

ZGROMADZENIE MISJONARZY ŚWIĘTEJ RODZINY DOM ZAKONNY BĄBLIN

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego
do realizacji w trybie Ustawy z dnia
21 listopada 2008 r.**

Adres budynku	Bąblin 5 kod: 64-600 powiat: gmina: województwo:	miejsowość: Bąblin obornicki Oborniki wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy: nr opracowania:	Wiesław Słomowicz mgr inż. 01/O/DZB/2017

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku			
1.	Dane identyfikacyjne budynku		
1.1. Rodzaj budynku	Dom Zakonny	1.2. Rok ukończenia budowy	1935
1.3. Inwestor	Zgromadzenie Misjonarzy Świętej Rodziny Dom Zakonny Bąblin Bąblin 5, 64-600 Oborniki	1.4. Adres budynku	Bąblin 5 64-600 Oborniki woj. wielkopolskie
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt NOVPOL - Projektowanie i wykonawstwo REGON: 300187992 61-680 Poznań, ul. Jaspisowa 1			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż. Wiesław Słomowicz, ul. Jaspisowa 3, 61-680 Poznań Lista Ministerstwa Infrastruktury, nr ZAE 219			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu	
1	Małgorzata Kaszuba	przygotowanie danych do obliczeń zapotrzebowania	
2	mgr inż. Magdalena Słomowicz	sprawdzenie opracowania	
3	mgr inż. Sławosz Słomowicz	obliczenia zapotrzebowania ciepła i mocy	
4			
5.	Miejscowość Poznań	Data wykonania opracowania	październik 2017 r.
6. Spis treści			
1.	Strona tytułowa		
2.	Karta audytu energetycznego		
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		
5.	Ocena stanu technicznego budynku		
6.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
7.	Opis wariantu optymalnego		

2. Karta audytu energetycznego budynku			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	2 i 3	2 i 3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9 150	9 150
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	2 452,3	2 452,3
5.	Powierzchnia użytkowa części ogrzewanej [m ²]	2 452,3	2 452,3
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych [m ²]	-	-
7.	Liczba mieszkań	-	-
8.	Liczba osób użytkujących budynek	80	80
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	zasobniki w kotłowni	zasobniki w kotłowni i kolektory słoneczne
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kotłownia węglowa	kotłownia węglowa
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,52	0,52
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne gruntu	0,71	0,23
2.	Ściany zewnętrzne piwnic	1,14	0,22
3.	Ściany zewnętrzne	1,41	0,23
4.	Dach I	2,94	0,18
5.	Dach II	0,17	0,17
6.	Daszek płaski	1,18	0,18
7.	Taras T1	1,52	0,30
8.	Taras T2	1,41	0,44
9.	Taras - parter	2,22	0,57
10.	Podłoga na gruncie I	1,04	0,29
11.	Podłoga na gruncie II	0,29	0,29
12.	Okna	2,6/2,2/1,8/1,5	1,1/1,5
13.	Witraże	2,2	2,2
14.	Drzwi zewnętrzne	2,6/1,5	1,5
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,90	0,90
2.	Sprawność przesyłania	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,857	0,877
4.	Sprawność akumulacji	0,98	0,98
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,85	0,85
6.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w ciągu doby	0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,80	0,80
2.	Sprawność przesyłania	0,70	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	grawitacyjna/mechaniczna	grawitacyjna/mechaniczna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	3 295	3 210
4.	Liczba wymian [l/h]	-	-

6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	196,70	95,00
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	68,63	68,63
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	839,50	104,50
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	934,32	113,64
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu [GJ/rok]	553,12	457,07
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]	95,10	11,84
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	105,84	12,87
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	16,83
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie * [zł]	46,50	46,50
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł]	0,00	0,00
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]	18,42	15,22
4.	Koszt za 1 GJ ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej [zł/GJ]	46,50	46,50
5.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	0,00	0,00
6.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	1,48	0,18
7.	Inne - opłata abonamentowa na miesiąc [zł]	0,00	0,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	1 895 850,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	61,63
Planowane koszty całkowite [zł]	1 895 850,00	Premia termomodernizacyjna [zł]	85 256,00
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	42 628,00		

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

3.1. Dokumentacja i wytyczne projektowe:

Inwentaryzacja budowlana budynku wykonana przez: Pracownia Architektury "APPIA", Poznań.

"Remont, termomodernizacja, przebudowa i nadbudowa oraz zmiana sposobu użytkowania części pomieszczeń" wykonana przez: Pracownia Architektury "APPIA", Poznań.

Projekt wykonawczy "Instalacje wewnętrzne grzewcze" wykonany przez: Marzena Strzyżewska i Wojciech Ratajczak.

Projekt wykonawczy "Wentylacja mechaniczna i klimatyzacja" wykonany przez: Piotr Bączkiewicz i Wojciech Ratajczak.

3.2. Inne dokumenty

Faktury za zużyty energię,

Plan sytuacyjny,

Wykaz przeprowadzonych usprawnień i prac remontowych,

Zestawienie planowanych kosztów termomodernizacji budynków,

Zestawienie dotyczące kosztów eksploatacyjnych obiektu,

Wysokości aktualnych stawek opłat za zużycie 1 GJ ciepła,

Obowiązujące aktualnie przepisy budowlane, normy, katalogi, cenniki lokalnych firm budowlano-instalacyjnych, materiały Zrzeszenia Audytorów Energetycznych dotyczące przedmiotowego zagadnienia,

3.3. Osoby udzielające informacji

Administracja budynku

3.4. Data wizji lokalnej

11.10.2017 r.

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

- uzyskanie parametrów termicznych modernizowanych przegród zgodnie z WT 2017
- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie funduszy z programów wspomagających termomodernizację budynków

3.6. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać kwoty: 0,00 zł

3.7. Zadeklarowana maksymalna wysokość kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora

Kredyt zaciągnięty przez inwestora nie powinien przekraczać kwoty: 1 900 000,00 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku			
Własność	prywatna	spółdzielcza	miasta
Przeznaczenie budynku	zamieszkania zbiorowego	mieszk.-usługowy	użyteczności publicznej
Osiedle			
Adres	Bąblin 5, 64-600 Oborniki		
Budynek	wolnostojący bliźniak	segment w zabudowie szeregowej Dom Zakonny	

Rok budowy	1935		Rok zasiedlenia	-	
Technologia budynku	UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	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, jaka:				
1	Powierzchnia zabudowy [m ²]	863,4	11	Liczba klatek schodowych	2
2	Kubatura budynku [m ³]	11 080	12	Liczba kondygnacji	2 i 3
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy [m ³]	9 150	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,70; 2,85; 2,60; 2,30
4	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń [m ²]	2 452,3	14	Liczba użytkowników	80
5	Powierzchnia ruchu [m ²]	-	15	Liczba mieszkań	-
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-	16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	-
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy: suszarnie, pralnie [m ²]	-	17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	-
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	-	18	Liczba mieszkań o powierzchni >100 m ²	-
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	2 452,3	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-

4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o dwóch i trzech kondygnacjach nadziemnych, z podpiwniczeniem, zbudowany w technologii tradycyjnej, ze ścianami z cegły ceramicznej pełnej o grubości 38 cm. Ściany piwnic zbudowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości 51 cm

Dach I budynku o konstrukcji drewnianej, pokryty blachą.

