne	-	-
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,99	4,00
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,91	0,89
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,95
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,80	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,80	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	-	-
2.	Sprawność przesyłu [-]	-	-
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	-	-
4.	Sprawność akumulacji [-]	-	-
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzania i odprowadzania powietrza	grawitacyjny	grawitacyjny
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	444	444
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,50	0,50
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	37,1	13,1
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	-	-
3.	Roczne zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	192,0	69,8

4.	Roczne zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	170,5	21,5
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	-	-
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	340,32	123,76
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² ·rok)]	302,20	38,12
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0%	75,0%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	195,19	195,19
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	3 603,90	3 603,90
3.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	-	-
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	176,11	32,56
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	31,75	5,90
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	-	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	84,2%
Planowane koszty całkowite [zł]		Premia termomodernizacyjna [zł]	-
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			
<p>¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku.</p> <p>²⁾ U_{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczoną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.</p> <p>³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.</p> <p>⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.</p>			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Projekt techniczny budynku
- Inwentaryzacja wykonanych remontów i usprawnień
- Mapa geodezyjna

3.2. Inne dokumenty

- Kopie faktur za dostawę energii
- Ustawy, Rozporządzenia i Normy
 - Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów
 - 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
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 września 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
 - PN-EN ISO 6946:2008 "Komponenty budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń."
 - PN-EN ISO 13790 "Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia."
 - PN-EN 12831:2006 "Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego"

3.3. Osoby udzielające informacji

- Książd Proboszcz - Stanisław Duma tel.: 601 357 648

3.4. Data wizji lokalnej

-

3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora

- Celem działań jest obniżenie kosztów ogrzewania
- Uzyskanie kredytu i dofinansowania Instytucji państwowych w celu poprawy sprawności energetycznej
- W ramach audytu należy dokonać oceny działań zmierzających do poprawy efektywności energetycznej:
 - ograniczenia strat przez przegrody budowlane (ściany zewnętrzne, stropy i dach, okna i drzwi oraz wentylacji)
 - usprawnienie systemu centralnego ogrzewania
 - modernizacja źródła ciepła

3.6. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia

- Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - w ramach warunków NFOŚiGW

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

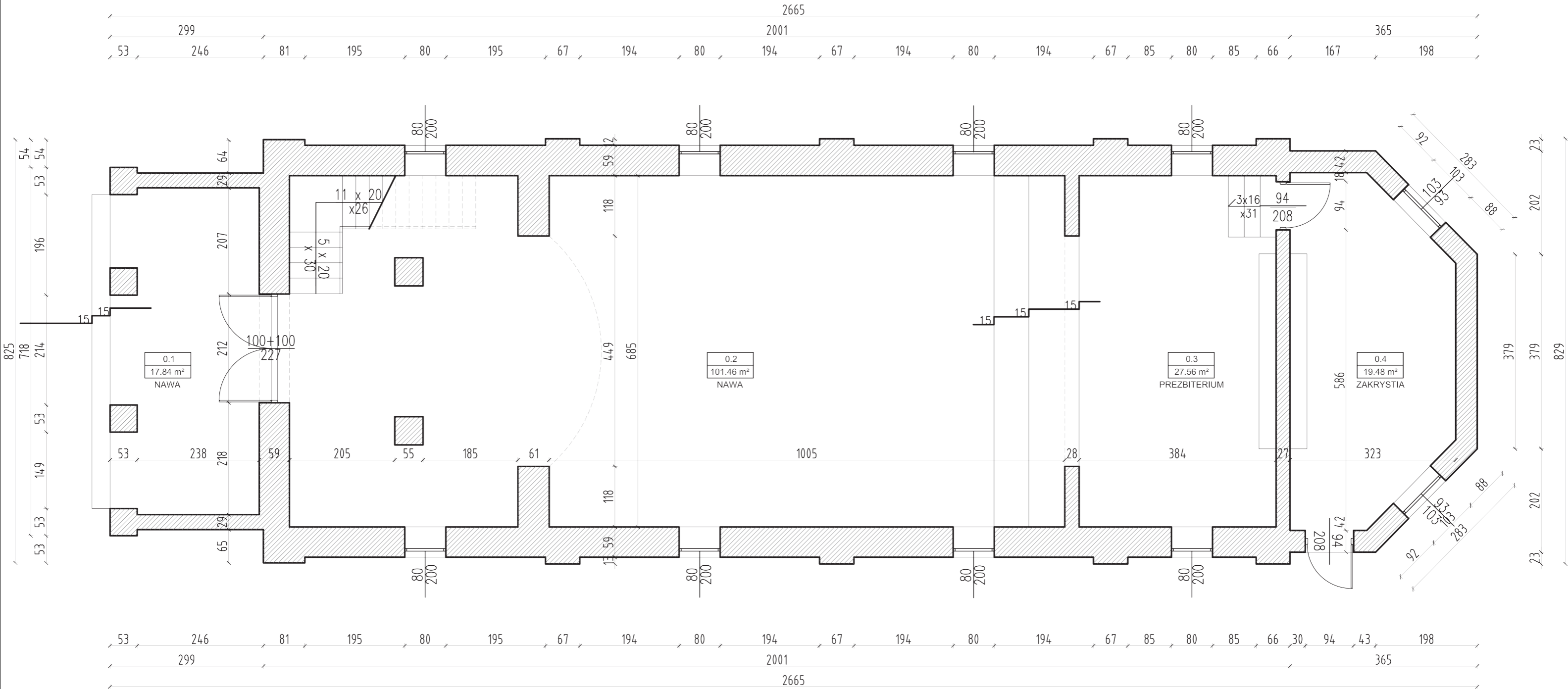
Własność	prywatna <input checked="" type="checkbox"/>		spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny		mieszk-usługowy	inny
Adres	20-050 Piaski, Kozice Górne 21			
Budynek	wolnostojący <input checked="" type="checkbox"/>	segment w zabudowie szeregowej		
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny		

Rok budowy		1985		Rok zasiedlenia		1985	
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	2\221 WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	<input checked="" type="checkbox"/> tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana	[m ²]	185,5	10	Budynek podpiwniczony	nie	
2	Kubatura budynku	[m ³]	850,0	11	Liczba klatek schodowych	1	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	765,2	12	Liczba kondygnacji	2	
4	Powierzchnia użytkowa mieszkalna	[m ²]	0,0	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	6,0 / 2,5	
5	Powierzchnia korytarzy +klatek	[m ²]	0,0	14	Liczba osób użytkujących obiekt	50	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0,0				
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy pom. tech., catering, łazienki	[m ²]	0,0	15	Liczba mieszkań	0	
8	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń ogrzewanych	[m ²]	156,7	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	0	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m ²]	156,7	17	Liczba mieszkań z WC osobno	0	

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

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

4.b Rzut Kaplicy



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek murowany, więźba dachowa drewniana, pokrycie z blachy ocynkowanej.

