Audyt energetyczny budynku

Zielonogórsko- Gorzowskie Wyższe Seminarium Duchowne w Paradyżu - budynek Seminarium wraz z Kościołem

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r.
Audyt wykonany zgodnie z Warunkami Technicznymi na 2021 r.

Adres budynku :	Gościkowo		Nr : 3
	kod : 66-200	miejscowość :	Świebodzin
	powiat : świebodziński		
	województwo : lubuskie		

Wykonawca audytu :	Imię i nazwisko :	Ewa Teślak
	Tytuł zawodowy :	dr inż.
	Nr opracowania :	068-2019

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1.1 Dane identyfikacyjne budynku :

1.	Rodzaj budynku	uczelnia	2.	Rok ukończenia budowy	1398
3.	Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Zielonogórsko- Gorzowskie Wyższe Seminarium Duchowne w Paradyżu ul. Gościkowo3 kod 66-200 Świebodzin Tel/Fax	4.	Adres budynku	ul. Gościkowo3 kod 66-200 Świebodzin powiat : świebodziński województwo: lubuskie

1.2 Dane firmy wykonującej audyt :

1.	Nazwa	ET-Energo Audyt
2.	Nr REGON	300-71-53-27
3.	Adres	ul. Bernardyńska 2, 64-000 Kościan

1.3 Dane audytora koordynującego wykonanie audytu :

1.	Imię i nazwisko	Ewa Teślak
2.	Nr PESEL	78062617883
3.	Adres	ul. Sienkiewicza 9/3, 64-000 Kościan
4.	Posiadane kwalifikacje	kurs audytingu termomodernizacyjnego Kurs nr KAPE/2007/231 świadectwo nr Kovex/2007/9039, uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/890/2009, numer wpisu 1608, audytor ZAE nr 1288
5.	Podpis	

1.4 Dane współautorów wykonanego audytu :

LP.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowywaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.			

1.5	**Miejscowość :**	Kościan	**Data wykonania audytu :**	2019 sierpień 20

1.6 Spis treści :

1.	Strony tytułowe	str.	1
2.	Karta audytu energetycznego	str.	3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budynku	str.	5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku	str.	6
5.	Ocena stanu technicznego budynku	str.	9
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych	str.	10
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	str.	11
8.	Wybór wariantu optymalnego	str.	20
9.	Opis wariantu optymalnego	str.	24
10.	Załączniki		

2.	**Karta audytu energetycznego budynku** [1)]		
2.1	**Dane ogólne**		
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m^3]	28 848	28 848
4.	Powierzchnia netto budynku [m^2]	8 259,6	8 259,6
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m^2]	956,0	956,0
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m^2]	7 303,6	7 303,6
7.	Liczba mieszkań	n/d	n/d
8.	Liczba osób użytkujących budynek	50	50
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	pompa ciepła powietrze/woda	pompa ciepła powietrze/woda
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kotłownia gazowa zdalaczynna	pompa ciepła
11.	Współczynnik kształtu **A / V** [1/m]	0,38	0,38
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2.2	**Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane U** [W/m2·K]	Stan **przed** termomodernizacją	Stan **po** termomodernizacji
1.	Strop poddasza	1,003	0,142
2.	Dach nad cześcią mieszkalną	1,501	0,149
3.	Ściany zewnętrzne	0,566	0,487
4.	Okna	4,500	0,900
5.	Drzwi zewnętrzne	3,500	1,300
6.	Witraże (wraz z witrażami kościoła)	0,000	1,400
7.	Okna piwnic	4,500	1,400
2.3	**Sprawności składowe systemu ogrzewania**		
1.	Sprawność wytwarzania	1,68	1,86
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność akumulacji	0,94	0,94
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,88	0,88
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie doby	0,90	0,90
2.4	**Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej**		
1.	Sprawność wytwarzania	0,88	0,88
2.	Sprawność przesyłania	0,40	0,40
3.	Sprawność magazynowania	0,65	0,65

2.5	**Charakterystyka systemu wentylacji**			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)		naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		przez nieszczelności okien do pionów wentylacyjnych	przez nieszczelności okien do pionów wentylacyjnych
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	[m^3/h]	20 867	20 867
4.	Liczba wymian	[1/h]	0,7	0,7
2.6	**Charakterystyka energetyczna budynku**			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	761,9	656,6
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania c.w.u.	[kW]	76,7	76,7
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	6 605,2	5 678,2
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	4 421,6	3 436,1
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u.	[GJ/rok]	1 905,7	974,0
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła	[GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m^2rok)]	222,32	191,12
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności sytemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m^2rok)]	148,82	115,65
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]		0,00	0,00
2.7	**Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)**			
1.	Cena za 1GJ na ogrzewanie [2)]	[zł]	84,97	54,91
2.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [3)]	[zł]	0,00	0,00
3.	Opłata za podgrzanie 1 m^3 wody użytkowej [2)]	[zł]	33,96	20,29
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na pogrzanie cwu na miesiąc [3)]	[zł]	0,00	0,00
5.	Opłata za ogrzanie 1 m^2 powierzchni użytkowej miesięcznie	[zł]	3,79	1,90
6.	Inne opłaty (np. abonament miesięczny)	[zł]	0,00	0,00

2.8	**Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**				
1.	Planowana kwota dotacji	[zł]	**15 405 131**	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	**30,3%**
2.	Planowane koszty całkowite	[zł]	**16 215 927**		**-**
3.	Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	**230 760**		

1) - dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku
2) - opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii
3) - stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

3.	**Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora**
3.1	**Dokumentacja projektowa :**
• Obmiary własne na potrzeby wykonania audytu • Archiwalna dokumentacja - rzuty budynku - branża instalacyjna • Archiwalna dokumentacja - elewacje budynku	
3.2	**Inne dokumenty :**
• faktury za zużyty gaz i energię elektryczną	
3.3	**Osoby udzielające informacji :**
• ks dr Dariusz Mazurkiewicz • ks dr Radosław Gabrysz	
3.4	**Data wizji lokalnej :**
• 31.07.2019	
3.5	**Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora :**
• obniżenie kosztów ogrzewania budynku, • poprawa efektywności energetycznej	
3.6	**Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**
• wkład własny Inwestora **nie powinien przekraczać** sumy : **820 000 zł**	

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku	Seminarium wraz z Kościołem
Przeznaczenie budynku	☐ mieszkalny ☐ mieszkalno-usługowy ☒ **inna - określić:** uczelnia
Adres	66-200 Świebodzin Gościkowo Nr 3
Budynek	☒ **wolnostojący** ☐ bliźniak ☐ segment o zabudowie szeregowej ☐ blok mieszkalny - wielorodzinny

Rok budowy	1398	**Rok zasiedlenia**	1398

Technologia budynku

☐ UW-2Ż - Cegła żerańska ☐ RWB ☐ BKS ☐ RBM-73 ☐ RWP-75

☐ PBU-59 ☐ PBU-62 ☐ UW 2-J ☐ WUF-62 ☐ WUF-T ☐ OWT-67 ☐ OWT-75 ☐ "Szczecin"

☐ W-70 ☐ WK-70 ☐ SBM-75 ☐ ZSBO ☐ "Stolica" ☐ monolit ☒ **tradycyjna** ☐ ramowa

☐ szkieletowa ☐ inna - określić:

1.	**Powierzchnia zabudowana** [1] **[m²]**	4 952,00	11.	**Liczba klatek schodowych**	4
2.	**Kubatura budynku** [2] **[m³]**	33 505	12.	**Liczba kondygnacji**	3
3.	**Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m³]**	28 848	13.	**Wysokość kondygnacji w świetle (średnia) [m]**	3,49
4.	**Powierzchnia użytkowa seminarium** [1] **[m²]**	7 303,6	14.	**Liczba użytkowników**	50
5.	**Powierzchnia kosciół [m²]**	956,0	15.	**Liczba pomieszczeń**	n/d
6.	**Powierzchnia korytarzy** [3] **[m²]**		16.	**Liczba pomieszczeń o powierzchni < 50 m²**	n/d
7.	**Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy** [3] **[m²]**	-	17.	**Liczba pomieszczeń o pow. 50 - 100 m²**	n/d
8.	**Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp..) [m²]**	-	18.	**Liczba pomieszczeń o pow. > 100 m²**	n/d
9.	**Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku** (4+5+6+7+8) **[m²]**	8 259,6	19.	**Liczba pomieszczeń z WC w łazience**	n/d
10.	**Budynek podpiwniczony**	tak	20.	**Liczba pomieszczeń z WC osobno**	n/d

[1] wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru.
[2] wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.
[3] w uwagach należy podać przeznaczenie pomieszczeń.

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.2 Opis techniczny podstawowych elementów budynku

1. **Dane ogólne:** Kościół opactwa cysterskiego w Gościkowie-Paradyżu wznoszony był w latach 1270-1397 w stylu gotyckim. W trakcie dziejów dwukrotnie ulegał pożarom. Odbudowany w XVIII wieku przekształcony został do formy barokowej. Budynek Seminarium przylega do kosciola od strony południowej i wschodniej. Obiekt jest dwukondygnacyjny, z częściowo użytkowym poddaszem, kryty dachem wielospadowym krytym blacha miedzianą. W XVIII wieku w trzech narożach budynku klasztornego dobudowano wieże w formie baszt, nakryte dzwonowatymi hełmami. Obiekt posiada dwa wirydarze. Obiekt wpisany do Krajowego Rejestru Zabytków.

2. **Ściany zewnętrzne:** murowane z cegły pełnej o róznej grubosci od 43 cm do 220 cm (w kościele).

3. **Stropodach:** Dach o konstrukcji drewnianej, wielospadowy, z lukarnami. Ocieplenie dachu w części mieszkalnej stanowi wełna mineralna o grubości ok.8 cm

4. **Stolarka okienna:** Stolarka okienna w kondygnacji parteru i I piętra drewniana o średnim współczynniku przenikania ciepła U = 1,6 W/m2K. Niwymieniona stolarka okna na poddaszu i piwnicy o niskiej szczelności i neizadowalającej izolacyjności. Stolarka drzwiowa drewniana zdobiona - U = 2,5 W/m2K, bramy garażowe - U=3 W/m2K. Drzwi gosodarcze bez walorów architektonicznych o niskiej szczelności.