Dach II budynku o konstrukcji drewnianej, pokryty blachą. Dodatkowo w latach ubiegłych dach II docieplono wełną mineralną o grubości 24 cm.

Daszek płaski składa się ze stropu Akermana o grubości 22 cm, izolacji pierwotnej o grubości 2 cm, warstwy wykończeniowej z papy.

Taras T1 (południowy) składa się ze stropu masywnego o grubości 32 cm, warstwy wykończeniowej.

Taras T2 (północny) składa się ze stropu masywnego o grubości 36 cm, warstwy wykończeniowej.

Taras parteru składa się ze stropu masywnego o grubości 16 cm, warstwy wykończeniowej.

Okna w budynku zostały częściowo wymienione w latach ubiegłych. Są to okna z tworzywa sztucznego o średnim współczynniku przenikania $U=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Pozostałe okna w budynku są drewniane, skrzynkowe, drewniane dwuszybowe oraz z profilami z tworzywa, dwuszybowe i okna - witraże.

Okna w budynku drewniane, skrzynkowe, oszklone podwójnie, o dużym stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania okien ocenia się na $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Okna w budynku drewniane dwuszybowe, o średnim stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania okien ocenia się na $U=2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Okna w budynku są z profilami z tworzywa, oszklone podwójnie, o średnim stopniu zużycia. Wartość współczynnika przenikania okien ocenia się na $U=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Okna - witraże o średnim stopniu zużycia, nie podlegają wymianie ze względu na ich artystyczny charakter. Wartość współczynnika przenikania okien ocenia się na $U=2,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Drzwi w budynku zostały częściowo wymienione w latach ubiegłych. Są to drzwi o średnim współczynniku przenikania $U=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Pozostałe drzwi w budynku są stare. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych planowanych do termomodernizacji:

L.p	Opis	Pow. całk. m ²	Pow. do obl. strat ciepła m ²	U W/(m ² K)
1	Ściany zewnętrzne gruntu	93,80	91,30	0,71
2	Ściany zewnętrzne piwnic	337,00	332,70	1,14
3	Ściany zewnętrzne	1 491,00	1 482,30	1,41
4	Dach I	536,20	529,70	2,94
5	Daszek płaski	3,80	3,60	1,18
6	Taras T1	38,54	38,22	1,52
7	Taras T2	18,94	18,61	1,41
8	Taras - parter	54,91	52,80	2,22
9	Podłoga na gruncie I	519,00	511,20	1,04
10	Stare okna skrzynkowe	74,40	74,40	2,60
11	Stare okna drewniane	17,28	17,28	2,20
12	Stare okna z profilami z tworzywa	36,52	36,52	1,80
13	Stare drzwi zewnętrzne	19,41	19,41	2,60

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie ist.
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	q_{moc} [kW] 196,7
2.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 839,5
3.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	[kWh/m ² a] 95,1
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ] 934,3
5.	Taryfa opłat (z VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) - co miesięcznie	zł/MW 0,00
	opłata zmienna	zł/GJ 46,50
	opłata abonamentowa (miesięcznie)	zł 0,00
	cena ciepła z węgla	zł/GJ 46,50
	cena ciepła na przygotowanie c.w.u. z węgla	zł/GJ 46,50

4.d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Sposób ogrzewania	Ciepło dostarczane z kotłowni węglowej. Instalacja dwuprzewodowa z rozdzielaczem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70
3.	Przewody w instalacji	stalowe, czarne spawane oraz z tworzywa
4.	Rodzaje grzejników	płytowe-konwektorowe, żeliwne członowe
5.	Oslonięcie grzejników	częściowo
6.	Zawory termostatyczne	tak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_{H,g} = 0,90$ $\eta_{H,d} = 0,96$ $\eta_{H,e} = 0,857$ $\eta_{H,s} = 0,98$ $\eta = 0,726$
8.	Ogrzewanie w tygodniu i na dobę	Oslabienie nocne i weekendowe
9.	Modernizacja instalacji	Przeprowadzono kompleksową modernizację kotłowni, wymieniono część grzejników wraz z termostaworami

4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowana w zasobnikowych podgrzewaczach w kotłowni
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	brak danych

4.f. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna/mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	3 295

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

5.2. System grzewczy

Kocioł węglowy zasilający budynek zamontowany jest w budynku. Istniejąca wewnętrzna instalacja c.o. reaguje w sposób niezadowolający na zmiany temperatury zewnętrznej. Izolacja przewodów rozprowadzających w średnim stanie. Istniejące stare grzejniki charakteryzują się słabą sprawnością wykorzystania ciepła. Istniejące stare zawory termostacyjne uniemożliwiają prawidłową regulację temperatury w poszczególnych pomieszczeniach ponieważ większość jest niesprawna.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Ciepła woda przygotowywana jest w zasobnikach w kotłowni.

5.4 System wentylacji

Wentylacja grawitacyjna i mechaniczna.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m^2K] Ściany zewnętrzne gruntu $U = 0,71$ Ściany zewnętrzne piwnic $U = 1,14$ Ściany zewnętrzne $U = 1,41$ Dach I $U = 2,94$ Daszek płaski $U = 1,18$ Taras T1 $U = 1,52$ Taras T2 $U = 1,41$ Taras - parter $U = 2,22$ Podłoga na gruncie I $U = 1,04$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian zewnętrznych $U \leq 0,23 W/m^2K$ - dla dachu $U \leq 0,18 W/m^2K$ - dla tarasu $U \leq 0,18 W/m^2K$ - dla podłogi na gruncie $U \leq 0,30 W/m^2K$
2	Stare okna. Okna są w średnim i złym stanie technicznym, o współczynnik $U = 2,6/2,2/1,8$	Zaleca się wymianę starych okien na energooszczędne
3	Stare drzwi. Drzwi są w średnim stanie technicznym, o współczynniku $U = 2,6$	Zaleca się wymianę starych drzwi na energooszczędne
4	Wentylacja W pomieszczeniach występuje nadmierny napływ powietrza zewnętrznego przez nieszczelności w starych oknach i drzwiach	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez zamontowanie nowych okien i drzwi zewnętrznych w budynku
5	Instalacja ciepłej wody użytkowej - cwu przygotowywana w zasobnikach w kotłowni	Możliwe oszczędności poprzez modernizację instalacji c.w.u.
6	System grzewczy - kotłownia węglowa	Możliwe oszczędności poprzez modernizację instalacji c.o.