Ściany ceglane gr. 41 i 54 cm, z obu stron tynkiem.

Okna stalowe, z pojedynczą szybą o współczynniku przenikania ciepła $U=3,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, rozszczelnione.

Wentylacja poprzez nieszczelności stolarki.

Drzwi zewnętrzne drewniane, pełne, $U=3,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, rozszczelnione.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych budynku

L.p.	Opis	Pow. netto m^2	U_k $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1.	Ściana zewnętrzna SZ1	162,0	1,33	16,00	3,9	6,73	3,6
2.	Ściana zewnętrzna SZ2	219,5	1,09				
3.	Strop pod poddaszem	185,6	2,29				
4.	Podłoga na gruncie	185,5	0,58				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	0,0371
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	-
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	192,0
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	170,5
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	3 603,90
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	195,19
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	5,90

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane grzejnikami elektrycznymi płaszczyznowymi
2.	Parametry pracy instalacji	-
3.	Przewody w instalacji	Brak
4.	Rodzaje grzejników	Ciepło dostarczane grzejnikami elektrycznymi płaszczyznowymi
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Tak
7.	Zabezpieczenie	Brak
8.	Odpowietrzenie	Brak
9.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę	7 / 24
10.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Nie wykonywano

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu przed termomodernizacji

Lp.	Opis	Wartość współczynnika	
1.	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,99
2.	Przesyłanie ciepła	η_d	1,00
3.	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,91
4.	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5.	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	0,80
7.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	0,80

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

nie dotyczy

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Budynek ogrzewany grzejnikami elektrycznymi, płaszczyznowymi z przerwami.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	443,6

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [W/m ² ·K]	U ¹⁾ [W/m ² ·K]
	istniejące	wymagane
ściany zewnętrzne	1,33	0,45
strop	2,29	0,30
podłoga na gruncie	0,58	1,20

1) Wymagania wg Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie
Załącznik Wymagania Izolacyjności Ciepłej pkt. 1 - obowiązujące od 1 stycznia 2021 r.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² ·K]	U ¹⁾ [W/m ² ·K]
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	3,6	1,3
okno	3,9	0,9

5.3 System grzewczy

Ogrzewanie grzejnikami elektrycznymi, płaszczyznowymi. Grzejniki w znacznym stopniu zużyte i nieekonomiczne.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Nie dotyczy

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien. Stan techniczny przewodów kominowych wg ostatniej ekspertyzy kominiarskiej jest zgodny z obowiązującymi wymaganiami technicznymi.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne budynku mają niezadawalające wartości współczynnika	Należy ocieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić wymagany opór cieplny wg Warunków Technicznych obowiązujących od 2021 r..
2	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie na ogrzewanie.	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników lub wykonanie wentylacji nawiewno-wywiewnej z rekuperacją
3	<u>System grzewczy</u> Grzejniki elektryczne płaszczyznowe. Nieefektywne i nie energooszczędne.	Pożądana zmiana źródła ciepła na energooszczędne wykorzystujące OZE. Wykonanie instalacji ogrzewania podłogowego. Wykonanie systemu zarządzania energią BMS.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną i drzwi zewnętrzne	Wymiana stolarki okiennej i drzwi zewnętrznych
2.	jw. ściany i strop	Docieplenie ścian i stropu pod poddaszem nieogrzewanym
3.	Wymiana źródła energii cieplnej.	Wymiana źródła ciepła na pompę ciepła gruntową zasilaną elektrycznie. Wykonanie centralnego ogrzewania podłogowego. Wykonanie systemu zarządzania energią BMS.

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki okiennej i drzwi zewnętrznych Docieplenie ścian i stropu pod nieogrzewanym poddaszem
II	Usprawnienie polegające na wykonaniu wymiany źródła energii cieplnej. Usprawnienie systemu centralnego ogrzewania.	Zastosowanie pompy ciepła gruntowej. Wykonanie ogrzewania podłogowego. Wykonanie systemu zarządzania energią.

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo} , lokale użytkowe	12,0	12,0	°C
t_{zo}	-20,0	-20,0	°C
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 12^{\circ}\text{C}$	2 065	2 065	dzieńK'a
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 8^{\circ}\text{C}$	1 233	1 233	
O_{0m} , O_{1m}	3 603,90	3 603,90	zł/(MW/m-c)
O_{0z} , O_{1z}	195,19	195,19	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1}	5,90	5,90	zł/m-c

Ceny wg. faktury zakupu z podatkiem 23% VAT z okresu sporządzania audytu. Wyliczenie opłat w załączniku 1.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	381,5 m ²		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{kosz} =	408,3 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany styropianem metodą bezspoinową o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1:		o grubości warstwy izolacji 4 cm				
wariant 2:		o minimalnej grubości warstwy izolacji 5 cm , przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$, obowiązujący od 31.12.2020 r.				
wariant 3:		o grubości warstwy izolacji 6 cm				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,04	0,05	0,06
3	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² K/W	1,331	0,509	0,441	0,389
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	90,6	34,7	30,0	26,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0162	0,0062	0,0054	0,0048
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/a		15 991,28	16 220,64	16 391,43
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²				
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata				
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² na podstawie kosztorysu szczegółowego wg nośników z katalogu "SEKOCENBUD" I kw. 2019 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		SPBT= 6,8 lat		