5. **Wentylacja:** grawitacyjna, realizowana stolarką okienną przez częste przewietrzanie pomieszczeń, odprowadzanie kanałami wentylacyjnymi, zgodnie z typowymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi.

6. **Zasilanie ciepłem:**- źródło ciepła stanowi układ hybrydowy - 2 pompy ciepła typu powietrze/woda o mocy grzewczej 180 kW każda i kotły gazowe kondensacyjne - jeden o mocy 400 kW , drugi o mocy 110 kW. W kościele ogrzewanie ławkowe.

7. **Ogrzewanie:** Ogrzewanie centralne, dwururowe pompowe, instalacja c.o. po wymianie. Grzejniki stalowe z zaworami termostatycznymi.

8. **Ciepła woda użytkowa:** Przygotowanie c.w.u. z kotła gazowego i układu solarnego zainstalowanego na dachu budynku Sali gimnastycznej.

4.2.1 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

Lp.	Opis	Położenie	Pow. całk. m^2	Pow. do obl. strat ciepła m^2	U_k $W/(m^2 \cdot K)$	Pow. okna m^2	U okna $W/(m^2 \cdot K)$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $W/(m^2 \cdot K)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Strop poddasza	-	2 682,1	2 145,7	1,003				
2.	Dach nad cześcią mieszkalną		1 442,6	1 154,1	1,501				
3.	Ściany zewnętrzne	-	8 976,2	7 180,9	0,566				
4.	Okna	-				149,6	4,50		
5.	Drzwi zewnętrzne	-						8,0	3,50
6.	Witraże (wraz z witrażami kościoła)	-				187,8	4,50		
7.	Okna piwnic	-				6,6	4,50		

dla ścian zewnętrznych podano współczynnik U średnioważony po powierzchni

4.3	Charakterystyka energetyczna budynku		
Lp.	Rodzaj danych	Oznaczenie	Dane w stanie istniejącym
1	2	3	4
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc}	761,9 kW
2.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła dla c.o.)	q	761,9 kW
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.w.u.	q_{cw}	76,7 kW
4.	Zamówiona moc cieplna (moc kotła dla c.w.u.)	$q_{cw\ zamów.}$	76,7 kW
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H	6 605,2 GJ
6.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło	$E = Q_H / A$	222,3 kWh/m^2a
7.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_S	4 421,61 GJ
	Taryfa opłat (z VAT-em) :		
8.	Opłata stała (za moc zamówioną + za przesył)	miesięcznie	zł/MW
9.	Opłata zmienna (za ciepło + za przesył)	wg licznika	84,97 zł/GJ
10.	Opłata abonamentowa	miesięcznie	zł/(m-c)

4.4	Charakterystyka systemu ogrzewania	
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z układu hybrydowego pompy ciepła/ kotły gazowe. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym. W kościele ogrzewanie ławkowe.
2.	Parametry pracy instalacji	70/50 °C
3.	Przewody w instalacji	stalowe i miedziane
4.	Rodzaje grzejników	stalowe
5.	Osłonięcie grzejników	Nie występuje
6.	Zawory termostatyczne	tak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	η_g = 1,68; η_d = 0,96; η_s = 0,94; η_e = 0,88;
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu / liczba godzin na dobę.	7 / 24 w_t = 1 w_d= 0,895
9.	Modernizacja instalacji po 1984 r.	Kompleksowa modernizacjia kotłowni wraz z wymianą instalacji wewnątrznej

4.5	Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej	
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	kocioł gazowy / układ solarny/ pompa ciepła
2.	Piony i ich izolacja	piony izolowane z rur PP
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	wodomierze
4.	Zużycie ciepłej wody w m^3/(m-c)	266,58
	określone na podstawie	wg normowego zużycia w budynkach mieszkalnych i oświatowych (proporcjonalnie do zajmowanej powierzchni)

4.6	Charakterystyka systemu wentylacji	
Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	2	3
1.	Rodzaj instalacji	naturalna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego w m^3/h	20 867

4.7	Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku
	Źródło ciepła stanowi układ hybrydowy - 2 pompy ciepła typu powietrze/woda o mocy grzewczej 180 kW każda i kotły gazowe kondensacyjne - jeden o mocy 400 kW , drugi o mocy 110 kW. W kościele ogrzewanie ławkowe.

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

1. Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Ściany wykazują liczne mostki termiczne na połączeniach. Nieocieplone przegrody zewnętrzne o nieostatecznej izolacyjności cieplnej. Pokrycie dachu w złym stanie technicznym - wymagana wymiana.

2. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E_0 = 89,2 kWh/m^2*a sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną. (E = 222,3 kWh/m^2*a)

5.2 System grzewczy

Instalacja wewnętrzna posiada wady wynikające z przyjętego rozwiązania:

- sterowanie układem

5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

obecnie c.w.u. wytwarzana jest z kotła na paliwo gazowe oraz instalacji solarnej zainstalowanej na dachu Sali gimnastycznej. Pierwotnie instalacja c.w.u. była zaprojektowana i wykonana w taki sposób, aby w priorytecie podgrzew wody odbywał się w pompach ciepła, a razie nadmiernego jednoczesnego rozbioru następował podgrzewa z kotła gazowego. W trakcie eksploatowania kotłowni uszkodzeniu uległ układ sterowania regulujący pracę pompy ciepła z kotłem gazowym, w rezultacie podjęto decyzję o odłączeniu pompy ciepła.

5.4 Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	**Przegrody zewnętrzne** Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające war-tości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^{2}K] - Strop poddasza U = 1,00 - Dach nad cześcią mieszkalną U = 1,50 - Ściany zewnętrzne U = 0,57	Należy docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny **R** w [m^2·K/W] - dla dachu R ≥ 6,67 - dla dachu R ≥ 6,67 - dla ścian R ≥ 4,11
2.	**Okna** o współczynniku U = 1,80 **Drzwi zewn.** o współczynniku U = 3,50 **Witraże (wraz z witrażami** o współczynniku U = 4,50 **Drzwi zewn.** o współczynniku U = 3,50	Wymiana okien na nowe o współczynniku U < 0,9 W/m2K na poddaszu oraz okien w piwnicach na nowe o współczynniku U <1,4 W/m2K. Uszczelnienie witraży drugą szybą. Wymiana drzwi na nowe o współczynniku U < 1,3 W/m2K.
3.	**Wentylacja naturalna** Nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania.	brak
4.	**Instalacja ciepłej wody użytkowej** C.w.u. przygotowywana z układu hydrydowego wspomagana instalacją solarną	przywrócenie wytwarzania c.w.u. z układu hybrydowego
5.	**System grzewczy** Kotłownia wyposażona w układ hybrydowy - pompy ciepła i kotły gazowe	**usprawnienie działania istniejącego systemu przez modyfikację automatyki układu lub wprowadzenie pomp ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła i wprowadzenie instalacji fotowoltaicznej do zasilania pomp ciepła**

warunek U dla ścian po termomodernizacji określona jako sredniowazony po powierzchni pomieszczeń ogrzewanych do temp. 20 C oraz pomieszczen ogrzewanych do temp. max. 16C

6.	Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.	
Lp.	**Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć**	**Sposób realizacji**
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Wykonanie izolacji natryskowej tynkiem renowacyjnym ciepłochronnym - elewacja budynku seminarium od poziomu 1,5 m p.p.t. Poniżej (tj warstwa cokołowa - tynk odsalający). Elewacja Kościoła - zabezpieczenie ścian zewnętrznych przed wilgocią budynku kościoła przez pokrycie elewacji ceramiczną farbą o właściwościach izolacyjnych i usuwania wilgoci (np. ThermoShield –ClimatrActivePaint)
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stropodach	Ocieplenie stropu poddasza i dachu wełną mineralną.
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez strop nad piwnicą nieogrzewaną	brak
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana okien, uszczelnienie witraży, wymiana drzwi gospodaczych
5.	Zmniejszenie strat na podgrzewanie ciepłej wody użytkowej	Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych.
6.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny i wprowadzenie układu trigeneracji jako źródła ciepła (energii elektrycznej i chłodu) oraz dostosowanie instalacji do nowego źródła (niezbędne przeróbki w instalacji w kotłowni), wymiana poziomów w piwnicy wraz z ich izolacją. Wprowadzenie systemu zarządzania energią.

7.1 Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło oraz zwiększenia sprawności układu zasilania ciepła

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień	
1	2	3	
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przegrody budowlane	Ocieplenie : - Strop poddasza	P01
		Ocieplenie : - Dach nad cześcią mieszkalną	P02
		Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	P03
II	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie : - Okna	O01
		Ocieplenie : - Drzwi zewnętrzne	O02
		Ocieplenie : - Witraże (wraz z witrażami kościoła)	O03
		Ocieplenie : - Okna piwnic	O04
III	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła do przygotowania c.w.u. oraz zwiększenia sprawności jego uzykania.	Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych.	CW1
IV	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia zapotrzebowania ciepła układu c.o. oraz zwiększenia jego sprawności.	Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny i wprowadzenie układu trigeneracji jako źródła ciepła (energii elektrycznej i chłodu) oraz dostosowanie instalacji do nowego źródła (niezbędne przeróbki w instalacji w kotłowni), wymiana poziomów w piwnicy wraz z ich izolacją. Wprowadzenie systemu zarządzania energią.	CO1
		Wymiana pomp ciepła na pompy z gruntowym wymiennikiem ceipła (odwierty pionowe), Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny oraz dostosowanie instalacji do nowego źródła (niezbędne przeróbki w instalacji w kotłowni), wymiana poziomów w piwnicy wraz z ich izolacją. Wprowadzenie systemu zarządzania energią.	CO2

7.2. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się :

1. Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne;
2. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia polegającego na wymianie lub modernizacji okien lub/i drzwi oraz prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania powietrza wentylacyjnego;
3. Oceny opłacalności i wybór optymalnego przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej;
4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Wyszczególnienie	W stanie istniejącym	Po termo-modernizacji	Jednostki miary
1	2 2	3	4	5
	Dla przegród zewnętrznych			
1.	t_{w0}	+20	bez zmian	°C
2.	t_{z0}	-18	b.z.	°C
3.	Sd	3 753,8	b.z.	dzień·K/rok
	Dla poddasza nieogrzewanego			
4.	t_{w0}	+20	b.z.	°C
5.	t_{z0}	-18	b.z.	°C
6.	Sd	3 753,8	b.z.	dzień·K/rok
	Dla stropu nad ogrzewaną piwnicą			
7.	t_{w0}	+20	b.z.	°C
8.	t_{z0}	-2	b.z.	°C
9.	Sd	3 753,8	b.z.	dzień·K/rok
	Opłaty za ciepło na cele grzewcze			
10.	Stała O_{m0}, O_{m1}	0,00	0,00	zł/(MW·m-c)
11.	Zmienna O_{z0}, O_{z1}	84,97	54,91	zł/GJ
	Abonament A_{b0}, A_{b1}	0,00	0,00	zł/(m-c)
	Opłaty za ogrzewanie c.w.u.			
12.	Stała O_{0m}, O_{1m}	0,00	b.z.	zł/(MW·m-c)
13.	Zmienna O_{0z}, O_{1z}	46,94	46,94	zł/GJ
13.	Abonament A_{0b}, A_{1b}	0,00	b.z.	zł/(m-c)

Uwagi :

Produkcja ciepła w kotlowni na cele c.o.:

Opłata za paliwo przed termomodernizacją:

gaz	opłata zmienna	0,845	zł/m3	oplata stała:	0	zł/m-c	abonament:		zł/m-c
energia elektr.	opłata zmienna	0,2214	zł/kWh	opłata stała	0	zł/kW/m-c	abonament:		zł/m-c

Opłata za paliwo po termomodernizacji:

gaz	opłata zmienna	0,686	zł/m3	oplata stała:	0	zł/m-c	abonament:		zł/m-c
energia elektr.	opłata zmienna	0,129076	zł/kWh	opłata stała	0	zł/kW/m-c	abonament:		zł/m-c

	przed	po	zł/GJ		przed	po		przed	po
opłata zmienna	84,97	54,91		**opłata stała**	0,0	0	**abonament**	0	0

Produkcja ciepła w kotlowni na cele c.w.u.:

Opłata za paliwo przed termomodernizacją:

gaz	opłata zmienna	1,69	zł/m3	oplata stała:	0	zł/m-c	abonament:	0	zł/m-c

Opłata za paliwo po termomodernizacji:

gaz	opłata zmienna	1,69	zł/m3	oplata stała:	0	zł/m-c	abonament:	0	zł/m-c
energia elektr.	opłata zmienna	0	zł/kWh	opłata stała	8	zł/kW/m-c	abonament:		zł/m-c

	przed	po	zł/GJ		przed	po		przed	po
opłata zmienna	46,94	46,94		**opłata stała**	0	0	**abonament**	0	0

Ceny ciepła ustalono na podstawie rachunków za energię elektryczną i gaz.

7.2.1	Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda	1
		Strop poddasza	

Dane:

powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	2 145,69	m^2
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A_{koszt}	=	2 682,11	m^2
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t_{w0}	=	20,0	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tz_0	=	-18,0	°C
liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 753,8	dzień·K/rok

Opłaty:

	stała :				zmienna :				abonament :			
c.o.	O_{m0}	=	0,0	zł/MW	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{m1}	=	0,0	zł/MW	O_{z1}	=	84,97	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie stropu wełną mineralną układana na stropie

o współczynniku λ = **0,033** **W/m·K .**

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego **R** ≥ **6,7** $(m^2 \cdot K)/W$

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariancie 1 .

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1 .

Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariancie 1 .

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,19	0,20	0,21	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2 \cdot K)/W$		5,758	6,061	6,364	6,667
3	Opór cieplny R	$(m^2 \cdot K)/W$	0,997	6,755	7,058	7,361	7,664
4	Q_{0U}, $Q_{1U} = 8{,}64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	698,0	103,0	98,6	94,5	90,8
5	q_{0U}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0818	0,0121	0,0116	0,0111	0,0106
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		50 557	50 931	51 279	51 594
7	Cena jednostkowa usprawnienia	$zł/m^2$		1 735,4	1 746,5	1 838,2	1 883,1
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		4 654 538	4 684 381	4 930 259	5 050 686
9	SPBT = N_u / ΔO_{ru}	lata		92,07	91,98	96,15	97,89
10	U_0, U_1	$W/(m^2 \cdot K)$	1,003	0,148	0,142	0,136	0,130

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia $1m^2$ na podstawie średnich cen rynkowych.

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni całkowitej usprawnianej przegrody - A_{koszt}

Uwagi :

W kosztach usprawnienia wliczono również koszty związane z wykonaniem wymiany pokrycia dachu z blachy miedzianej (ze względu na zły stan techniczny) o powierzchni 4780m2 oraz koszty związane z zabezpieczeniem izolacji układanej na stropie poddasza warstwą wykończeniową (np. płytą OSB)

Wybrany wariant : 2	Koszt : 4 684 381 zł	SPBT = 92,0 lat

7.2.2	Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda	2
		Dach nad cześcią mieszkalną	

Dane:

powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	1 154,10	m^2
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A_{koszt}	=	1 442,63	m^2
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t_{w0}	=	20,0	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tz_0	=	-12,0	°C
liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 753,8	dzień·K/rok

Opłaty: c.o.

stała :				zmienna :				abonament :			
O_{m0}	=	0,0	zł/MW	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
O_{m1}	=	0,0	zł/MW	O_{z1}	=	84,97	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną układaną między krokwiami

o współczynniku λ = **0,033** **W/m·K .**

Rozpatruje się 4 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej :

Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego **R** ≥ **6,7** $(m^2 \cdot K)/W$

Wariant 2 - o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariancie 1 .

Wariant 3 - o grubości warstwy izolacji o 3 cm większej niż w wariancie 1 .

Wariant 4 - o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 1 .

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,20	0,21	0,23	0,24
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2 \cdot K)/W$		6,061	6,364	6,970	7,273
3	Opór cieplny R	$(m^2 \cdot K)/W$	0,666	6,727	7,030	7,636	7,939
4	Q_{0U}, $Q_{1U} = 8{,}64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	562,0	55,6	53,2	49,0	47,1
5	q_{0U}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0555	0,0055	0,0053	0,0048	0,0047
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		43 029	43 233	43 590	43 751
7	Cena jednostkowa usprawnienia	$zł/m^2$		1 103,6	1 114,5	1 170,8	1 199,0
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		1 592 076	1 607 806	1 689 025	1 729 707
9	SPBT = N_u / ΔO_{ru}	lata		37,00	37,19	38,75	39,54
10	U_0, U_1	$W/(m^2 \cdot K)$	1,501	0,149	0,142	0,131	0,126

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia $1m^2$ na podstawie średnich cen rynkowych.

Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A_{koszt} przegrody .

Uwagi :

W kosztach usprawnienia uwzgledniono wymianę pokrycia dachowego.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 1 592 076 zł	SPBT = 37,0 lat

7.2.3	Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda	3
		Ściany zewnętrzne	

Dane:

powierzchnia przegrody do obliczenia strat	A	=	7 180,94	m^2
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	A_{koszt}	=	8 976,18	m^2
obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	t_{w0}	=	20,0	°C
obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	tz_0	=	-2,0	°C
liczba stopniodni dla wybranej przegrody	Sd	=	3 753,8	dzień·K/rok

Opłaty: c.o.

stała :				zmienna :				abonament :			
O_{m0}	=	0,0	zł/MW	O_{z0}	=	84,97	zł/G	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
O_{m1}	=	0,0	zł/MW	O_{z1}	=	84,97	zł/G	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Przewiduje się zabezpieczenie ścina przed wilgocią oraz ich izolację tynkiem renowacyjnym ciepłochronnym o współczynniku λ = **0,070** **W/m·K .**
Rozpatruje się 1

Wariant 1 - o grubości warstwy izolacji 2 cm

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej: g =	m		0,02			
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$(m^2 \cdot K)/W$		0,286			
3	Opór cieplny R	$(m^2 \cdot K)/W$	1,767	2,053			
4	Q_{0U}, $Q_{1U} = 8{,}64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	1 318,0	1 134,6			
5	q_{0U}, $q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0894	0,0770			
6	Roczna oszczędność kosztów : $\Delta Q_{ru} = Q_{0U} \cdot O_{z0} + 12 \cdot (q_{0U} \cdot O_{m0} + A_{b0}) - Q_{1U} \cdot O_{z1} + 12 \cdot (q_{1U} \cdot O_{m1} + A_{b1})$	zł/a		15 583			
7	Cena jednostkowa usprawnienia	$zł/m^2$		580,7			
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		5 212 211			
9	SPBT = N_u / ΔO_{ru}	lata		334,48			
10	U_0, U_1	$W/(m^2 \cdot K)$	0,566	0,487			

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia $1m^2$ na podstawie średnich cen rynkowych.
Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni usprawnianej A_{koszt} ścian

Uwagi :

Wykonanie izolacji natryskowej tynkiem renowacyjnym ciepłochronnym - elewacja budynku seminarium od poziomu 1,5 m p.p.t. Poniżej (tj warstwa cokołowa - tynk odsalający). Elewacja Kościoła - zabezpieczenie ścian zewnętrznych przed wilgocią budynku kościoła przez pokrycie elewacji ceramiczną farbą o właściwościach izolacyjnych i usuwania wilgoci (np. ThermoShield –ClimatrActivePaint). Wykonanie usprawnienia zabezpieczy istniejące mury przed wilgocią dlatego też, mimo braku efektu ekonomicznego zaleca się wykonanie usprawnienia. Ze względu na zabytkowych charakter obiektu, nie ma możliwości wykonania grubszej warstwy izolacji niż 2 cm.