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

6.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne gruntu	Ocieplenie ścian z gruntem - styrodur
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne piwnic	Ocieplenie ścian piwnic - metoda BSO - styropian lub wełna mineralna
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda BSO - styropian lub wełna mineralna
4.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dach I	Ocieplenie dachu - wełna mineralna
5.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez daszek płaski	Ocieplenie daszku płaskiego - styropian
6.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez taras T1	Ocieplenie tarasu T1 - styropian
7.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez taras T2	Ocieplenie tarasu T2 - styropian
8.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez taras parteru	Ocieplenie tarasu parteru - styropian
9.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez podłogę na gruncie	Termomodernizacja podłogi na gruncie - ocieplenie styropianem
10.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez stare okna skrzynkowe w budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych okien skrzynkowych w budynku
11.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez stare okna drewniane w budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych okien drewnianych w budynku
12.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez stare okna z profilami z tworzywa w budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych okien z profilami z tworzywa w budynku
13.	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez stare drzwi zewnętrzne w budynku oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych drzwi w budynku
14.	Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej	Zamontowanie układu kolektorów słonecznych wraz z oprzyrządowaniem, zamontowanie dodatkowych zbiorników akumulacyjnych
15.	Modernizacja instalacji c.o.	Montaż nowego orurowania, nowych grzejników oraz przygrzejnikowych zaworów termostatycznych

6.2. 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 drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia dotyczącego zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termomodernizacji	jedn.
t_{wo1} - pomieszczenia ogrzewane	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{wo2} - poddasze nieogrzewane	-14,2	-14,2	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-18,0	-18,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{go}	2,5	2,5	$^{\circ}\text{C}$
S_d dla t_{wo1}	3774	3774	dzień·K·a
S_d dla t_{wo2}	435	435	dzień·K·a
S_d dla t_{wogo}	296	296	dzień·K·a
O_{0m}, O_{1m}	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
O_{0z}, O_{1z} ogrzewanie	46,50	46,50	zł/GJ
O_{0z}, O_{1z} ciepła woda	46,50	46,50	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	0,00	0,00	zł/m-c

6.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne gruntu		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat A = 91,30 m ² powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia A_{koszt} = 93,80 m ²						
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styroduru o współczynniku przewodności $\lambda = 0,034$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania $U \leq 0,23$ W/(m ² K) wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,94	3,53	4,12
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,41	4,35	4,94	5,53
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	21,1	6,8	6,0	5,4
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,002	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		665	703	732
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		313,00	331,00	349,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		29 359	31 048	32 736
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		44,17	44,19	44,70
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,71	0,23	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych. W cenie jednostkowej mieszczą się: -naprawa ścian i przygotowanie podłoża pod ocieplenie -wszystkie elementy systemu ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi						
Wybrany wariant: 1		Koszt 29 359,00 zł	SPBT= 44,17 lat			

6.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga		
				Ściany zewnętrzne piwnic		
<p>Dane: powierzchnia przełogi do obliczania strat A = 332,70 m² powierzchnia przełogi do obliczania kosztu usprawnienia A_{koszt} = 337,00 m²</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu lub wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania $U \leq 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu ciepłego ΔR	m ² K/W		3,66	4,15	4,63
3	Opór ciepły R	m ² K/W	0,88	4,54	5,02	5,51
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	123,7	23,9	21,6	19,7
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,014	0,003	0,003	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		4 639	4 747	4 835
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		302,00	316,00	330,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		101 774	106 492	111 210
9	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	lata		21,94	22,44	23,00
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,14	0,22	0,20	0,18
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg średnich cen na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}). W cenie jednostkowej mieszczą się: -naprawa ścian i przygotowanie podłoża pod ocieplenie, wraz ze skuciem odparzonych fragmentów tynku -wszystkie elementy systemu ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi</p>						
Wybrany wariant: 1		Koszt	101 774,00 zł	SPBT=	21,94 lat	

6.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 1482,30 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 1491,00 \text{ m}^2$						
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu lub wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,041 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania $U \leq 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		3,66	4,15	4,63
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,71	4,37	4,86	5,34
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	681,5	110,7	99,5	90,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,079	0,013	0,012	0,011
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}) +$ $+12(y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		26 544	27 061	27 484
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/ m^2		312,00	326,00	340,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		465 192	486 066	506 940
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		17,53	17,96	18,44
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,41	0,23	0,21	0,19
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m^2 wg średnich cen na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt}). W cenie jednostkowej mieszczą się: -naprawa ścian i przygotowanie podłoża pod ocieplenie, wraz ze skuciem odparzonych fragmentów tynku -wszystkie elementy systemu ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi						
Wybrany wariant: 1		Koszt 465 192,00 zł	SPBT=	17,53 lat		

6.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach I		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 529,70 \text{ m}^2$ powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{koszt}} = 536,20 \text{ m}^2$						
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania $U \leq 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,24	0,26	0,28
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		5,33	5,78	6,22
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,34	5,67	6,12	6,56
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	58,5	3,5	3,3	3,0
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,059	0,004	0,003	0,003
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		2 558	2 570	2 581
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		194,00	206,00	218,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		104 023	110 457	116 892
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		40,66	42,97	45,30
10	U_0, U_1	W/m ² K	2,94	0,18	0,16	0,15
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu. Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia. (w tym prace i materiały pomocnicze związane z zabezpieczeniem ocieplenia przed zawilgoceniem).						
Wybrany wariant: 1		Koszt 104 023,00 zł	SPBT=	40,66 lat		

6.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Daszek płaski		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 3,60 m ² A_{koszt} = 3,80 m ²		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie daszku warstwą styropianu o współczynnika przewodności $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości współczynnika przenikania $U \leq 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,74	5,26	5,79
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,85	5,58	6,11	6,64
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	1,4	0,2	0,2	0,2
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		55	55	56
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		280,00	292,00	304,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		1 064	1 110	1 155
9	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		19,47	20,01	20,56
10	U₀, U₁	W/m ² K	1,18	0,18	0,16	0,15
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni daszku. Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia. (w tym prace i materiały pomocnicze związane z zabezpieczeniem ocieplenia przed zawilgoceniem).						
Wybrany wariant: 1		Koszt	1 064,00 zł	SPBT=	19,47 lat	