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop pod dachem		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	$A = 185,6 \text{ m}^2$			
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	$A_{\text{kosz}} = 154,6 \text{ m}^2$			
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu z użyciem wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,033 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się gr. warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji 8 cm						
wariant 2: o minimalnej grubości warstwy izolacji 10 cm , przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika $U \leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$, obowiązujący od 31.12.2020 r.						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji 12 cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,08	0,10	0,12
2	Współczynnik U_c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	$\text{m}^2\text{K/W}$	2,286	0,349	0,288	0,245
3	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	75,7	11,6	9,5	8,1
4	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,0136	0,0021	0,0017	0,0015
5	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		14 210,14	14 312,61	14 380,93
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2				
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł				
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		3,3	3,3	3,4
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 na podstawie kosztorysu szczegółowego wg nośników katalogu "SEKOCENBUD" I kw. 2019 r. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu pod nieogrzewanym poddaszem (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		SPBT= 3,3 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana stolarki okiennej		
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 17,14 \text{ m}^2$ $C_w = 1,0$</p> <p>$V_{nom} = \Psi = 53,7 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$V_{obl} = 0,5 \cdot V_{went} \cdot C_m$</p> <p>$V_{went} = 358,1 \text{ m}^3$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U, z wbudowanymi nawiewnikami higrosterowalnymi:</p> <p>wariant 1 : okna o współczynniku $U = 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$</p> <p>wariant 2 : okna o współczynniku $U = 1,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ obowiązujący od 31.12.2020 r.</p> <p>wariant 3: okna o współczynniku $U = 1,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	3,9	1,30	1,40	1,50
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,1	1,0	1,0
		C_m	-	1,2	1,0	1,0
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	11,928	3,976	4,282	4,588
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	4,304	3,261	3,261	3,261
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	16,232	7,237	7,543	7,849
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0008	0,0007	0,0007	0,0007
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0029	0,0024	0,0024	0,0024
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0037	0,0031	0,0031	0,0031
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok				
10	Koszt modernizacji	zł				
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		13,8	14,3	15,4
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m^2 na podstawie kosztorysu szczegółowego wg nośników katalogu "SEKOCENBUD" I kw. 2019 r. i cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 2		Koszt :		SPBT= 14,3		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi zewnętrznych				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi		
<p>Dane: powierzchnia drzwi $A_{drz} = 6,4 \text{ m}^2$ $l = 25,0 \text{ m}$ $C_w = 1,00$</p> <p style="text-align: right;">$Ld = 222 \text{ dni}$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U:</p> <p>wariant 1 : drzwi o współczynniku $U = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot K$ obowiązujący od 31.12.2020 r.</p> <p>wariant 2: drzwi o współczynniku $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot K$</p> <p>wariant 3: drzwi o współczynniku $U = 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot K$</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2 \cdot K$	3,6	1,4	1,3	1,2
2	Współczynnik przepływu powietrza "a"	-	4	0,5	0,5	0,5
3	Długość zewnętrznych szczelin "l"	-	25,0	9,2	9,2	9,2
4	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{drz} \cdot U$	GJ/a	2,454	0,954	0,886	0,818
5	$Q_{inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \cdot \Sigma (t^{wo} - t_e(m))^{5/3} \cdot Ld(m)$	GJ/a	1,35	0,17	0,17	0,17
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	3,80	1,12	1,05	0,99
7	$10^{-6} \cdot A_{drz} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0007	0,0003	0,0003	0,0002
8	$1,65 \cdot 10^{-8} \cdot a \cdot l \cdot (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}$	MW	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001
9	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0012	0,0004	0,0004	0,0003
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) O_m$	zł/rok		688,00	691,00	694,00
11	Koszt jednostkowy drzwi N_{OK}	zł				
12	Koszt wymiany drzwi N_{OK}					
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		21,3	22,8	23,5
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe dla 1 m^2 na podstawie kosztorysu szczegółowego wg nośników katalogu "SEKOCENBUD" I kw. 2019 r. i cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	SPBT=	22,8	lat	

7.2.3. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Ocieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym		3,3
2.	Docieplenie ścian		6,8
3.	Wymiana okien		14,3
4.	Wymiana drzwi zewnętrznych		22,8

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

Dane: $Q_{0co} = 192$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

1. Ogrzewanie grzejnikami elektrycznymi płaszczyznowymi
2. Brak automatyki z regulacją pogodową

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1.	Wykonanie nowego źródła ciepła - pompa ciepła gruntowa i montaż dolnego źródła.	1		
2.	Wykonanie instalacji ogrzewania podłogowego 400,0 m ²	1		
3.	Docieplenie podłogi na gruncie z zastosowaniem styropianu 409,39 m ²	1		
4.	Wykonanie systemu zarządzania energią BMS	1		
koszt				

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności			
		przed		po	
	Rodzaj systemu zasilania	Grzejniki elektryczne		Pompa ciepła gruntowa	
1	sprawność wytwarzania	$\eta_g =$	0,99	$\eta_g =$	4,00
2	sprawność przesyłu	$\eta_d =$	1,00	$\eta_d =$	0,96
3	sprawność regulacji i wykorzystania	$\eta_e =$	0,91	$\eta_e =$	0,89
4	sprawność akumulacji	$\eta_s =$	1,00	$\eta_s =$	0,95
5	sprawność całkowita systemu	$\eta =$	0,90	$\eta =$	3,25
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t =$	0,80	$w_t =$	1,00
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d =$	0,80	$w_d =$	1,00

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła η_g	grzejniki elektryczne płaszczyznowe	Pompa ciepła gruntowa zasilana elektrycznie o mocy 15 kW
sprawność przesyłu η_d	brak	ogrzewanie podłogowe wodne
sprawność regulacji i wykorzystania η_e	regulacja miejscowa	regulacja centralna i miejscowa, zakres P - 2 K
sprawność akumulacji η_s	brak zbiornika buforowego	tak
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	praca z przerwami	praca ciągła

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Omówienie	jedm.	Stan istn.	Stan po modern.
			Grzejniki elektryczne	Pompa ciepła gruntowa
1	Obliczeniowa moc cieplna centralnego ogrzewania	MW	0,037	0,013
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	192,0	69,8
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η	-	0,90	3,25
4	Obniżenie nocne	-	0,80	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,80	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	136,4	21,5
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	26 622,50	4 197,61
8	Roczna opłata stała	zł/rok	936,11	82,61
9	Roczny abonament	zł/rok	41,33	41,33
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	27 599,94	4 321,55
11	Różnica	zł/rok		23 278,39
12	Koszt	zł		545 581,00
13	SPBT	lat		23,4

Ocenę przeprowadzono uwzględniając modernizację źródła ciepła i modernizacji systemu instalacji centralnego ogrzewania oraz poprawę izolacji przegród budynku.