Wybrany wariant : 1	Koszt : 5 212 211 zł	SPBT = 334,5 lat

7.3.1	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie :	1
		Okna	

Dane:

powierzchnia okien								A_{ok}	=	149,57 m^2
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej								V_{nom}	=	2 500 m^3
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją								a_0	=	2,0 $m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru								C_w	=	1,0
t_{w0}	=	20,0	°C	tz_0	=	-18,0	°C	Sd	=	3 753,8 dzień·K/rok
O_{m0}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00 zł/(m-c)
O_{m1}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	84,97	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00 zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Wymiana okien na nowe na profilu drewnianym

Rozpatruje się **2** warianty wymiany okien :

Wariant 1 - Wymiana okien na nowe U_1 = 0,9 $W/(m^2 \cdot K)$ a_1 = 1,0

Wariant 2 - Wymiana okien na nowe U_1 = 0,7 $W/(m^2 \cdot K)$ a_1 = 1,0

Lp.	Omówienie		Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2		3	4	5	6	7	8
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1		$W/(m^2 \cdot K)$	4,50	0,90	0,70		
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,2	1,00	1,00		
		C_m	-	1,10	1,00	1,00		
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	218,3	43,7	34,0		
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$		GJ/a	331,1	275,9	275,9		
5	Q_{0U}, Q_{1U} = Poz.3 + Poz.4		GJ/a	549,4	319,6	309,9		
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0256	0,0051	0,0040		
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0355	0,0323	0,0323		
8	q_{0U}, q_{1U} = Poz. 6 + Poz. 7		MW	0,0611	0,0374	0,0363		
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		zł/a		19 526	20 350		
10	Koszt wymiany okien N_{ok}		zł		281 532	299 140		
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w		zł					
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z		zł					
13	Łączny koszt przedsięwzięcia ($N_{ok}+N_w+N_z$)		zł		**281 532**	**299 140**		
14	SPBT = (N_{ok} + N_w) / ($\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$)		lata		14,4	14,7		

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wariant 1 - Wymiana okien na nowe — wycena na podstawie średnich cen

Koszt wymiany okien : 149,6 m^2 · 1882 zł 281 532 zł

Razem : 281 532 zł

Wariant 2 - Wymiana okien na nowe — wycena na podstawie średnich cen

Koszt wymiany okien : 149,6 m^2 · 2000 zł 299 140 zł

Razem : 299 140 zł

Wybrany wariant : 1	**Koszt : 281 532 zł**	**SPBT =** 14,4 lat

7.3.1	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie :	1
		Drzwi zewnętrzne	

Dane:

powierzchnia okien								A_{ok}	=	7,97	m^2
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej								V_{nom}	=	250	m^3
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją								a_0	=	2,0	$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru								C_w	=	1,0	
t_{w0}	=	20,0	°C	tz_0	=	-18,0	°C	Sd	=	3 753,8	dzień·K/rok
O_{m0}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
O_{m1}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	84,97	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Wymiana drzwi na nowe drewniane z wkładką izolacyjną

Rozpatruje się **2** warianty wymiany drzwi :

Wariant 1 - Wymiana drzwi U_1 = 1,3 $W/(m^2 \cdot K)$ a_1 = 1,0

Wariant 2 - Wymiana drzwi U_1 = 1,1 $W/(m^2 \cdot K)$ a_1 = 1,0

Lp.	Omówienie		Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2		3	4	5	6	7	8
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1		$W/(m^2 \cdot K)$	4,50	1,30	1,10		
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,2	1,00	1,00		
		C_m	-	1,10	1,00	1,00		
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	11,6	3,4	2,8		
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$		GJ/a	33,1	27,6	27,6		
5	Q_{0U}, Q_{1U} = Poz.3 + Poz.4		GJ/a	44,7	31,0	30,4		
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0014	0,0004	0,0003		
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0036	0,0032	0,0032		
8	q_{0U}, q_{1U} = Poz. 6 + Poz. 7		MW	0,0050	0,0036	0,0035		
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		zł/a		1 164	1 215		
10	Koszt wymiany okien N_{ok}		zł		17 712	19 925		
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w		zł					
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z		zł					
13	Łączny koszt przedsięwzięcia ($N_{ok}+N_w+N_z$)		zł		**17 712**	**19 925**		
14	SPBT = ($N_{ok} + N_w$) / ($\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$)		lata		15,2	16,4		

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wariant 1 - Wymiana drzwi wycena na podstawie średnich cen

Koszt wymiany okien : 8,0 m^2 · 2222 zł 17 712 zł

Razem : 17 712 zł

Wariant 2 - Wymiana drzwi wycena na podstawie średnich cen

Koszt wymiany okien : 8,0 m^2 · 2500 zł 19 925 zł

Razem : 19 925 zł

Wybrany wariant : 1	**Koszt : 17 712 zł**	**SPBT =** 15,2 lat

7.3.1	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie :	1
		Witraże (wraz z witrażami kościoła)	

Dane:

powierzchnia okien								A_{ok}	=	187,80	m^2
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej								V_{nom}	=	3 860	m^3
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją								a_0	=	2,0	$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru								C_w	=	1,0	
t_{w0}	=	10,0	°C	tz_0	=	-18,0	°C	Sd	=	1 483,8	dzień·K/rok
O_{m0}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
O_{m1}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	84,97	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Uszczelnienie witraży przez dołożenie drugiej szyby

Rozpatruje się **1** wariant uszczelniena witraży :

Wariant 1 - uszczelnienie witraży U_1 = 1,4 $W/(m^2 \cdot K)$ a_1 = 1,0

Lp.	Omówienie		Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2		3	4	5	6	7	8
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1		$W/(m^2 \cdot K)$	4,50	1,40			
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,2	1,00			
		C_m	-	1,10	1,00			
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	108,3	33,7			
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$		GJ/a	202,1	168,4			
5	Q_{0U}, Q_{1U} = Poz.3 + Poz.4		GJ/a	310,4	202,1			
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0237	0,0074			
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0404	0,0367			
8	q_{0U}, q_{1U} = Poz. 6 + Poz. 7		MW	0,0641	0,0441			
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		zł/a		9 202			
10	Koszt wymiany okien N_{ok}		zł		589 035			
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w		zł					
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z		zł					
13	Łączny koszt przedsięwzięcia (N_{ok}+N_w+N_z)		zł		**589 035**			
14	SPBT = (N_{ok} + N_w) / ($\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$)		lata		64,0			

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wariant 1 - uszczelnienie witraży wycena na podstawie średnich cen

Koszt wymiany okien : 187,8 m^2 · 3137 zł 589 035 zł

Razem : 589 035 zł

Wybrany wariant : 1	**Koszt : 589 035 zł**	**SPBT =** 64,0 lat

7.3.2	Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji	Przedsięwzięcie :	2
		Okna piwnic	

Dane:

powierzchnia drzwi								A_{ok}	=	6,60	m^2
strumień powietrza went. odnies. do war. proj. dla wentylacji naturalnej								V_{nom}	=	680	m^3
współczynnik przepływu dla okien przed termomodernizacją								a_0	=	2,0	$m^3/(m \cdot h \cdot daPa^{2/3})$
stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru								C_w	=	1,0	
t_{w0}	=	8,0	°C	tz_0	=	-18,0	°C	Sd	=	1 029,8	dzień·K/rok
O_{m0}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
O_{m1}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	84,97	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Wymiana okien na nowe o lepszym współczynniku przenikania

Rozpatruje się **2** warianty wymiany okien:

Wariant 1 - Wymiana okien U_1 = 1,4 W/(m²·K) a_1 = 1,0

Wariant 2 - Wymiana okien U_1 = 1,1 W/(m²·K) a_1 = 1,0

Lp.	Omówienie		Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2		3	4	5	6	7	8
1	Współczynnik przenikania okien U_0, U_1		W/(m²·K)	3,50	1,40	1,10		
2	Współczynniki korekcyjne	C_r	-	1,3	1,00	1,00		
		C_m	-	1,50	1,00	1,00		
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	2,1	0,8	0,6		
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$		GJ/a	26,8	20,6	20,6		
5	Q_{0U}, Q_{1U} = Poz.3 + Poz.4		GJ/a	28,9	21,4	21,2		
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0006	0,0002	0,0002		
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0090	0,0060	0,0060		
8	q_{0U}, q_{1U} = Poz. 6 + Poz. 7		MW	0,0096	0,006	0,006		
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw}$		zł/a		637	654		
10	Koszt wymiany okien N_{ok}		zł		12 583	11 220		
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w		zł					
12	Koszt zmniejszenia pow. okien N_z		zł					
13	Łączny koszt przedsięwzięcia $(N_{ok}+N_w+N_z)$		zł		**12 583**	**11 220**		
14	SPBT = $(N_{ok} + N_w) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$		lata		19,7	17,1		

Podstawa przyjętych wartości N_u

Wariant 1 - Wymiana okien — wycena na podstawie średnich cen

Koszt wymiany okien : 6,6 m² · 1907 zł = 12 583 zł

Razem : 12 583 zł

Wariant 2 - Wymiana okien — wycena na podstawie kosztorysu

Koszt wymiany okien : 6,6 m² · 1700 zł = 11 220 zł

Razem : 11 220 zł

Wybrany wariant : 2	**Koszt : 11 220 zł**	**SPBT =** 17,1 lat

7.3.3	Usprawnienie :	3
Ocena opłacalności przedsięwzięcia prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej	**Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych.**	

Dane: η_w = 88% η_m = 65% η_p = 40% Q_{0cw} = 1 905,7 GJ
η_0 = 23% q_{0cw} = 0,0767 MW

Opis usprawnienia :

Zakłada się wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymianę starych pionów i poziomów wraz z ich izolacją - wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji oraz zastoswanie zaworów podpionowych

Przewiduje się zwiększenie sprawności wytwarzania do wartości 88%, sprawności magazynowania do : 85%,
oraz sprawności przesyłu do : 60%,
uzyskując poprawę sprawności wytwarzania o 0%, sprawności magazynowania o 20%,
oraz sprawności przesyłu o 20%. Zatem sprawność ogólna η_1 = 45%.