6.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Taras T1		
Dane:		powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	38,22 m ²		
		powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A _{koszt} =	38,54 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie tarasu warstwą styropianu umieszczonego w warstwach zewnętrznych, o współczynniku przewodności λ= 0,038 W/mK.						
Rozpatruje się jeden wariant:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, która jest możliwa do wykonania						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,10		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		2,63		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,66	3,29		
4	Q _{0u} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _c	GJ/a	18,9	3,8		
5	q _{0u} , q _{1u} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,002	0,000		
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0u} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1u} ·O _{1z}) + +12(y ₀ ·q _{0u} ·O _{0m} - y ₁ ·q _{1u} ·O _{1m}) + 12(Ab ₀ - Ab ₁)	zł/a		705		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		440,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		16 958		
9	SPBT= N _u /ΔO _{ru}	lata		24,06		
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,52	0,30		
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen na rynku lokalnym.						
Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni tarasu.						
Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia.						
(w tym prace i materiały pomocnicze związane z zabezpieczeniem ocieplenia przed zawilgoceniem).						
Uwaga.						
Ze względu na techniczne możliwości wykonania rozpatruje się jeden wariant ocieplenia.						
Wybrany wariant: 1		Koszt	16 958,00 zł	SPBT=	24,06 lat	

6.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Taras T2		
Dane:				A	=	18,61 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A_{koszt}	=	18,94 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie tarasu warstwą styropianu umieszczonego w warstwach zewnętrznych, o współczynniku przewodności $\lambda = 0,038$ W/mK.						
Rozpatruje się jeden wariant:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, która jest możliwa do wykonania						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,06		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		1,58		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,71	2,29		
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	8,6	2,7		
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,001	0,000		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		275		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		436,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		8 258		
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		30,08		
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,41	0,44		
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg cen na rynku lokalnym.						
Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni tarasu.						
Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia.						
(w tym prace i materiały pomocnicze związane z zabezpieczeniem ocieplenia przed zawilgoceniem).						
Uwaga.						
Ze względu na techniczne możliwości wykonania rozpatruje się jeden wariant ocieplenia.						
Wybrany wariant: 1		Koszt	8 258,00 zł	SPBT=	30,08 lat	

6.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie	Przegroda
	Taras - parter

Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat **A** = 52,80 m²
 powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia **A_{koszt}** = 54,91 m²

Opis wariantów usprawnienia

Przewiduje się ocieplenie tarasu warstwą styropianu umieszczonego w warstwach zewnętrznych, o współczynniku przewodności λ= 0,038 W/mK.

Rozpatruje się jeden wariant:

wariant 1: o grubości warstwy izolacji, która jest możliwa do wykonania

Lp.	Opis wariantu	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,05		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		1,32		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,45	1,77		
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_c$	GJ/a	38,2	9,7		
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_c$	MW	0,004	0,001		
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0u} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0u} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		1 324		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		434,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N _u	zł		23 831		
9	SPBT = N _u /ΔO _{ru}	lata		18,00		
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	2,22	0,57		

Podstawa przyjętych wartości N_u

Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe ocieplenia 1 m² wg cen na rynku lokalnym.
 Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni tarasu.
 Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia.
 (w tym prace i materiały pomocnicze związane z zabezpieczeniem ocieplenia przed zawilgoceniem).

Uwaga.

Ze względu na techniczne możliwości wykonania rozpatruje się jeden wariant ocieplenia.

Wybrany wariant: 1	Koszt 23 831,00 zł	SPBT= 18,00 lat
---------------------------	---------------------------	------------------------

6.2.9. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Podłoga na gruncie I		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				$A = 511,20 \text{ m}^2$ $A_{\text{koszt}} = 519,00 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie warstw podłogowych z zastosowaniem styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości przenikania $U \leq 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariacie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 1 cm większej niż w wariacie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej g	m		0,10	0,11	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$		2,50	2,75	3,00
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,96	3,46	3,71	3,96
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	13,6	3,8	3,5	3,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,009	0,003	0,002	0,002
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		457	468	479
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		494,00	519,00	549,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		256 386	269 361	284 931
9	SPBT = $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		561,49	575,01	595,11
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,04	0,29	0,27	0,25
Podstawa przyjętych wartości N_U Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m ² wg cen występujących na rynku lokalnym. Koszt usprawnień stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni podłogi. Cena jednostkowa zawiera wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 256 386,00 zł		SPBT = 561,49 lat		

6.2.10. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych okien skrzynkowych		
<p>Dane: pow. starych okien: $A_{ok1} = 74,40 \text{ m}^2$ pow. nowych okien: $A_{ok2} = 74,40 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 750 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U:</p> <p>wariant 1: $U = 1,10$ wariant 2: $U = 1,00$ wariant 3: $U = 0,90$</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	2,60	1,10	1,00	0,90
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,30	1,00	1,00
		Cm	-	1,50	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	63,1	26,7	24,3	21,8
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	108,2	83,2	83,2	83,2
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	171,3	109,9	107,5	105,1
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0074	0,0031	0,0028	0,0025
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0145	0,0097	0,0097	0,0097
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0219	0,0128	0,0125	0,0122
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		2 853	2 966	3 079
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		100 440	107 136	113 832
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		35,20	36,10	37,00
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m² wg średnich cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych okien.</p> <p>Koszt modernizacji:</p> <p>wariant 1: wymiana $74,4 \text{ m}^2 \cdot 1350,0 \text{ zł/m}^2 = 100 440 \text{ zł}$ wariant 2: wymiana $74,4 \text{ m}^2 \cdot 1440,0 \text{ zł/m}^2 = 107 136 \text{ zł}$ wariant 3: wymiana $74,4 \text{ m}^2 \cdot 1530,0 \text{ zł/m}^2 = 113 832 \text{ zł}$</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 100 440,0 zł		SPBT= 35,20 lat		