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu					
		1	2	3	4	5	6
1.	Modernizacja źródła ciepła i instalacji co	X	X	X	X	X	
2.	Ocieplenie stropu pod poddaszem nieogrzewanym	X	X	X	X		
3.	Docieplenie ścian	X	X	X			
4.	Wymiana okien	X	X				
5.	Wymiana drzwi zewnętrznych	X					

7.4.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych z uwzględnieniem kosztu wykonania audytu termomodernizacyjnego

Lp	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1.	1+2+3+4+5	
2.	1+2+3+4	
3.	1+2+3	
4.	1+2	
5.	1	

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						Zmiana		
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / h$	Opłata c.o.	ΔQ_{co+cw}	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	kWh/rok	zł/rok
1	0,0131	69,8	3,247	1,00	21,5	4 321,55	114,9	31 912,8	23 278,39
2	0,0136	72,6	3,247	1,00	22,3	5 020,44	114,0	31 679,2	22 579,50
3	0,0150	78,5	3,247	1,00	24,2	5 437,16	112,2	31 172,7	22 162,78
4	0,0250	129,0	3,247	1,00	39,7	8 904,45	96,7	26 851,2	18 695,49
5	0,0367	188,3	3,247	1,00	58,0	12 978,88	78,4	21 773,4	14 621,05
0-stan istniejący	0,0371	192,0	0,901	0,64	136,4	27 599,94			

1 wariant wybrany do realizacji

¹⁾ - wyniki z programu Audytor OZC 6.9Pro - obliczenie mocy

²⁾ - wyniki z programu Audytor OZC 6.9Pro - obliczenie zużycia ciepła

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię
		zł	zł	%
1	2	3	4	5
1	Modernizacja źródła ciepła i instalacji co Docieplenie sklepienia pod dachem Docieplenie ścian Wymiana stolarki okiennej Wymiana drzwi zewnętrznych			
2	Modernizacja źródła ciepła i instalacji co Docieplenie sklepienia pod dachem Docieplenie ścian Wymiana stolarki okiennej			
3	Modernizacja źródła ciepła i instalacji co Docieplenie sklepienia pod dachem Docieplenie ścian			
4	Modernizacja źródła ciepła i instalacji co Docieplenie sklepienia pod dachem			
5	Modernizacja źródła ciepła i instalacji co			

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- wymiana źródła ciepła - pompa ciepła gruntowa
- wykonanie podłogowej instalacji c.o. wraz z odtworzeniem posadzki
- docieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem
- docieplenie ścian
- wymiana stolarki okiennej
- wymiana drzwi zewnętrznych

Nowe urządzenia powinny spełniać przepisy UE, dotyczące minimalnego poziomu efektywności energetycznej i norm emisji zanieczyszczeń, które zostały określone w przepisach wykonawczych do Dyrektywy 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r., ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **84,2%** czyli powyżej 25%

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji**8.1. Opis robót**

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Docieplenie podłogi na gruncie z zastosowaniem styropianu gr. 8 cm, $\lambda=0,036$ W/mK
2. Wymiana stolarki okiennej (11 szt. okien, o pow. 17,14 m² na nowe o współczynniku $U=1,4$ W/m²K)
3. Wymiana stolarki drzwiowej (2 szt. drzwi zewnętrznych, o pow. 6,4 m² i współczynniku $U=1,3$ W/m²K)
4. Docieplenie stropu (wełna mineralna 154,59 m², współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda=0,033$ W/mK, gr. 10 cm)
5. Docieplenie ścian zewnętrznych (styropian 408,26 m², współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda=0,033$ W/mK, gr. 5 cm)
- 6.1 Modernizacja źródła ciepła, w tym energetyczne wykorzystanie OZE (Montaż gruntowej pompy ciepła o mocy 15 kW oraz dolnego źródła ciepła)
- 6.2 Przebudowa systemu grzewczego (wykonanie ogrzewania podłogowego wraz z odtworzeniem posadzki 150,0 m²)
7. Energetyczne wykorzystanie OZE (wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 7,5 kW, 15 ogniw o mocy 500W)
Montaż 4 szt. liczników energii, w tym 1 licznik energii cieplnej wytworzonej przez pompę ciepła, 1 licznik energii elektrycznej pobranej przez pompę ciepła, 1 licznik energii elektrycznej na oświetlenie, 1 licznik pomiaru zielonej energii elektrycznej wyprodukowanej przez system fotowoltaiczny.
8. Wykonanie systemu zarządzania energią BMS
9. Wymiana oświetlenia na energooszczędne (Wymiana źródła światła na energooszczędne LED 62 szt. wraz z modernizacją instalacji do możliwości pomiaru energii)Wymiana oświetlenia na energooszczędne.

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² /szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1.	Docieplenie podłogi na gruncie z zastosowaniem styropianu gr. 8 cm, $\lambda=0,036$ W/mK	1		
2.	Wymiana stolarki okiennej (11 szt. okien, o pow. 17,14 m ² na nowe o współczynniku $U=1,4$ W/m ² K)	17,14		
3.	Wymiana stolarki drzwiowej (2 szt. drzwi zewnętrznych, o pow. 6,4 m ² i współczynniku $U=1,3$ W/m ² K)	6,40		
4.	Docieplenie stropu (wełna mineralna 154,59 m ² , współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda=0,033$ W/mK, gr. 10 cm)	154,59		
5.	Docieplenie ścian zewnętrznych (styropian 408,26 m ² , współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda=0,033$ W/mK, gr. 5 cm)	408,26		
6.1	Modernizacja źródła ciepła, w tym energetyczne wykorzystanie OZE (Montaż gruntowej pompy ciepła o mocy 15 kW oraz dolnego źródła ciepła)	1		
6.2	Przebudowa systemu grzewczego (wykonanie ogrzewania podłogowego wraz z odtworzeniem posadzki 150,0 m ²)	1		
7.	Energetyczne wykorzystanie OZE (wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 7,5 kW, 15 ogniw o mocy 500W)	1		
8.	Montaż 4 szt. liczników energii, w tym 1 licznik energii cieplnej wytworzonej przez pompę ciepła, 1 licznik energii elektrycznej pobranej przez pompę ciepła, 1 licznik energii elektrycznej na oświetlenie, 1 licznik pomiaru zielonej energii elektrycznej wyprodukowanej przez system fotowoltaiczny.	1		
9.	Wykonanie systemu zarządzania energią BMS	1		
10.	Wymiana oświetlenia na energooszczędne (Wymiana źródła światła na energooszczędne LED 62 szt. wraz z modernizacją instalacji do możliwości pomiaru energii)Wymiana oświetlenia na energooszczędne.	1		

8.3. Zestawienie pozostałych kosztów przedsięwzięcia

1. Przygotowanie projektu - wykonanie audytu energetycznego ex-ante	2 000,00 zł
3. Przygotowanie projektu - wykonanie dokumentacji technicznej	20 000,00 zł
7. Nadzór inwestorski	5 000,00 zł

RAZEM: 27 000,00

8.4. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 1)

Kalkulowany koszt robót wyniesie:

Czas zwrotu nakładów SPBT

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Obliczenie strumieni powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do celów grzewczych
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Obliczenie stopniodni Sd
- Załącznik 7 Budowa instalacji fotowoltaicznej
- Załącznik 8 Modernizacja systemu oświetlenia w celu zastosowania oświetlenia energooszczędnego
- Załącznik 9 Obliczenie redukcji CO₂
- Załącznik 10 Zestawienie wartości wskaźników efektu rzeczowego projektu
- Załącznik 11 Zestawienie efektu ekologicznego
- Załącznik 12 Zestawienie zapotrzebowania na energię końcową i pierwotną
- Załącznik 13 Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- Załącznik 14 Obliczenie wskaźników ekonomicznych
- Załącznik 15 Kosztorysy inwestorskie

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Przed modernizacją

Opłata zmienna, stałe oraz abonamentowa za energię elektryczną, uśredniona.