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1	2	3	4	5
1	Zapotrzebowanie ciepła do przygotowania c.w.u.	GJ/a	1 905,7	974,0
2	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0767	0,0767
3	Koszt przygotowania c.w.u	zł/a	108 645	64 914
4	Oszczędność ΔQ_{rcw}	zł/a		43731
5	Koszt modernizacji N_{cw}	zł		605 160
6	SPBT = N_{cw} / ΔQ_{rcw}	lata		13,8

Podstawa przyjętych wartości N_u
Ceny rynkowe obowiązujące aktualnie w regionie

Koszt produkcji cwu przed termomodernizacją : 108 645 zł/a
Koszt produkcji cwu po uwzględnieniu usprawnienia : 64 914 zł/a

Usprawnienie :	Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i	Koszt :	605 160 zł	SPBT =	13,8 lat

7.3.5 Wybrane i zoptymalizowane ulepszenia termomodernizacyjne zmierzające do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w wyniku zmniejszenia strat przenikania ciepła przez przegrody budowlane oraz warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących wentylacji i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, uszeregowane według rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1.	Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych.	605 160 zł	13,8
2.	Ocieplenie : - Okna	281 532 zł	14,4
3.	Ocieplenie : - Drzwi zewnętrzne	17 712 zł	15,2
4.	Ocieplenie : - Okna piwnic	11 220 zł	17,1
5.	Ocieplenie : - Dach nad cześcią mieszkalną	1 592 076 zł	37,0
6.	Ocieplenie : - Witraże (wraz z witrażami kościoła)	589 035 zł	64,0
7.	Ocieplenie : - Strop poddasza	4 684 381 zł	92,0
8.	Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne	5 212 211 zł	

7.4.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :

Sprawność całkowita systemu c.o.	η_0	=	1,337	
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	1,00	
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	0,90	
Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele grzewcze	q_{0co}	=	761,9	kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0co}	=	6 605,2	GJ/a

Opis wariantów usprawnienia :

Rozpatruje się następujące usprawnienia systemu grzewczego:

1. **Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny i wprowadzenie układu trigeneracji jako źródła ciepła (energii elektrycznej i chłodu) oraz dostosowanie instalacji do nowego źródła (niezbędne przeróbki w instalacji w kotłowni), wymiana poziomów w piwnicy wraz z ich izolacją. Wprowadzenie systemu zarządzania energią.**

   Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny i wprowadzenie układu trigeneracji jako źródła ciepła (energii elektrycznej i chłodu - wykonanie instalacji klimakonwektorów w systemie czterorurowym, w instalacji miedzianej w izolacji termicznej i paroszczelnej) oraz dostosowanie instalacji do nowego źródła (niezbędne przeróbki w kotłowni), wymiana poziomów w piwnicy wraz z ich izolacją. Wprowadzenie systemu zarządzania energią.

2. **Wymiana pomp ciepła na pompy z gruntowym wymiennikiem ceipła (odwierty pionowe), Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny oraz dostosowanie instalacji do nowego źródła (niezbędne przeróbki w instalacji w kotłowni), wymiana poziomów w piwnicy wraz z ich izolacja. Wprowadzenie systemu zarządzania energia**

   Wymiana pomp ciepła na pompy z gruntowym wymiennikiem ciepła (sondy pionowe). Modyfikacja systemu sterowania układem (wprowadzenie automatyki umożliwiającej stopniowanie mocy w zależności od temperatury, założenie czujnika alarmu w pomieszczeniach na parterze - umożliwiające szybką reakcję w razie awarii układu, system monitoringu zużycia energii wraz z systemem zarządzania energią). Wprowadzenie instalacji fotowoltaicznej montowanej w terenie na potrzeby zasilania pomp ciepła.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wybranym do realizacji wariantem proponowanych usprawnień :

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności			
1	2	3	4	5	6
1	Wytwarzanie ciepła	η_g =	1,683	⇨	1,862
2	Przesyłanie ciepła - bez zmiany	η_d =	0,960		0,960
3	Akumulacja ciepła - bez zmiany	η_e =	0,937		0,937
4	Regulacja systemu grzewczego - bez zmiany	η_s =	0,883		0,883
5	Sprawność całkowita systemu $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	η =	1,337	⇨	1,479
6	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia - bez przerw, bez zmiany	w_t =	1,00		1,000
7	Uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu doby - bez zmiany	w_d =	0,90		0,895

7.4.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność cieplną systemu c.o.

Dane dotyczące stanu istniejącego systemu c.o. :

Sprawność całkowita systemu c.o.	η_0	=	1,337	
Przerwy tygodniowe	w_{t0}	=	1,00	
Przerwy dobowe	w_{d0}	=	0,90	
Zapotrzebowanie na moc cieplną	q_{0co}	=	761,9	kW
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	Q_{0co}	=	6 605,2	GJ/a

Opłaty:	stała :				zmienna :				abonament :			
c.o.	O_{m0}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
W1	O_{m1}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	54,91	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)
W2	O_{m1}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	54,91	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)

Opis wariantów usprawnienia :

Rozpatruje się **2** warianty usprawnienia termomodernizacyjnego : | Tygodniowe i dobowe przerwy

W1 -	Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny i wprowadzenie układu trigeneracji jako źródła	η_1 =	**1,479**	w_{t1} =	1,00	w_{d1} =	0,90
W2 -	Wymiana pomp ciepła na pompy z gruntowym wymiennikiem ceipła (odwierty pionowe), Modyfikacja ukadu sterowania	η_1 =	**2,231**	w_{t1} =	1,00	w_{d1} =	0,90

Lp.	Omówienie	Jednostki miary	Stan istniejący	Warianty 1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło po termomodernizacji Q_{1co}	GJ/a		5 678,2	5 678,2		
2	Zapotrzebowanie na moc cieplną po termomodernizacji q_{1co}	kW		656,6	656,6		
3	$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$	zł/a	375 704				
4	$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$	zł/a		188 675	125 079		
5	$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{0m} + A_{b0})$	zł/a	0				
6	$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{1m} + A_{b1})$	zł/a		0	0		
7	Roczne koszty energii w stanie istniejącym $O_{r0co} = A_0 + B_0$	zł/a	375 704				
8	Roczne koszty energii po termomodernizacji $O_{r1co} = A_1 + B_1$	zł/a		188 675	125 079		
9	Roczna oszczędność kosztów ΔOrco = $\Delta O_{rco} = O_{r1co} - O_{r0co}$	zł/a		187 029	250 625		
10	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		**3 222 600**	**4 850 000**		
11	SPBT = $N_{co} / \Delta O_{rco}$	lata		17,2	19,4		

Podstawa przyjętych wartości N_u

W1 - Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji

Zakres usprawnienia obejmuje : Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny i wprowadzenie układu trigeneracji jako źródła ciepła (energii elektrycznej i chłodu - wykonanie instalacji klimakonwektorów w systemie czterorurowym, w instalacji miedzianej w izolacji termicznej i paroszczelnej) oraz dostosowanie instalacji do nowego źródła (niezbędne przeróbki w kotłowni), wymiana poziomów w piwnicy wraz z ich izolacją. Wprowadzenie systemu zarządzania energią.

Koszt realizacji usprawnienia : **N_u = 3 222 600 zł**

W2 - Wymiana pomp ciepła na pompy z gruntowym wymiennikiem ceipła (odwierty

Wycenę wariantu usprawnienia wykonano na podstawie średnich cen rynkowych

Zakres usprawnienia obejmuje : Wymiana pomp ciepła na pompy z gruntowym wymiennikiem ciepła (sondy pionowe). Modyfikacja systemu sterowania układem (wprowadzenie automatyki umożliwiającej stopniowanie mocy w zależności od temperatury, założenie czujnika alarmu w pomieszczeniach na parterze - umożliwiające szybką reakcję w razie awarii układu, system monitoringu zużycia energii wraz z systemem zarządzania energią). Wprowadzenie instalacji fotowoltaicznej montowanej w terenie na potrzeby zasilania pomp ciepła.

Koszt realizacji usprawnienia : bez wariantu W1 **N_u = 4 850 000 zł**

Uwagi :

W wyniku przeprowadzenia usprawnienia możliwe będzie zwięszenie udziału pomp ciepła w całkowitym bilansie energetycznym obiektu o min. 10%. Przewiduje się wprowadzenie trigeneracji o mocy grzewczej 200 kW - energia cieplna z trigenergacji będzie wykorzystywana do podgrzewu ciepłej wody użytkowej lub na cele grzewcze w sezonie grzewczym, zdolność dodatkowego wytworzenia energii elektrycznej z układu trigeneracji wynosi 38 kW (ilość energii elektrycznej pozuyskiwanej z trigeneracji obliczono w zał 6.), a moc chłodnicza 170 kW (powoli to pokryć zapotrzebowanie na chłód w 1/3 budynku). Instalacja klimatyzacji wymaga oddzielnego opracowania projektowego , dlatego też w audycie nie wskazuje się szczegółowo pomieszczeń , które będą klimatyzowane.

Wybrany wariant : 1	**Koszt : 3 222 600 zł**	**SPBT =** 17,2 lat

7.5. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodermizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.5.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli stosuje się skrótowe określenia dla 9 usprawnień zestawionych w p. 7.3.5 oraz 7.4.2 :

- Modernizacja c.w.u. = Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych.
- Ocieplenie : - Okna = Ocieplenie : - Okna
- Ocieplenie : - Drzwi zewnętrzne = Ocieplenie : - Drzwi zewnętrzne
- Okna piwnic = Ocieplenie : - Okna piwnic
- Dach nad cześcią mieszkalną = Ocieplenie : - Dach nad cześcią mieszkalną
- Witraże (wraz z witrażami koś = Ocieplenie : - Witraże (wraz z witrażami kościoła)

  Strop poddasza — Ocieplenie : - Strop poddasza

  Ściany zewnętrzne — Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne
- Modernizacja instalacji c.o. = Modernizacja instalacji c.o.