6.2.11. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych okien drewnianych		
<p>Dane: pow. starych okien: $A_{ok1} = 17,28 \text{ m}^2$ pow. nowych okien: $A_{ok2} = 17,28 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 170 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U:</p> <p>wariant 1: $U = 1,10$ wariant 2: $U = 1,00$ wariant 3: $U = 0,90$</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	2,20	1,10	1,00	0,90
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,30	1,00	1,00
		C_m	-	1,50	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	12,4	6,2	5,6	5,1
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	24,5	18,9	18,9	18,9
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	36,9	25,1	24,5	23,9
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0014	0,0007	0,0007	0,0006
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0033	0,0022	0,0022	0,0022
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0047	0,0029	0,0029	0,0028
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		551	578	604
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		23 328	24 883	26 438
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		42,30	43,10	43,80
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m² wg średnich cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych okien.</p> <p>Koszt modernizacji:</p> <p>wariant 1: wymiana $17,3 \text{ m}^2 \cdot 1350,0 \text{ zł/m}^2 = 23 328 \text{ zł}$ wariant 2: wymiana $17,3 \text{ m}^2 \cdot 1440,0 \text{ zł/m}^2 = 24 883 \text{ zł}$ wariant 3: wymiana $17,3 \text{ m}^2 \cdot 1530,0 \text{ zł/m}^2 = 26 438 \text{ zł}$</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 23 328,0 zł	SPBT= 42,30 lat			

6.2.12. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych okien z profilami z tworzywa		
<p>Dane: pow. starych okien: $A_{ok1} = 36,52 \text{ m}^2$ pow. nowych okien: $A_{ok2} = 36,52 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 350 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących okien na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U:</p> <p>wariant 1: $U = 1,10$ wariant 2: $U = 1,00$ wariant 3: $U = 0,90$</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m^2K	1,80	1,10	1,00	0,90
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,30	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	21,4	13,1	11,9	10,7
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$	GJ/a	50,5	38,8	38,8	38,8
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	71,9	51,9	50,7	49,6
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0025	0,0015	0,0014	0,0012
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0068	0,0045	0,0045	0,0045
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0093	0,0060	0,0059	0,0057
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		929	985	1 040
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		49 302	52 589	55 876
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		53,00	53,40	53,70
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u</p> <p>Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m^2 wg średnich cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych okien.</p> <p>Koszt modernizacji:</p> <p>wariant 1: wymiana $36,5 \text{ m}^2 \cdot 1350,0 \text{ zł/m}^2 = 49 302 \text{ zł}$ wariant 2: wymiana $36,5 \text{ m}^2 \cdot 1440,0 \text{ zł/m}^2 = 52 589 \text{ zł}$ wariant 3: wymiana $36,5 \text{ m}^2 \cdot 1530,0 \text{ zł/m}^2 = 55 876 \text{ zł}$</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	49 302,0 zł	SPBT=	53,00 lat	

6.2.13. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana starych drzwi		
<p>Dane: pow. starych drzwi: $A_{ok1} = 19,41 \text{ m}^2$ pow. nowych drzwi: $A_{ok2} = 19,41 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,0$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Usprawnienie obejmuje wymianę istniejących drzwi na szczelniejsze, o lepszych współczynnikach U: wariant 1: $U = 1,50$ wariant 2: $U = 1,40$ wariant 3: $U = 1,30$</p>						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	2,60	1,50	1,40	1,30
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,00	1,00	1,00
		C_m	-	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	16,5	9,5	8,9	8,2
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	28,8	22,2	22,2	22,2
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	45,3	31,7	31,1	30,4
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0019	0,0011	0,0010	0,0010
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0039	0,0026	0,0026	0,0026
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0058	0,0037	0,0036	0,0036
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw} = (x_0 \cdot Q_0 \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_1 \cdot O_{1z}) + 12(y_0 \cdot q_0 \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_1 \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$	zł/rok		633	663	692
10	Koszt wymiany drzwi N_{ok}	zł		67 935	71 817	75 699
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		107,30	108,40	109,40
<p>Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe 1 m² wg średnich cen na rynku lokalnym. Cena zawiera demontaż starych i montaż nowych drzwi. Koszt modernizacji: wariant 1: wymiana 19,4 m² * 3500,0 zł/m² = 67 935 zł wariant 2: wymiana 19,4 m² * 3700,0 zł/m² = 71 817 zł wariant 3: wymiana 19,4 m² * 3900,0 zł/m² = 75 699 zł</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 67 935,00 zł		SPBT= 107,30 lat		

6.2.14. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zużycia energii na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dane: $q_{ocw} = 68,63 \text{ kW}$
 $Q_{ocw} = 263,28 \text{ GJ}$ bez uwzględniania sprawności systemu przygotowania ciepłej wody

Przyjęto następujące składniki sprawności sytemu przygotowania ciepłej wody użytkowej:

1. $\eta_{W,g}$ średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku
2. $\eta_{W,d}$ średnia sezonowa sprawność transportu ciepłej wody w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią)
3. $\eta_{W,s}$ średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią)
4. $\eta_{W,e}$ średnia sezonowa sprawność wykorzystania

Dla omawianego budynku powyższe sprawności wynoszą odpowiednio:

$\eta_{W,g} = 0,80$ Kotły węglowe. Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$ została określone na podstawie danych producenta kotła
 $\eta_{W,d} = 0,70$ Centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
 $\eta_{W,s} = 0,85$ Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005
 $\eta_{W,e} = 1,00$ Przyjmuje się 1,0

Opis modernizacji:

Planuje się montaż dodatkowych zbiorników akumulacyjnych oraz zastosowanie instalacji solarnej wspomaganą istniejącym układem produkcji ciepłej wody. Do obliczeń przyjmuje się 17,4% pokrycie zapotrzebowania na ciepło przy pomocy układu solarnego.

Po modernizacji sprawności wyniosą odpowiednio:

$\eta_{W,g} = 0,80$ Kotły węglowe. Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$ została określone na podstawie danych producenta kotła
 $\eta_{W,d} = 0,70$ Centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
 $\eta_{W,s} = 0,85$ Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005
 $\eta_{W,e} = 1,00$ Przyjmuje się 1,0

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji	
1.	Energia konwencjonalna	-	energia z węgla	energia z węgla	
2.	Rodzaj kolektorów	-	-	Tradycyjne	Vitosol 200-FM
3.	Stopień pokrycia potrzeb	-	0,00	17,4%	17,4%
4.	Koszt inwestycji	zł/m ²	0,00	2 980,00	3 980,00
5.	Uzysk słoneczny	kWh/m ² /rok	0,00	380	575
6.	Zapotrzebowanie ciepła z energii konwencjonalnej	GJ/a	553,12	457,07	457,07
7.	Zapotrzebowanie ciepła z energii słonecznej	GJ/a	0,00	96,05	96,05
8.	Powierzchnia kolektorów	m ²	0,00	70,21	46,40
9.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	25 719,98	21 253,74	21 253,74
	Oszczędność	zł/a		4 466,24	4 466,24
10.	Koszt modernizacji	zł		209 231,00	184 650,00
11.	SPBT	lata		46,85	41,34

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Przyjęto szacunkowe ceny jednostkowe wg średnich cen na rynku lokalnym.