0,702699 zł/kWh - opłata za energię

$$O_z = 0,67158 \text{zł/kWh} \times 10^3 \times 1/3,6 = \mathbf{195,19 \text{ zł/GJ}}$$

3 603,90 zł/MW/m-c

5,90 zł/m-c

Po modernizacji

Opłata zmienna, stałe oraz abonamentowa za energię elektryczną, uśredniona.

0,702699 zł/kWh - opłata za energię

$$O_z = 0,702699 \text{zł/kWh} \times 10^3 \times 1/3,6 = \mathbf{195,19 \text{ zł/GJ}}$$

3 603,90 zł/MW/m-c

5,90 zł/m-c

Załącznik 2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K	
Ściany zewnętrzne SZ1	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	1,331	
	cegła ceramiczna	0,410	0,77	0,532		
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024		
				R _{si}		0,130
				R _{se}		0,040
				razem		0,751
Ściany zewnętrzne SZ2	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024	1,087	
	cegła ceramiczna	0,540	0,77	0,701		
	tynk cem-wap	0,020	0,82	0,024		
				R _{si}		0,130
				R _{se}		0,040
				razem		0,920
Strop pod poddaszem nieogrzewanym	deska	0,038	0,16	0,238	2,286	
				R _{si}		0,100
				R _{se}		0,100
				razem		0,438
Podłoga na gruncie	Terakota	0,02	1,05	0,019	0,580	
	posadzka cementowa	0,10	1,05	0,095		
	gruzobeton	0,10	1,00	0,100		
				R _g		1,510
				razem		1,724

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ	W/m*K	R, R _i , R _e m ² *K/W	U W/m ² *K	
Ściany zewnętrzne SZ1	styropian	0,050		0,033	1,515	0,441	
	tynek cem-wap	0,020		0,82	0,024		
	cegła ceramiczna	0,410		0,77	0,532		
	tynek cem-wap	0,020		0,82	0,024		
					R _{si}		0,130
					R _{se}		0,040
					razem		2,266
Ściany zewnętrzne SZ2	styropian	0,050		0,033	1,515	0,411	
	tynek cem-wap	0,020		0,82	0,024		
	cegła ceramiczna	0,540		0,77	0,701		
	tynek cem-wap	0,020		0,82	0,024		
					R _{si}		0,130
					R _{se}		0,040
					razem		2,435
Strop pod poddaszem nieogrzewanym	wełna mineralna	0,100		0,033	3,030	0,288	
	deska	0,038		0,16	0,238		
					R _{si}		0,100
					R _{se}		0,100
					razem		3,468
Podłoga na gruncie	Terakota	0,01		1,05	0,010	0,234	
	posadzka cementowa	0,05		1,05	0,048		
	styropian	0,08		0,04	2,162		
	podkład betonowy	0,10		1,05	0,095		
	piasek średni	0,10		0,40	0,250		
					R _g		1,713
					razem		4,278

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Strefa	minimalna krotkość wymian powietrza zewnętrznego n_{\min} / ilość powietrza zew. na osobę [h^{-1}] / [$m^3/h/os$]	Ilość użytkowników [osób]	kubatura pomieszczenia [m^3]	Strumień powietrza wentylacyjnego [m^3/h]
Kaplica	0,3	-	716,1	214,8
Zakrystia	0,5	-	49,1	24,6
ŁĄCZNIEM V_0				239,4

Kubatura wentylowana pomieszczeń Kaplicy $V =$	716,1	m^3/h
Kubatura wentylowana pomieszczeń Zakrystii $V =$	49,1	m^3/h
Kubatura wentylowana budynku $V =$	765,2	m^3/h
krotkość wymiany powietrza wentylacyjnego	0,31	h^{-1}

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430

Pomieszczenia Kaplicy	$V_{nom} = \Psi =$	214,8	m^3/h
Pomieszczenia Zakrystii	$V_{nom} = \Psi =$	24,6	m^3/h
Razem	$V_{nom} = \Psi =$	239,4	m^3/h

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

Do obliczenia rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok] wg PN-83/B-03430

Pomieszczenia Kaplicy	$c_r \cdot c_w \cdot V_{nom}$	236,3	214,8	m^3/h
Pomieszczenie Zakrystii	$c_r \cdot c_w \cdot V_{nom}$	27,0	24,6	m^3/h
Razem		263,3	239,4	m^3/h

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

Pomieszczenia Kaplicy	$c_m \cdot V \cdot 0,5$	429,7	358,1	m^3/h
Pomieszczenia Zakrystii	$c_m \cdot V \cdot 0,5$	29,5	24,6	m^3/h
Razem		459,1	382,6	m^3/h

Załącznik nr 4

Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.9 PRO

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,0131	69,8
2	0,0136	72,6
3	0,0150	78,5
4	0,0250	129,0
5	0,0367	188,3
0 - stan istniejący	0,0371	192,0

Załącznik Nr 5

STAN ISTNIEJĄCY		
Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny Kaplicy w Kozicach Górnych	
	Stan Istniejący	
Miejscowość:	Kozice Górne	
Adres:	21-050 Kozice Górne, Kozice Górne 21	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	33 847,0	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	3 260,0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	37 107,0	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\varphi_{H,L,A}$:	236,8	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\varphi_{H,L,V}$:	48,5	W/m ³
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 $V_{v,H}$:	443,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	192,0	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	53 330,6	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	1 225,1	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	340,3	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	250,9	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	69,7	kWh/(m ³ ·rok)

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny Kaplicy w Kozicach Górnych	
	Wariant 1	
Miejscowość:	Kozice Górne	
Adres:	21-050 Kozice Górne, Kozice Górne 21	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	9 839,0	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	3 260,0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	13 099,0	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\varphi_{HL,A}$:	83,6	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\varphi_{HL,V}$:	17,1	W/m ³
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 $V_{v,H}$:	443,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	69,8	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	19 394	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	157	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	445,5	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	123,8	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	91,2	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	25,3	kWh/(m ³ ·rok)