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych :

LP.	Zakres	Numer wariantu											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13
1	Modernizacja c.w.u.	9	9	9	9	9	9	9	9				
2	Ocieplenie : - Okna	9	9	9	9	9	9	9					
3	Ocieplenie : - Drzwi zewnętrzne	9	9	9	9	9	9						
4	Okna piwnic	9	9	9	9	9							
5	Dach nad cześcią mieszkalną	9	9	9	9								
6	Witraże (wraz z witrażami koś	9	9	9									
7	Strop poddasza	9	9										
8	Ściany zewnętrzne	9											
9	Modernizacja instalacji c.o.	9	9	9	9	9	9	9	9	9			

7.5.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Opłaty:	stała :				zmienna :				abonament :			
c.o.	O_{m0}	=	0	zł/(MW·m-c)	O_{z0}	=	84,97	zł/GJ	A_{b0}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{m1}	=	0	zł/(MW·m-c)	O_{z1}	=	54,91	zł/GJ	A_{b1}	=	0,00	zł/(m-c)
c.w.u.	O_{0m}	=	0	zł/(MW·m-c)	O_{0z}	=	46,94	zł/GJ	A_{0b}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{1m}	=	0	zł/(MW·m-c)	O_{1z}	=	46,94	zł/GJ	A_{1b}	=	0,00	zł/(m-c)

$$Q_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw}$$

$$A_0 = w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{z0} / \eta_0$$

$$B_0 = 12 \cdot (q_{0co} \cdot O_{m0} + A_{b0})$$

$$O_{r0co} = A_0 + B_0$$

$$O_{r0cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{0z} + 12 \cdot q_{0cw} \cdot O_{0m}) / \eta_0 + 12 \cdot A_{0b}) + O_{0zw}$$

$$O_{r0} = O_{r0co} + O_{r0cw}$$

$$Q_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw}$$

$$A_1 = w_{t1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{1co} \cdot O_{z1} / \eta_1$$

$$B_1 = 12 \cdot (q_{1co} \cdot O_{m1} + A_{b1})$$

$$O_{r1co} = A_1 + B_1$$

$$O_{r1cw} = (Q_{0cw} \cdot O_{z1} + 12 \cdot q_{1cw} \cdot O_{1m}) / \eta_1 + 12 \cdot A_{1b}) + O_{1zw}$$

$$O_{r1} = O_{r1co} + O_{r1cw}$$

O_{0zw} - opłata za wodę zimną przed termomodernizacją

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

O_{1zw} - opłata za wodę zimną po termomodernizacji

Nr wariantu	Q_{0CO} GJ	q_{0CO} kW	η_0 w_{t0} w_{d0}	Q_{0CW} GJ	q_{0CW} kW	Q_0 GJ	O_{0rco} zł	O_{0rcw} zł	O_{0r} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stan istniejący	6 605,2	761,9	1,337 1,00 0,90	1 905,7	76,7	6 327,3	375 704	108 645	484 349		

Nr wariantu	Q_{1CO} GJ	q_{1CO} kW	η_1 w_{t1} w_{d1}	Q_{1CW} GJ	q_{1CW} kW	Q_1 GJ	O_{1rco} zł	O_{1rcw} zł	O_{1r} zł	ΔO_r zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	5 678,2	656,6	1,479 1,00 0,90	974,0	76,7	4 410,1	188 675	64 914	253 589	230 760	16 215 927
2.	5 997,7	714,4	1,479 1,00 0,90	974,0	76,7	4 603,4	199 292	64 914	264 206	220 143	11 003 716
3.	6 018,1	717,3	1,479 1 0,90	974,0	76,7	4 615,8	199 970	64 914	264 884	219 465	6 319 335
4.	6 355,2	722,7	1,479 1,00 0,90	974,0	76,7	4 819,8	211 173	64 914	276 087	208 262	5 730 300
5.	6 400,6	731,2	1,479 1,00 0,90	974,0	76,7	4 847,4	212 690	64 914	277 604	206 745	4 138 224
6.	6 564,2	740,3	1,479 1,00 0,90	974,0	76,7	4 946,3	218 118	64 914	283 032	201 317	4 127 004
7.	6 593,2	744,3	1,479 1,00 0,90	974,0	76,7	4 963,8	219 081	64 914	283 995	200 354	4 109 292
8.	6 593,2	761,9	1,479 1,00 0,90	1 905,7	76,7	5 895,5	219 081	108 645	327 726	156 623	3 827 760
9.	6 605,2	761,9	1,479 1,00 0,90	1 905,7	76,7	5 902,7	219 480	108 645	328 125	156 224	3 222 600

Uwagi :

Q_0, Q_1 - roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji mierzone w GJ/a.

O_{0zw}, O_{1zw} - roczny koszt dostawy zimnej wody użytkowej przed i po termomodernizacji wyrażony w zł.

N - planowane koszty całkowite na wybrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej wyrażone w zł.

Wielkości sezonowego zapotrzebowania na ciepło i na moc dla ogrzewania obliczono programem **Audytor OZC 6.7 Pro**

7.5.3 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Dane :

bieżąca roczna stopa oprocentowania kredytu wg oferty lokalnego banku : **r =** 8,8%

ustawowy maksymalny czas spłaty kredytu bankowego : **m =** 120 m-cy

miesięczna rata spłaty kredytu wraz z odsetkami dla 10-letniego okresu kredytowania : $A=0{,}75\cdot S\cdot\frac{q^{m}\cdot(q-1)}{q^{m}-1}$ = 0,00942 S

kwota kredytu nie większa niż 80% planowanych kosztów całkowitych wyrażona w zł : **S**

gdzie: **q = (1+r/12) =** (1+0,088/12)= 1,007333333 q^{m} = 2,40317078

LP.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite N [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii ΔO [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii $(Q_0-Q_1)/Q_0$ *100% [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu S [zł]	[%]	Premia termomodernizacyjna 20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności [zł]
1	2	3	4	5	6	7	7	8	9
1.	Wszystkie rozważane usprawnienia	16 215 927	230 760	30,3%	810 796 ########	5,0% 95,0%	3 081 026	2 594 548	461 520
2.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Ściany zewnętrzne, , ,	11 003 716	220 143	27,2%	550 186 ########	5,0% 95,0%	2 090 706	1 760 595	440 286
3.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Strop poddasza, Ściany zewnętrzne, , ,	6 319 335	219 465	27,0%	315 967 6 003 368	5,0% 95,0%	1 200 674	1 011 094	438 930
4.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Witraże (wraz z witrażami koś, Strop poddasza, Ściany zewnętrzne, , ,	5 730 300	208 262	23,8%	286 515 5 443 785	5,0% 95,0%	1 088 757	916 848	416 524
5.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Dach nad cześcią mieszkalną, Witraże (wraz z witrażami koś, Strop poddasza, Ściany zewnętrzne, , ,	4 138 224	206 745	23,4%	206 911 3 931 313	5,0% 95,0%	786 263	662 116	413 490
6.	Wszystkie rozważane usprawnienia minus Okna piwnic, Dach nad cześcią mieszkalną, Witraże (wraz z witrażami koś, Strop poddasza, Ściany zewnętrzne,	4 127 004	201 317	21,8%	0 4 127 004	0,0% 100,0%	825 401	660 321	402 634
7.	Modernizacja c.w.u., Ocieplenie : - Okna, Modernizacja instalacji c.o.	4 109 292	200 354	21,5%	0 4 109 292	0,0% 100,0%	821 858	657 487	400 708
8.	Modernizacja c.w.u., Modernizacja instalacji c.o.	3 827 760	156 623	6,8%	0 3 827 760	0,0% 100,0%	765 552	612 442	313 246
9.	Modernizacja instalacji c.o.	3 827 760	156 623	6,8%	0 3 827 760	0,0% 100,0%	765 552	612 442	313 246

7.5.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant Nr 1 obejmujący następujące usprawnienia :

Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych., Ocieplenie : - Okna, Ocieplenie : - Drzwi zewnętrzne, Ocieplenie : - Okna piwnic, Ocieplenie : - Dach nad cześcią mieszkalną, Ocieplenie : - Witraże (wraz z witrażami kościoła) , Ocieplenie : - Strop poddasza, Ocieplenie : - Ściany zewnetrzne, Modernizacja instalacji c.o.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe :

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **30,3%** , czyli powyżej 25,0%
2. planowany kredyt, stanowiący **95,0%** kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi;
3. środki własne inwestora wyniosą 810 796 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;

Wariant alternatywny :

Nie przewiduje się wariantu alternatywnego

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. Okna o powierzchni : 149,6 m². Wymiana okien na nowe o średnim współczynniku U = 0,9 W/m²·K. Koszt usprawnienia : 281 532 zł.
2. Drzwi zewnętrzne o powierzchni : 8 m². Wymiana drzwi o średnim współczynniku U = 1,3 W/m²·K. Koszt usprawnienia : 17 712 zł.
3. Okna piwnic o powierzchni : 6,6 m². Wymiana okien o średnim współczynniku U = 1,1 W/m²·K. Koszt usprawnienia : 11 220 zł.
4. Dach nad cześcią mieszkalną o powierzchni : 1443 m². Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną układaną między krokwiami o współczynniku λ = 0,033 W/m²·K o grubości 20 cm. Koszt usprawnienia : 1 592 076 zł.
5. Witraże (wraz z witrażami kościoła) o powierzchni : 187,8 m². uszczelnienie witraży o średnim współczynniku U = 1,4 W/m²·K. Koszt usprawnienia : 589 034 zł.
6. Strop poddasza o powierzchni : 2682 m². Przewiduje się ocieplenie stropu wełną mineralną układana na stropie o współczynniku λ = 0,033 W/m²·K o grubości 20 cm. Koszt usprawnienia : 4 684 381 zł.
7. Ściany zewnętrzne o powierzchni : 8976 m². Przewiduje się zabezpieczenie ścina przed wilgocią oraz ich izolację tynkiem renowacyjnym ciepłochronnym oraz farbą izolacyjną i tynkiem odsalającym o współczynniku λ = 0,07 W/m²·K o grubości 2 cm. Koszt usprawnienia : 5 212 211 zł.
8. Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych. Zakłada się wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymianę starych pionów i poziomów wraz z ich izolacją - wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji oraz zastoswanie zaworów podpionowych Koszt usprawnienia : 605 160 zł.
9. Usprawnienie obejmuje: Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny i wprowadzenie układu trigeneracji jako źródła ciepła (energii elektrycznej i chłodu - wykonanie instalacji klimakonwektorów w systemie czterorurowym, w instalacji miedzianej. Koszt usprawnienia wynosi: 3222600 zł.