KOSZT	184 650,00 zł	SPBT	41,34 lat
--------------	---------------	-------------	-----------

6.2.15. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	465 192,00	17,53
2	Ocieplenie tarasu - parter	23 831,00	18,00
3	Ocieplenie daszku płaskiego	1 064,00	19,47
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic	101 774,00	21,94
5	Ocieplenie tarasu - T1	16 958,00	24,06
6	Ocieplenie tarasu - T2	8 258,00	30,08
7	Wymiana starych okien skrzynkowych	100 440,00	35,20
8	Ocieplenie dachu I	104 023,00	40,66
9	Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej	184 650,00	41,34
10	Wymiana starych okien drewnianych	23 328,00	42,30
11	Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu	29 359,00	44,17
12	Wymiana starych okien z profilami z tworzywa	49 302,00	53,00
13	Wymiana starych drzwi zewnętrznych	67 935,00	107,30
14	Ocieplenie podłogi na gruncie I *)	256 386,00	561,49

*) Czas zwrotu jest tak długi, ponieważ koszt docieplenia jest bardzo wysoki (najpierw należy zdemontować istniejące warstwy posadzki, następnie wykonać odpowiednie zabezpieczenie przeciwwilgociowe, nałożyć projektowane ocieplenie, wykonać nowe warstwy podłogi oraz dokonać niezbędnych przeróbek drzwi, schodów, itd wynikających z podwyższenia poziomu podłogi), natomiast oszczędności energii są stosunkowo niewielkie.

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

Dane: $Q_{0co}= 839,50$ GJ/a $w_{t0}= 0,85$ $w_{d0}= 0,95$ $\eta_0= 0,726$
 $q_{0co}= 196,70$ kW

Przewiduje się następujące usprawnienia poprawiające sprawność systemu grzewczego:

Demontaż starego orurowania i starych grzejników, montaż nowego orurowania i nowych grzejników wraz z termostaworami

$$\Delta O_{rco} = (x_0 \cdot w_{t0} \cdot w_{d0} \cdot Q_{0co} \cdot O_{0z} / \eta_0 - x_1 \cdot c_{wt1} \cdot w_{d1} \cdot Q_{0co} \cdot O_{1z} / \eta_1) + 12(y_0 \cdot q_{0m} \cdot O_{0m} - y_1 \cdot q_{1m} \cdot O_{1m}) + 12(Ab_0 - Ab_1)$$

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła - bez zmiany	$\eta_g = 0,90$	$\eta_g = 0,90$
2	przesyłanie ciepła - bez zmiany	$\eta_d = 0,96$	$\eta_d = 0,96$
3	regulacja i wykorzystanie - zmiana	$\eta_e = 0,857$	$\eta_e = 0,877$
4	akumulacja ciepła - bez zmiany	$\eta_s = 0,98$	$\eta_s = 0,98$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta = 0,726$	$\eta = 0,743$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia - z osłabieniem weekendowym - bez zmiany	$w_t = 0,85$	$w_t = 0,85$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - z osłabieniem nocnym - bez zmiany	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,726	0,743
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	0,85	0,85
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	0,95	0,95
4	Oszczędność kosztów	zł/a		993,00
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		313 350,00
6	SPBT	lata		315,56

Koszty przyjęto wg średnich cen na rynku lokalnym i uwzględniono:

- prace przygotowawcze (demontaż starego orurowania i starych grzejników),
- zamontowanie nowego orurowania,
- zamontowanie nowych grzejników wraz z termostaworami: 127 sztuk.
- niezbędne prace budowlane.

Koszt : **313 350,00 zł** **SPBT= 315,56 lat**

6.3. Wybór optymalnego wariantu

Niniejszy rozdział obejmuje określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych, ocenę tych wariantów pod względem spełnienia wymagań ustawowych i wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

6.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Nr wariantu	Zakres
1	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2, Wymiana starych okien skrzynkowych, Docieplenie dachu I, Wymiana starych okien drewnianych, Docieplenie ścian zewnętrznych gruntu, Wymiana starych okien z profilami z tworzywa, Wymiana starych drzwi zewnętrznych, Docieplenie podłogi na gruncie I
2	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2, Wymiana starych okien skrzynkowych, Docieplenie dachu I, Wymiana starych okien drewnianych, Docieplenie ścian zewnętrznych gruntu, Wymiana starych okien z profilami z tworzywa, Wymiana starych drzwi zewnętrznych
3	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2, Wymiana starych okien skrzynkowych, Docieplenie dachu I, Wymiana starych okien drewnianych, Docieplenie ścian zewnętrznych gruntu, Wymiana starych okien z profilami z tworzywa
4	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2, Wymiana starych okien skrzynkowych, Docieplenie dachu I, Wymiana starych okien drewnianych, Docieplenie ścian zewnętrznych gruntu
5	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2, Wymiana starych okien skrzynkowych, Docieplenie dachu I, Wymiana starych okien drewnianych
6	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2, Wymiana starych okien skrzynkowych, Docieplenie dachu I
7	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2, Wymiana starych okien skrzynkowych
8	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1, Docieplenie tarasu - T2
9	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic, Docieplenie tarasu - T1
10	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego, Docieplenie ścian zewnętrznych piwnic
11	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter, Docieplenie daszku płaskiego
12	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych, Docieplenie tarasu - parter
13	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej, Docieplenie ścian zewnętrznych
14	Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej

UWAGA: rozpatruje się jednoczesną modernizację systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

6.3.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_0 = W_{d0} * Q_{0CO} / \eta_0 + Q_{uz.0CW} / \eta_0 \quad Q_1 = W_{d1} * Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{uz.1CW} / \eta_1$$

$$Q_{koń.0CW} = Q_{uz.0CW} / \eta_0 \quad Q_{koń.1CW} = Q_{uz.1CW} / \eta_1$$

$$q_0 = q_{0CO} + q_{0CW} \quad q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_z + q_0 * O_m * 12 \quad O_{1r} = Q_1 * O_z + q_1 * O_m * 12$$