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny Kaplicy w Kozicach Górnych	
	Wariant 2	
Miejscowość:	Kozice Górne	
Adres:	21-050 Kozice Górne, Kozice Górne 21	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	10 333,0	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	3 260,0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	13 593,0	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\varphi_{HL,A}$:	86,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\varphi_{HL,V}$:	17,8	W/m ³
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 $V_{v,H}$:	443,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	72,6	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	20 153	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	157	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	462,9	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	128,6	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	94,8	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	26,3	kWh/(m ³ ·rok)

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny Kaplicy w Kozicach Górnych	
	Wariant 3	
Miejscowość:	Kozice Górne	
Adres:	21-050 Kozice Górne, Kozice Górne 21	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	11 739,0	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	3 260,0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	14 999,0	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\varphi_{HL,A}$:	95,7	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\varphi_{HL,V}$:	19,6	W/m ³
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 $V_{v,H}$:	443,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	78,5	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	21 797	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	500,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	139,1	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	102,5	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	28,5	kWh/(m ³ ·rok)

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny Kaplicy w Kozicach Górnych	
	Wariant 4	
Miejscowość:	Kozice Górne	
Adres:	21-050 Kozice Górne, Kozice Górne 21	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	21 696,0	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	3 260,0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	24 956,0	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\varphi_{HL,A}$:	159,2	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\varphi_{HL,V}$:	32,6	W/m ³
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 $V_{v,H}$:	443,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	128,98	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	35 827,8	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	823,0	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	228,6	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	168,6	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	46,8	kWh/(m ³ ·rok)

Podstawowe informacje:		
Nazwa projektu:	Audyt Energetyczny Kaplicy w Kozicach Górnych	
	Wariant 5	
Miejscowość:	Kozice Górne	
Adres:	21-050 Kozice Górne, Kozice Górne 21	
Normy:		
Norma na obliczanie wsp. przenikania ciepła:	PN-EN ISO 6946	
Norma na obliczanie projekt. obciążenia cieplnego:	PN-EN 12831:2006	
Norma na obliczanie E:	PN-EN ISO 13790	
Dane klimatyczne:		
Strefa klimatyczna:	III	
Projektowa temperatura zewnętrzna θ_e :	-20	°C
Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$:	7,6	°C
Stacja meteorologiczna:	Lublin Radawiec	
Podstawowe wyniki obliczeń budynku:		
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Projektowa strata ciepła przez przenikanie Φ_T :	33 403,0	W
Projektowa wentylacyjna strata ciepła Φ_V :	3 260,0	W
Projektowe obciążenie cieplne budynku Φ_{HL} :	36 663,0	W
Wskaźniki i współczynniki strat ciepła:		
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do powierzchni $\varphi_{HL,A}$:	233,9	W/m ²
Wskaźnik Φ_{HL} odniesiony do kubatury $\varphi_{HL,V}$:	47,9	W/m ³
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 $V_{v,H}$:	443,6	m ³ /h
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	188,33	GJ/rok
Zapotrzebowanie na ciepło - ogrzewanie $Q_{H,nd}$:	52 313,9	kWh/rok
Powierzchnia ogrzewana budynku A_H :	156,7	m ²
Kubatura ogrzewana budynku V_H :	765,2	m ³
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	1201,7	MJ/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{AH} :	333,8	kWh/(m ² ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	246,1	MJ/(m ³ ·rok)
Wskaźnik zapotrzebowania - ogrzewanie E_{VH} :	68,4	kWh/(m ³ ·rok)

Obliczenie stopniodni Sd

Załącznik Nr 6

Dane klimatyczne dla Lublin Radawiec

Sd dla przegród zewnętrznych (ściany zewnętrzne, stropodach)

	Dane dla miesięcy									
	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	
Średnia temp. miesięczna Θ_e [°C]	-2,6	-1,9	3,2	9,2	14,4	12,8	8,5	1,3	-2,1	
Liczba dni ogrzewania w miesiącu m, Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31	
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
$(\Theta_{int,H} - \Theta_e) * Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	452,6	389,2	272,8	84	0	0	108,5	321	437,1	
Temperatura wewnętrzna $\Theta_{int,H}$ [°C]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
$(\Theta_{int,H} - \Theta_e) * Ld(m)$ [dzień*K/m-c]	328,6	277,2	148,8	-36	0	0	0	201	313,1	

Dla przegród zewnętrznych

Sd **2 065** dzień*K/rok

przy $\Theta_{int,H} = 12$ °C

Dla przegród wewnętrznych

Sd **1 233** dzień*K/rok

przy $\Theta_{int,H} = 8$ °C

Budowa Instalacji Fotowoltaicznych**• Założenia ogólne**

W ramach Inwestycji "Termomodernizacja Kaplicy w Kozicach Górnych", przewidywana jest budowa instalacji fotowoltaicznej.

Pozyskiwana energia elektryczna zostanie wykorzystana głównie do wytwarzania energii cieplnej budynku i zasilania systemu oświetleniowego. Typ instalacji PV wykonany zostanie w systemie on-grid.

• Charakterystyka przedsięwzięcia

Zakres przedsięwzięcia obejmuje budowę instalacji stałoprądowej i zmiennoprądowej, przyłączenia do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia układu elektrowni fotowoltaicznej wraz z budową modułów PV, falowników oraz kabli łączących poszczególne generatory słoneczne w tym:

- wykonanie instalacji Systemu Fotowoltaicznego wraz z podłączeniem do sieci elektroenergetycznej nN obiektu;
- wykonanie instalacji on-grid Systemu Fotowoltaicznego;

• Podstawowe parametry systemu

Przewidywany system fotowoltaiczny składać się będzie z 15 szt. modułów fotowoltaicznych o następujących parametrach:

- Moc nominalna modułu 500 W
- Napięcie V_{mpp} modułu 42,88 V
- Napięcie V_{oc} modułu 51,01 V
- Powierzchnia czynna 2,42 m²

Moc systemu fotowoltaicznego wynosi łącznie:

$$500 \text{ W} \cdot 15 \text{ szt.} = 7,5 \text{ kWp}$$

• Obliczenie zysków energetycznych dla projektowanego systemu ogniw fotowoltaicznych

Wydajność katalogowa konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną przyjętych ogniw fotowoltaicznych wynosi 20,4%. Sprawność przetwornicy przyjęto na poziomie 98,0%.

Do obliczeń przyjęto dla tej szerokości geograficznej natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię o orientacji południowej i kącie nachylenia 30°.