8.2 Charakterystyka finansowa

1.	Kalkulowany koszt robót wyniesie		16 215 927 zł	
2.	Udział środków własnych inwestora		810 796 zł	(5,0%)
3.	Dotacja		15 405 131 zł	(95,0%)
4.	Czas zwrotu nakładów **SPBT** =	16 215 927 / 230 760	70,3 lat	

8.3 Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Ocena przedsięwzięcia po pierwszym sezonie grzewczym

Załączniki do audytu

1. Załącznik Nr 1.

   Wydruk komputerowy z programu bilansu cieplnego na sezonowe zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną dla budynku Audytor OZC 6.7 Pro dla:
   stanu istniejącego i poszczególnych wariantów usprawnień termomodernizacyjnych

2. Załącznik Nr 2.

   Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

3. Załącznik Nr 3.

   Obliczenie sprawności systemu grzewczego

4. Załącznik Nr 4.

   Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

5. Załącznik Nr 5.

   Rysunki dotyczące położenia i rzutów budynku

6. Załącznik Nr 6.

   Dobór instalacji fotowoltaicznej

7. Załącznik Nr 7.

   Obliczenia udziału OZE i wskaźnika EP

Załącznik Nr 1

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla :

stanu istniejącego

Załącznik Nr 1

Wydruk komputerowy z programu Audytor OZC 6.7 Pro dla :

wariantu Nr 1.

obejmującego następujące przedsięwzięcia termomodernizacyjne :

Wprowadzenie zasobnika c.w.u. , wymiana pionów i poziomów c.w.u., cyrkulacji i wody zimnej, instalacja zaworów podpinowych., Ocieplenie : - Okna, Ocieplenie : - Drzwi zewnętrzne, Ocieplenie : - Okna piwnic, Ocieplenie : - Dach nad cześcią mieszkalną, Ocieplenie : - Witraże (wraz z witrażami kościoła) , Ocieplenie : - Strop poddasza, Ocieplenie : - Ściany zewnętrzne, oraz modernizację układu c.o.

Załącznik Nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego	Przedsięwzięcie :	7.3.1
	Załącznik Nr 2	

Dane: **Współczynniki korekcyjne :**

Rodzaj wentylacji naturalna

współczynnik przepływu dla okien przez termomodernizacją

okna z wadami szczelności C_r = 1,0

stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru

budynek na przestrzeni zabudowanej C_w = 1,0

	Ogółem		V_{nom} =	**20 867**

	Całkowity strumień powietrza wentylacyjnego z uwzględnieniem współczynników Cr i Cw	**20 867**

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego	Przedsięwzięcie :	7.3.1
	Załącznik Nr 2	

Dane:

Współczynniki korekcyjne :

Rodzaj wentylacji naturalna

współczynnik przepływu dla okien przez termomodernizacją

okna z wadami szczelności C_r = 1,0

stopień wyeksponowania budynku na działanie wiatru

budynek na przestrzeni zabudowanej C_w = 1,0

Symbol	Opis pomieszczenia	kubatura pomieszczenia [m3]	wymiana powietrza [m3/h]	Dobór nawiewników	
				ciśnieniowe [szt]	higrosterowalne [szt]
1	2	3	4	5	6
0P	Grupa 0P	15986,7	10385,1		
1P	Grupa 1P	11066,6	7065,9		
2P	Grupa 2P	5168	3415,9		
Razem		**32221,3**	**20866,9**		

Załącznik Nr 3

Obliczenie sprawności systemu grzewczego

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego	Przedsięwzięcie :	7.4.2
		Załącznik Nr 3. A.	

Dane dotyczące :

A1. **W stanie istniejącym**

A2. **Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na kondensacyjny**

Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		Sprawności z komentarzem usprawnień A2.	
1	2	3	4	5	6	7
1	**Sprawność wytwarzania**	η_g =	1,68	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (45%), pompy ciepła typu powietrze/woda (45%), ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)	1,86	Kotły kondensacyjne na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (20%), pompy ciepła typu powietrze/woda (55%), układ trigeneracji (15%), ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)
2	**Sprawność przesyłania**	η_d =	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	η_s =	0,94	Brak zasobnika buforowego (10%) / zasobnik buforowy (90%)	0,94	Brak zasobnika buforowego (10%) / zasobnik buforowy (90%)
4	**Sprawność regulacji i wykorzystania**	η_e =	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P,	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P,
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	η =	1,337		1,479	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	w_t =	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	w_d =	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)

B.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego	Przedsięwzięcie :	7.4.2
		Załącznik Nr 3.B.	

Dane dotyczące :

B3. **Wymiana pomp ciepła na pompy z gruntowym wymiennikiem ceipła (odwierty pionowe), Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni.**

Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień B3.			
1	2	3	4	5	6	7
1	**Sprawność wytwarzania**	η_g =	2,63	Kotły kondensacyjne na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (20%), pompy ciepła typu woda/grunt (55%), trigeneracja (15%) ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)	2,63	Kotły kondensacyjne na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (20%), pompy ciepła typu woda/grunt (55%), trigeneracja (15%) ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)
2	**Sprawność przesyłania**	η_d =	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	η_s =	1,00	brak zasobnika buforowego	1,00	brak zasobnika buforowego
4	**Sprawność regulacji i wykorzystania**	η_e =	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	η =	2,231		2,231	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	w_t =	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	w_d =	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)

C.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego	Przedsięwzięcie :	7.4.3
		Załącznik Nr 3.C.	

Dane dotyczące :

C6. **W stanie po wybraniu wariantu usprawnień do modernizacji budynku (ocieplenie + c.o.)** **Wybrany wariant :** **A.2**

Lp.	Rodzaj sprawności				Sprawności z komentarzem usprawnień C6.	
1	2	3	4	5	6	7
1	**Sprawność wytwarzania**	η_g =	2,63	Kotły kondensacyjne na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (20%), pompy ciepła typu woda/grunt (55%), trigeneracja (15%) ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)	1,86	Kotły kondensacyjne na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (20%), pompy ciepła typu powietrze/woda (55%), układ trigeneracji (15%), ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)
2	**Sprawność przesyłania**	η_d =	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	η_s =	1,00 GJ		0,94	Brak zasobnika buforowego (10%) / zasobnik buforowy (90%)
4	**Sprawność regulacji i wykorzystania**	η_e =	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	η =	2,231		1,479	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	w_t =	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	w_d =	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego	Przedsięwzięcie :	7.4.2
		Załącznik Nr 3.	

Dane dotyczące :

A1. **W stanie istniejącym**

A2. **Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na**

Wybrany wariant : A2.

Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		Sprawności z komentarzem usprawnień A2.	
1	2	3	4	5	6	7
1	**Sprawność wytwarzania**	η_g =	1,68	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (45%), pompy ciepła typu powietrze/woda (45%), ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)	1,86	Kotły kondensacyjne na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (20%), pompy ciepła typu powietrze/woda (55%), układ trigeneracji (15%), ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)
2	**Sprawność przesyłania**	η_d =	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	η_s =	0,94	Brak zasobnika buforowego (10%) / zasobnik buforowy (90%)	0,94	Brak zasobnika buforowego (10%) / zasobnik buforowy (90%)
4	**Sprawność regulacji i wykorzystania**	η_e =	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P,	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P,
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	η =	1,34		1,48	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	w_t =	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	w_d =	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)

A.	Obliczenie sprawności systemu grzewczego	Przedsięwzięcie :	7.4.2
		Załącznik Nr 3. sprawność dla wariantu 1	

Dane dotyczące :

A1. **W stanie istniejącym**

A2. **Modyfikacja ukadu sterowania kotłowni. Zasilanie pomp z instalacji fotowoltaicznej. Wymiana kotła gazowego na**

Wybrany wariant : 1

Lp.	Rodzaj sprawności		Sprawności z komentarzem usprawnień A1.		Sprawności z komentarzem usprawnień A2.	
1	2	3	4	5	6	7
1	**Sprawność wytwarzania**	η_g =	1,68	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (45%), pompy ciepła typu powietrze/woda (45%), ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)	1,86	Kotły kondensacyjne na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania o mocy od 120 kW do 1200 kW (20%), pompy ciepła typu powietrze/woda (55%), układ trigeneracji (15%), ogrzewanie ławkowe w kościele (10%)
2	**Sprawność przesyłania**	η_d =	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej	0,96	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej
3	Sprawność akumulacji	η_s =	0,94	Brak zasobnika buforowego (10%) / zasobnik buforowy (90%)	0,94	Brak zasobnika buforowego (10%) / zasobnik buforowy (90%)
4	**Sprawność regulacji i wykorzystania**	η_e =	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P	0,88	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K (90%) / elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P
5	Sprawność całkowita systemu grzewczego $\eta = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	η =	1,34		1,48	
6	Przerwa w ogrzewaniu w okresie tygodnia	w_t =	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu	1,00	Brak przerw w ogrzewaniu
7	Przerwa w ogrzewaniu w ciągu doby	w_d =	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)	0,90	Przerwa z uwagi na zawory termostatyczne / obniżenie ogrzewania w kościele (przyjęto wskaźnik 0,4)

Załącznik Nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania
ciepłej wody użytkowej

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną do przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym oraz po termomodernizacji	Przedsięwzięcie :	7.3.2
	Załącznik Nr 4	