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

Nr. war.	Q_{0CO}	q_{0CO}	η_0	Q_{0CW}	q_{0CW}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N
	Q_{1CO}	q_{1CO}	η_1	Q_{1CW}	q_{1CW}	Q_1	q_1	O_{1r}		
	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	839,50	196,70	0,726	553,12	68,63	1 487,44	265,33	69 166,00		
1	104,50	95,00	0,743	457,07	68,63	570,71	163,63	26 538,00	42 628,00	1 895 850,00
2	105,00	97,70	0,743	457,07	68,63	571,26	166,33	26 564,00	42 602,00	1 639 464,00
3	109,90	98,50	0,743	457,07	68,63	576,58	167,13	26 811,00	42 355,00	1 571 529,00
4	116,60	99,40	0,743	457,07	68,63	583,87	168,03	27 150,00	42 016,00	1 522 227,00
5	119,40	100,50	0,743	457,07	68,63	586,92	169,13	27 292,00	41 874,00	1 492 868,00
6	124,00	101,20	0,743	457,07	68,63	591,92	169,83	27 524,00	41 642,00	1 469 540,00
7	159,80	107,60	0,743	457,07	68,63	630,85	176,23	29 335,00	39 831,00	1 365 517,00
8	189,30	111,80	0,743	457,07	68,63	662,93	180,43	30 826,00	38 340,00	1 265 077,00
9	193,50	112,50	0,743	457,07	68,63	667,50	181,13	31 039,00	38 127,00	1 256 819,00
10	204,50	114,20	0,743	457,07	68,63	679,46	182,83	31 595,00	37 571,00	1 239 861,00
11	283,30	126,10	0,743	457,07	68,63	765,15	194,73	35 579,00	33 587,00	1 138 087,00
12	284,30	126,20	0,743	457,07	68,63	766,24	194,83	35 630,00	33 536,00	1 137 023,00
13	307,50	129,50	0,743	457,07	68,63	791,47	198,13	36 803,00	32 363,00	1 113 192,00
14	839,50	196,70	0,743	457,07	68,63	1 370,01	265,33	63 705,00	5 461,00	648 000,00

Uwaga: Współczynnik $w = w_t \times w_d = 0,85 \times 0,95 = 0,8080$ jest stały dla wszystkich wariantów.

W kolumnie 4 umieszczono iloczyn sprawności systemu grzewczego.

Do nakładów inwestycyjnych doliczono:

-koszt wykonania dokumentacji projektowej, niezbędnej do przeprowadzenia planowanej termomodernizacji w wysokości: 150.000 zł.

6.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Optymalna kwota kredytu [zł] [%]		Premia termomodernizacyjna		
							20 % kredytu [zł]	16 % kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	wariant 1	1 895 850,00	42 628,00	61,63	1 895 850,00	100,00	379 170,00	303 336,00	85 256,00
2	wariant 2	1 639 464,00	42 602,00	61,59	1 639 464,00	100,00	327 892,80	262 314,24	85 204,00
3	wariant 3	1 571 529,00	42 355,00	61,24	1 571 529,00	100,00	314 305,80	251 444,64	84 710,00
4	wariant 4	1 522 227,00	42 016,00	60,75	1 522 227,00	100,00	304 445,40	243 556,32	84 032,00
5	wariant 5	1 492 868,00	41 874,00	60,54	1 492 868,00	100,00	298 573,60	238 858,88	83 748,00
6	wariant 6	1 469 540,00	41 642,00	60,21	1 469 540,00	100,00	293 908,00	235 126,40	83 284,00
7	wariant 7	1 365 517,00	39 831,00	57,59	1 365 517,00	100,00	273 103,40	218 482,72	79 662,00
8	wariant 8	1 265 077,00	38 340,00	55,43	1 265 077,00	100,00	253 015,40	202 412,32	76 680,00
9	wariant 9	1 256 819,00	38 127,00	55,12	1 256 819,00	100,00	251 363,80	201 091,04	76 254,00
10	wariant 10	1 239 861,00	37 571,00	54,32	1 239 861,00	100,00	247 972,20	198 377,76	75 142,00
11	wariant 11	1 138 087,00	33 587,00	48,56	1 138 087,00	100,00	227 617,40	182 093,92	67 174,00
12	wariant 12	1 137 023,00	33 536,00	48,49	1 137 023,00	100,00	227 404,60	181 923,68	67 072,00
13	wariant 13	1 113 192,00	32 363,00	46,79	1 113 192,00	100,00	222 638,40	178 110,72	64 726,00
14	wariant 14	648 000,00	5 461,00	7,89	648 000,00	100,00	129 600,00	103 680,00	10 922,00

6.3.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

Modernizacja systemu grzewczego i przygotowania ciepłej wody użytkowej

Ocieplenie ścian zewnętrznych

Ocieplenie tarasu - parter

Ocieplenie daszku płaskiego

Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic

Ocieplenie tarasu - T1

Ocieplenie tarasu - T2

Wymiana starych okien skrzynkowych

Ocieplenie dachu I

Wymiana starych okien drewnianych

Ocieplenie ścian zewnętrznych gruntu

Wymiana starych okien z profilami z tworzywa

Wymiana starych drzwi zewnętrznych

Ocieplenie podłogi na gruncie I *)

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 61,63%, czyli powyżej 15%;
2. Planowany kredyt, stanowiący 100% kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi;
3. Środki własne inwestora wyniosą 0,00 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;
4. Premia termomodernizacyjna stanowi dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii.

7. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

7.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Zmodernizować system grzewczy budynku poprzez: demontaż starego orurowania i starych grzejników, montaż nowego orurowania i nowych grzejników wraz z termostawami. Zmodernizować instalację ciepłej wody użytkowej poprzez: montaż dodatkowych zbiorników akumulacyjnych oraz zastosowanie instalacji solarnej (z kolektorami Vitosol 200-FM) wspomaganej istniejącym układem produkcji ciepłej wody.

Koszt wykonania: 498 000,00 zł

2. Docieplić ściany zewnętrzne styropianem lub wełną mineralną. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową oraz instrukcją I.T.B. dotyczącą bezspoinowego systemu ociepleń. Zastosować materiały izolacyjne o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda_{\max} = 0,041$ W/mK. Grubość izolacji: 15 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innych materiałów izolacyjnych, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 465 192,00 zł

3. Docieplić taras parteru styropianem. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową producenta. Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne nałożenie ocieplenia na całej powierzchni tarasu. Zastosować materiał izolacyjny o współczynniku przewodności $\lambda_{\max} = 0,038$ W/mK. Grubość izolacji: 5 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 23 831,00 zł

4. Docieplić daszek płaski styropianem. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową producenta. Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne nałożenie ocieplenia na całej powierzchni daszku. Zastosować materiał izolacyjny o współczynniku przewodności $\lambda_{\max} = 0,038$ W/mK. Grubość izolacji: 18 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 1 064,00 zł

5. Docieplić ściany zewnętrzne piwnic styropianem lub wełną mineralną. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową oraz instrukcją I.T.B. dotyczącą bezspoinowego systemu ociepleń przy użyciu styropianu i wełny mineralnej. Zastosować materiały izolacyjne o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda_{\max} = 0,041$ W/mK. Grubość izolacji: 15 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innych materiałów izolacyjnych, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 101 774,00 zł

6. Docieplić taras T1 styropianem. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową producenta. Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne nałożenie ocieplenia na całej powierzchni tarasu. Zastosować materiał izolacyjny o współczynniku przewodności $\lambda_{\max} = 0,038$ W/mK. Grubość izolacji: 10 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 16 958,00 zł

7. Docieplić taras T2 styropianem. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową producenta. Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne nałożenie ocieplenia na całej powierzchni tarasu. Zastosować materiał izolacyjny o współczynniku przewodności $\lambda_{\max} = 0,038$ W/mK. Grubość izolacji: 6 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.