Miesiąc	Nasłonecznienie [kWh/m ²]	Sprawność ogniw [%]	Sprawność przetwornicy [%]	Liczba ogniw [szt.]	Powierzchnia ogniwa [m ²]	Ilość energii pozyskiwana z ogniw [kWh/rok]
styczeń	29,86	20,4%	98,0%	15	2,42	216,68
luty	38,65	20,4%	98,0%	15	2,42	280,47
marzec	69,30	20,4%	98,0%	15	2,42	502,90
kwiecień	109,35	20,4%	98,0%	15	2,42	793,59
maj	134,26	20,4%	98,0%	15	2,42	974,31
czerwiec	163,18	20,4%	98,0%	15	2,42	1 184,24
lipiec	154,82	20,4%	98,0%	15	2,42	1 123,55
sierpień	143,49	20,4%	98,0%	15	2,42	1 041,34
wrzesień	92,12	20,4%	98,0%	15	2,42	668,50
październik	57,92	20,4%	98,0%	15	2,42	420,30
listopad	33,58	20,4%	98,0%	15	2,42	243,66
grudzień	24,91	20,4%	98,0%	15	2,42	180,79
Rocznie:	1 051,43					7 630,34

Analiza wytwarzania EE z instalacji PV

Miesiąc	Energia użytkowa [Eu]	EE pompy ciepła	EE OŚW	EE RAZEM	EE PV	Niedobór EE	Nadprodukcja EE PV	EE PV na potrzeby budynku
styczeń	4 463,89	1 374,89	75,23	1 450,12	216,68	1 233,44		216,68
luty	3 788,89	1 166,99	67,95	1 234,94	280,47	954,47		280,47
marzec	2 411,11	742,63	71,96	814,59	502,90	311,69		502,90
kwiecień	447,22	137,75	66,47	204,22	793,59	0,00	589,38	616,78
maj	9,86	3,04	62,15	65,18	974,31	0,00	909,13	701,57
czerwiec	0,00	0,00	56,98	56,98	1 184,24	0,00	1 127,27	846,06
lipiec	0,00	0,00	52,33	52,33	1 123,55	0,00	1 071,22	802,19
sierpień	0,00	0,00	52,33	52,33	1 041,34	0,00	989,00	744,63
wrzesień	11,11	3,42	56,98	60,40	668,50	0,00	608,10	486,07
październik	833,33	256,67	62,15	318,81	420,30	0,00	101,49	389,86
listopad	3 102,78	955,67	69,64	1 025,30	243,66	781,64		243,66
grudzień	4 325,00	1 332,11	76,07	1 408,18	180,79	1 227,39		180,79
Razem kWh/r	19 393,19	5 973,16	770,22	6 743,38	7 630,34	4 508,62	5 395,58	6 011,67

EE PV WYTWORZONA NA POTRZEBY BUDYNKI **6 011,67** kWh/rok

OSZCZĘDNOŚĆ KOSZTÓW ENERGII -	zł/rok
KOSZT INSTALACJI PV -	zł
SPBT -	lat

Modernizacja systemu oświetlenia w celu zastosowania oświetlenia energooszczędnego w Kaplicy w Kozicach Górnych

1. Inwentaryzacja techniczno-budowlana instalacji oświetleniowej

1.1 Zestawienie istniejących opraw oświetleniowych

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość opraw [szt.]	Moc jednostkowa [W]	Moc całkowita [W]	Średni, dzienny czas pracy [h]	Roczne zużycie energii [kWh/rok]
1.	Wejście Główne	2	100	200	3	219
2.	Wejście do Zakrystii	1	150	150	3	164
3.	Zakrystia	1	60	60	3	66
4.	Prezbiterium	18	25	450	3	493
5.	Nawa Główna	33	25	825	4	1 205
6.	Podchórze	2	60	120	4	175
7.	Chór	4	40	160	4	234
8.	Schówek pod schodami	1	60	60	0,1	2
RAZEM:				2 025		2 557

1.1 Zestawienie opraw oświetleniowych po modernizacji

Lp.	Typ źródła światła	Ilość opraw [szt.]	Moc jednostkowa [W]	Moc całkowita [W]	Średni, dzienny czas pracy [h]	Roczne zużycie energii [kWh/rok]
1.	Wejście Główne	2	17	34	3	37
2.	Wejście do Zakrystii	1	19	19	3	21
3.	Zakrystia	1	12	12	3	13
4.	Prezbiterium	18	9	162	3	177
5.	Nawa Główna	33	9	297	4	434
6.	Podchórze	2	12	24	4	35
7.	Chór	4	9	36	4	53
8.	Schówek pod schodami	1	12	12	0,1	0
RAZEM:				596		770

2. Ocena opłacalności

2.1 Opis techniczny istniejącego systemu oświetleniowego i instalacji elektrycznej:

Istniejące źródła żarowego są w znacznym stopniu zużyte i energochłonne. Zakłada się wymianę tych źródeł na energooszczędne typu LED. Należy dostosować również instalację elektryczną oświetleniową do możliwości wykonywania pomiarów zużycia energii.

2.2 Koszt przebudowy instalacji elektrycznej i wymiany oświetlenia:

Lp.	Opis	Wartość brutto [zł]
1.	Wymiana źródła oświetlenia na energooszczędne z modernizacją instalacji	
	ŁĄCZNIE:	

2.3 Ocena opłacalności modernizacji oświetlenia:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Modernizacja
1.	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie $E_{K,L}$	kWh/rok	2 557,2	770,2
2.	Roczne oszczędności energii na oświetlenie $\Delta E_{K,L}$	kWh/rok		1 787,0
3.	Jednostkowy koszt energii elektrycznej	zł/kWh	0,70	0,70
4.	Roczny koszt energii elektrycznej	zł	1 796,93	541,23
5.	Koszt modernizacji systemu oświetlenia N_u	zł		
6.	Roczna oszczędność na oświetlenie Δ_{ru}	zł/rok		
7.	SPBT = N_u/Δ_{ru}	lata		9,3
Po modernizacji		Koszt :	SPBT =	9,3

Redukcja emisji CO₂

Energia ciepła - redukcja CO₂

Źródło ciepła	Przed modernizacją kg CO ₂ /rok	Po modernizacji kg CO ₂ /rok	Redukcja CO ₂	
			kg CO ₂ /rok	%
1	2	3	4 = (2 - 3)	5 = (4 / 2)x100
Ogrzewanie grzejnikami elektrycznymi / pompa ciepła gruntowa zasilana elektrycznie				
Przyjęta do obliczeń tabela wg KOBIZE			24 827,8	
Wartość opałowa (WO) MJ/kg, MJ/m ³ **				
Roczne zużycie paliwa kg/rok, m ³ /rok**				
Roczne zużycie ciepła GJ/rok	136,39	21,5		
Wskaźnik emisji (WE) CO ₂ kg/GJ***	216,1	216,1		
Emisja CO ₂ kg/rok	29 475	4 647,4		
SUMA	29 475,2	4 647,4	24 827,8	84,2%

* W przypadku wystąpienia większej liczby nośników energii niż jeden należy rozbić zapotrzebowanie energii budynku na poszczególne nośniki energii.