Opłaty:

	stała :				zmienna :				abonament :			
c.w.u.	O_{0m}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{0z}	=	46,94	zł/GJ	A_{0b}	=	0,00	zł/(m-c)
	O_{1m}	=	0,00	zł/(MW·m-c)	O_{1z}	=	46,94	zł/GJ	A_{1b}	=	0,00	zł/(m-c)

kr = 0,7

Lp.	Treść			Wartość
1	2			3
1.	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze	Af	=	7 304 m^2
2.	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.	V_{wi}	=	0,0012 m^3/m^2*d
3.	Średnie zapotrzebowanie dobowe na c.w.u. w budynku	$V_{dśr} = Af \cdot V_{wi}$	=	8,76 m^3/d
4.	Średni czas dobowy nagrzewania na c.w.u.	t	=	6 h
5.	Średnie zapotrzebowanie godzinowe na c.w.u.	$V_{hśr} = V_{dśr} /$ 6	=	1,46 m^3/h
6.	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1m^3 wody	$Q_{cwj} = c_w \cdot p \cdot (t_c - t_{zw}) = 4{,}2 \cdot 1 \cdot (55-10) \cdot 10^{-3}$	=	0,189 GJ/m^3
7.	Maksymalna moc cieplna (dla instalacji z zasobnikiem c.w.u.)	$q_{cw} = V_{hśr} \cdot Q_{cwj} \cdot 279$	=	76,7 kW
8.	Zamówiona moc cieplna (dla instalacji c.w.u.)	$q_{cw\ zamówiona}$	=	76,7 kW
9.	Roczne zużycie c.w.u.	$V_{0cw} = V_{dśr} \cdot 366$	=	3 199 m^3
10.	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u.	$Q_{cw} = V_{0cw} \cdot Q_{cwj}$	=	438,3 GJ
11.	Zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. z uwzględnieniem sprawności	$Q_{cw}/(\eta_w \cdot \eta_m \cdot \eta_p)$	=	1 905,7 GJ
	Koszty ogrzewania c.w.u. w stanie istniejącym			
12.	Sprawność wytwarzania	η_w	=	88%
13.	Sprawność magazynowania	η_m	=	65%
14.	Sprawność przesyłania	η_p	=	40%
15.	Sprawność ogólna	η_0	=	23%
16.	Koszt przygotowania c.w.u.	$O_{rcw} = Q_{cw} \cdot O_{z0}/\eta_0 + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m0} + 12 \cdot A_{b0})$	=	89 451 zł
17.	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 6,00 $zł/m^3$	$O_{rwz} = V_{cw} \cdot$ 6,00	=	19 194 zł
18.	Całkowity koszt roczny c.w.u.	$O_{r0} = O_{rcw} + O_{rwz}$	=	108 645 zł
19.	Średni koszt 1 m^3 c.w.u.	O_{rcw} / V_{cw}	=	33,96 $zł/m^3$
	Koszty ogrzewania c.w.u. po termomodernizacji			
20.	Sprawność wytwarzania	η_w	=	88%
21.	Sprawność magazynowania	η_m	=	65%
22.	Sprawność przesyłania	η_p	=	40%
23.	Sprawność ogólna	η_1	=	23%
24.	Koszt przygotowania c.w.u.	$O_{rcw} = Q_{cw} \cdot O_{z1}/\eta_1 + 12 \cdot q_{cw} \cdot O_{m1} + 12 \cdot A_{b1})$	=	45 720 zł
25.	Koszt wody zimnej dla ceny jednostkowej = 6,00 $zł/m^3$	$O_{rwz} = V_{1cw} \cdot$ 6,00	=	19 194 zł
26.	Całkowity koszt roczny c.w.u.	$O_{r1} = O_{rcw} + O_{rwz}$	=	64 914 zł
27.	Średni koszt 1 m^3 c.w.u.	O_{rcw} / V_{cw}	=	20,29 $zł/m^3$
28.	Roczne oszczędności kosztów produkcji c.w.u. po termomodernizacji	$\Delta O_r = O_{r0} - O_{r1}$	=	43 731 zł

Załącznik Nr 5

Rysunki dotyczące położenia i rzutów budynku

Rysunek 1 - Plan sytuacyjny
Rysunek 2 - Schemat parteru
Rysunek 3 - Dokumentacja fotograficzna

Załącznik Nr 6

Dobór instalacji fotowoltaicznej i ilość energii z trigeneracji

Dobór instalacji fotowoltaicznej

1. Założenia wstępne

Instalacja fotowoltaiczna będzie miałą taką wielkość, aby uzysk energii z instalacji wystarczył na pokrycie zapotrzebania na energię elektryczną do zasilania pomp ciepła. Instalacja będzie usytuowana na terenie.

Zapotrzebowanie na energię:

c.o.	5678,18	GJ/rok

energia do wytworzenia z pomp ciepła (55% energii cieplnej będzie wytwarzanie z pomp ciepła - przy czym przynajmniej 47% na ten cel energii będzie pochodzić z instalacji fotowoltaicznej)	1201,15	GJ/rok
planowana ilość energii z instalacji fotowoltaicznej	**564,54**	GJ/rok
	156817,26	kWh/rok

2. Dobór instalacji

Warunki klimatyczne w lokalizacji inwestycji pozwalaja na uzysk energii z instalacji fotowoltaicznej na poziomie 1050 kWh/kWp

zatem

zapotrzebowanie na energię elektryczną	156817,26	kWh/rok
jednostkowy uzysk z instalacji	1050	kWh/kWp
moc instalacji fotowoltaicznej (3 instalacje po 50 kWp każda)	**149,35**	**kWp**

Zgodnie z danymi producentów paneli fotowoltaicznych - taka instalacja będzie miała powierzchnię ok.1015 m2 (597 paneli).

Instalacja przeznaczona jest do wytwarzania prądu przemiennego oraz połączona jest z siecią energetyczną. Zestaw nie posiada urządzeń magazynujących energię. Jest ona spożytkowana przez użytkownika lub odbierana przez sieć energetyczną. Produkowana energia niewykorzystana przez użytkownika, rejestrowana jest przez licznik dwukierunkowy i dostarczana jest do sieci. System jest bezobsługowy, nie wymaga nadzoru użytkownika.

Zakłada się montaż instalacji fotowoltaicznej w terenie na konstrukcji czteropanelowej (rysunek poniżej)

Konstrukcja wolnostojąca przeznaczona do mocowania paneli fotowoltaicznych w układzie horyzontalnym, opierająca się na stalowych podporach wbijanych w podłoże.

Szkieletowa konstrukcja z profili aluminiowych umożliwia montaż trzech lub czterech rzędów paneli fotowoltaicznych, nachylonych do podłoża pod kątem 15-36°.

3. Trigeneracja

1. w okresie grzewczym zakłada się, że 15% ciepła będzie wytwarzane z trigeneracji, zatem:

zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym	5678,18	GJ/rok
ilość ciepła wytworzone w trigeneracji	851,727	GJ/rok
ilość energii elektrycznej wytworzonej w okresie grzewczym w ukladzie trigenergacji (sprawność elektryczna 35%	**298,1045**	GJ/rok

2. ilość energii w sezonie chłodnicznym

zapotrzebowanie na chłód (założono - moc chłodnicza układu 170 kW, ilość dni w sezonie chłodniczym 90, ilość godzin pracy /dzień 4)	220,32	GJ/rok
ilość energii wytworzonej z trigenergacji w sezonie	**77,112**	GJ/rok

całkowity uzysk energii elektrycznej z trigeneracji wynosi : **375,22** GJ/rok

Załącznik Nr 7

Obliczenia udziału OZE i wskaźnika EP

1. Wyznaczanie udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową w budynku lub części budynku

Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową wyznacza się według wzoru:

$$Uoze = (Q_{kH,oze} + Q_{kw,\ oze} + Q_{kc\ oze} + Q_{k,L,\ oze} + E_{pom\ oze})/Q_k * 100\%$$

gdzie:

Qk,H,oze - roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania zapewniane przez odnawialne źródła energii*)
Qk,W,oze roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej zapewniane przez odnawialne źródła energii**)
Qk,C,oze roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia zapewniane przez odnawialne źródła energii***)
Qk,L,oze roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia zapewniane przez odnawialne źródła energii
Eel,pom,oze roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych zapewniane przez odnawialne źródła energii
Qk roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych

(*)W przypadku pomp ciepła o wartości $\eta_{H,g}$ większej od 1 wyznacza się według wzoru:

$$Q_{k,Hoze} = Q_{k,H} * (1-1/\eta_{H,g})$$

(**)W przypadku pomp ciepła o wartości h H,g większej od 1 wyznacza się według wzoru:

$$Q_{k,woze} = Q_{k,w} * (1-1/\eta_{w,g})$$

zatem:

Qkh,oze =		1538,20	GJ/rok	
	Uoze =	**0,00%**		stan istniejący
	Uoze =	**34,88%**		stan projektowany

2. Enegia pierwotna

wskaźnik nakładu energii pierwotnej wi :

1,1	kocioł węglowy
3	energia elektryczna
1,1	gaz ziemny
0	energia elektryczna - fotowoltaika, energia słoneczna

Energia pierwotna = Energia końcowa * wi

	stan istniejący	stan projektowany
Energia końcowa - c.o. [kWh/rok]	1228222,22	954472,22

Energia końcowa - c.w.u. [kWh/rok]	529361,11	270555,56
Energia pierwotna - c.o. [kWh/rok]	2634536,67	1397353,10
Energia pierwotna - c.w.u [kWh/rok]	582297,22	550580,56
Energia z trigeneracji [kWh]		104226,79
Energia pierwotna - całkowita [kWh/rok]	3216833,89	1947933,66
Wskaźnik EP - c.o.	318,97	169,18
Wskaźnik EP - c.w.u.	70,50	66,66
Wskaźnik EP - całkowity	**389,47**	**250,27**

z uwzględnieniem energii elektrycznej pozyskanej z trigeneracji

3. Emisja CO_2

	stan istniejący	stan projektowany
Energia końcowa c.o. -	1989,72	**1202,64**
Energia końcowa c.o. - energia elektryczna [GJ/rok]	2431,88	1345,23
Energia z trigeneracji - energia elektryczna [GJ/rok]		375,22
Energia elektryczna c.o. z uwzględnieniem trigeneracji [GJ/rok]		**970,02**
Energia końcowa c.w.u. - gaz[GJ/rok]	1905,7	**340,9**
Energia końcowa c.w.u. - en. el [GJ/rok]		**535,7**
Wskaźnik emisji gaz [kg/GJ]	55,54	55,54
Wskaźnik emisji en. el [kg/GJ]	216,11	216,11
Emisja CO2 [kg]	741905,21	411128,37
Redukcja emisji CO2 [kg] /[%]	**330776,84**	
	44,58%	