** Wypełnić dla obiektów posiadających własną kotłownię.

Energia elektryczna - redukcja CO₂

Źródło ciepła	Przed modernizacją kg CO ₂ /rok	Po modernizacji kg CO ₂ /rok	Redukcja CO ₂	
			kg CO ₂ /rok	%
1	2	3	4 = (2 - 3)	5 = (4 / 2)x100
Oświetlenie wbudowane				
Roczne zużycie energii elektrycznej MWh/rok	2,5572	0,7702	1 390,3	
Wskaźnik emisji (WE) CO ₂ kg/MWh **	778,0	778,0		
Emisja CO ₂ kg/rok	1 989,5	599,2		
SUMA	1 989,5	599,2	1 390,3	69,9%
System fotowoltaiczny				
Roczne zużycie energii elektrycznej MWh/rok	0,0000	6,0117	-4 677,1	
Wskaźnik emisji (WE) CO ₂ kg/MWh **	778,0	778,0		
Emisja CO ₂ kg/rok	0,0	4 677,1		
SUMA	0,0	4 677,1	-4 677,1	

* W przypadku wystąpienia większej liczby nośników energii niż jeden należy rozbić zapotrzebowanie energii budynku na poszczególne nośniki energii.

*** "Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczenia poziomu bazowego dla projektów realizowanych w Polsce zalecany do stosowania przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) wynosi: 814 kg CO₂ / MWh.

Całkowita redukcja CO₂

	Przed modernizacją (kg CO ₂ /rok)	Po modernizacji (kg CO ₂ /rok)	Redukcja CO ₂		
			kg CO ₂ /rok	Mg CO ₂ /rok	%
1	2	3	4=(2-3)	5=(4/1000)	6=(4 / 2)x100
Całkowita redukcja CO₂	31 464,7	569,6	30 895,1	30,9	98,2%

Energia ciepła - redukcja gazów cieplarnianych

Załącznik Nr 10**Zestawienie wartości wskaźników efektu rzeczowego projektu**

Lp.	Opis	Jednostka [MWt]	Ilość [szt.]	Ilość [m ²]
1.	Pompy ciepła	0,0150		
2.	Ogniwa fotowoltaiczne	0,0075	15	
3.	Ciepło geotermalne	0,0150		
4.	Modernizacja oświetlenia	0,0060		
5.	Zmniejszenie zapotrzebowania na moc elektryczną poprzez stosowanie urządzeń o mniejszej energochłonności	0,0235		
6.	Ilość budynków objętych termomodernizacją		1	
7.	Ocieplenie przegród zewnętrznych (stropów)			185,55
8.	Ocieplenie przegród zewnętrznych (ścian)			419,60
9.	Wymiana okien			16,00
10.	Wymiana drzwi zewnętrznych			6,73
11.	Wymiana instalacji wewnętrznych		1	
12.	Wprowadzenie systemów zarządzania budynkiem (efektywność energetyczna)		1	

Zestawienie efektu ekologicznego

1. Zmniejszenie emisji CO2	30,90	[Mg/rok]
2. Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej w budynkach publicznych	428,88	[G]/rok]
3. Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej w budynkach niepublicznych	-	[G]/rok]

Załącznik Nr 12

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								
3.	Gaz płynny								
4.	Węgiel kamienny								
5.	Węgiel brunatny								
6.	Biomasa								
7.	Pompy ciepła gruntowe			14,55	52,37				
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	40,44	145,60	0,73	2,64	39,71	142,96	98,19%	
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			6,01	21,64				
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ w budynku		40,44	145,60	6,74	24,28	33,70	121,32	83,33%	
ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ PIERWOTNĄ w budynku		121,33	436,79	2,20	7,91	119,13	428,88	98,19%	
15.	Straty przesyłania (dotyczy lokalnych sieci ciepłowniczych - w przypadku źródła zlokalizowanego poza budynkiem)								
16.	Straty z tytułu sprawności kotła - w przypadku modernizacji kotła zainstalowanego poza budynkiem, w kierunku zwiększenia sprawności								
17.	Oszczędności z tytułu produkcji energii cieplnej i elektrycznej skojarzonej								
Obliczenie efektywności energetycznej, uwzględniającej zmniejszenie strat przesyłu, z tytułu zastosowania kotła (zainstalowanego poza budynkiem) o wyższej sprawności oraz oszczędności energii w wyniku produkcji energii cieplnej i elektrycznej w skojarzeniu						33,70	121,32	83,33%	

Załącznik Nr 13

Charakterystyka optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową Q_u	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	191,99	69,82	122,17	63,63%
	MWh/rok	53,33	19,39	33,94	63,63%
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_k	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	145,60	24,28	121,32	83,33%
	MWh/rok	40,44	6,74	33,69	83,30%
Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną Q_p	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	GJ/rok	436,79	7,91	428,88	98,19%
	MWh/rok	121,33	2,20	119,13	98,19%
Emisja dwutlenku węgla	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji	Oszczędność (różnica)	Oszczędność w %
	Mg CO ₂ /rok	31,46	0,57	30,90	98,19%

Załącznik Nr 14

Obliczenie wskaźników ekonomicznych

Suma kwalifikowanych kosztów realizacji projektu (Ki)	Koszty eksploatacyjne po modernizacji rocznie (O2)	Koszty eksploatacyjne przed modernizacją rocznie (O1)	Różnica kosztów eksploatacyjnych ($\Delta O = O1 - O2$)	Efekt ekologiczny (końcowy efekt redukcji emisji Mg CO ₂)	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię końcową
zł	zł	zł	zł	Mg/rok	GJ/rok
	638,39	29 396,87	28 758,48	30,90	121,32

Prosty czas zwrotu SPBT (I / ΔO)	lata	29,8
Koszt efektu energetycznego KEE	zł/(GJ/rok)	1 997,10
Koszt redukcji emisji KRE (I / ΔE)	zł/MgCO₂	27 723,38