Koszt wykonania: 8 258,00 zł

8. Wymienić stare okna skrzynkowe budynku na nowe o współczynniku przenikania $U_{\max}=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta okien.
Koszt wykonania: 100 440,00 zł
9. Docieplić dach I wełną mineralną. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową producenta. Przy wykonywaniu prac należy zwrócić szczególną uwagę na równomierne nałożenie ocieplenia. Zastosować materiał izolacyjny o współczynniku przewodności $\lambda_{\max} = 0,045 \text{ W/mK}$. Grubość izolacji: 24 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.
Koszt wykonania: 104 023,00 zł
10. Wymienić stare okna drewniane budynku na nowe o współczynniku przenikania $U_{\max}=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta okien.
Koszt wykonania: 23 328,00 zł
11. Docieplić ściany zewnętrzne gruntu styrodurem. Ocieplenie wykonać zgodnie z instrukcją systemową oraz instrukcją I.T.B. dotyczącą bezspoinowego systemu ociepleń przy użyciu styroduru. Zastosować materiały izolacyjne o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda_{\max}= 0,034 \text{ W/mK}$. Grubość izolacji: 10 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innych materiałów izolacyjnych, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.
Koszt wykonania: 29 359,00 zł
12. Wymienić stare okna z profilami z tworzywa budynku na nowe o współczynniku przenikania $U_{\max}=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta okien.
Koszt wykonania: 49 302,00 zł
13. Wymienić stare drzwi zewnętrzne budynku na nowe o współczynniku przenikania $U_{\max}=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Prace wykonać zgodnie z instrukcją montażową producenta drzwi.
Koszt wykonania: 67 935,00 zł
14. Docieplić podłogę na gruncie styropianem. Zastosować styropian o współczynniku $\lambda_{\max}= 0,04 \text{ W/mK}$ i grubości 10 cm. Dopuszcza się możliwość zastosowania innego materiału izolacyjnego, pod warunkiem uzyskania zakładanego oporu cieplnego.
Koszt wykonania: 256 386,00 zł

Do powyższych kwot należy doliczyć:

Koszt wykonania dokumentacji projektowej, niezbędnej do przeprowadzenia planowanej termomodernizacji w wysokości: 150 000,00 zł

7.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	1 895 850,00 zł
Udział środków własnych inwestora:	0,00 zł
Kredyt bankowy:	1 895 850,00 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	85 256,00 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	44,5 lat

7.3. Dalsze działania

W celu efektywnego zrealizowania określonych wyżej przedsięwzięć termomodernizacyjnych konieczne jest wykonanie następujących czynności:

1. Wybór źródła finansowania przedsięwzięcia.
2. Zarezerwowanie przez Inwestora środków na realizację termomodernizacji w wysokości określonej przez twórców programu z których to środków będzie realizowana inwestycja.
3. Przygotowanie i złożenie aplikacji oraz przeprowadzenie postępowania umożliwiającego pozyskania środków finansowych.
4. Przygotowanie projektu modernizacji.
5. Przeprowadzenie przetargu na wykonanie robót.
6. Realizacja robót przy zapewnieniu odpowiedniego nadzoru i odbioru technicznego.
7. Przeprowadzenie obserwacji i oceny rezultatów przeprowadzonej termomodernizacji.

7.4. Klauzule i zastrzeżenia

1. Przedmiot i cel wykonania audytu oraz jego zakres określił Zleceniodawca.
2. Niniejszy audyt nie może być wykorzystany w innym celu niż określony w opracowaniu.
3. Niniejsze opracowanie nie może być traktowane jako ekspertyza techniczna.
4. Informacje udzielone przez Inwestora zostały przyjęte w dobrej wierze przez autorów opracowania.
5. W przypadku powstania wątpliwości należy zwrócić się do autorów opracowania o dodatkowe informacje.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 2 Określenie sprawności systemu grzewczego
- Załącznik 3 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 4 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 6 Obliczenie redukcji emisji CO₂
- Załącznik 7 Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Załącznik nr 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m*K	R m ² *K/W	U W/m ² *K		
1	ściany zewewnętrzne gruntu	- cegła ceram. pełna - tynk cem.wap. - równoważny opór gruntu	0,51	0,77	0,66			
					0,04		0,82	0,05
								0,70
					1,41	U = 0,71		
2	ściany zewewnętrzne piwnic	- cegła ceram. pełna - tynk cem.wap. R_i+R_e	0,51	0,77	0,66			
					0,04		0,82	0,05
								0,17
					0,88	U = 1,14		
3	ściany zewewnętrzne	- cegła ceram. pełna - tynk cem.wap. R_i+R_e	0,38	0,77	0,49			
					0,04		0,82	0,05
								0,17
					0,71	U = 1,41		
4	Dach I	- pokrycie blachą na konstrukcji drewnianej R_i+R_e			0,20			
								0,14
								0,34
						U= 2,94		
5	Dach II	- pokrycie blachą na konstrukcji drewnianej - wełna mineralna R_i+R_e	0,24	0,043	0,20			
								5,58
								0,14
					5,92	U= 0,17		
6	Daszek płaski	- papa - izolacja pierwotna - strop Akermana - tynk cem.wap. R_i+R_e	0,005	0,18	0,03			
					0,02		0,05	0,40
					0,22			0,26
					0,02		0,82	0,02
								0,14
					0,85	U= 1,18		

Załącznik nr 1 - cd

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m*K	R m ² *K/W	U W/m ² *K
7	podłoga na gruncie I	- warstwa wykończeniowa	0,02	1,05	0,02	
		- beton zwykły	0,05	1,00	0,05	
		- papa	0,01	0,18	0,06	
		- beton zwykły	0,08	1,00	0,08	
		- piasek	0,10	0,40	0,25	
		- równoważny opór gruntu			0,50	
					0,96	U = 1,04
8	podłoga na gruncie II	- warstwa wykończeniowa	0,02	1,05	0,02	
		- beton zwykły	0,05	1,00	0,05	
		- papa	0,01	0,18	0,06	
		- styropian	0,10	0,04	2,50	
		- beton zwykły	0,08	1,00	0,08	
		- piasek	0,10	0,40	0,25	
					0,50	
					3,46	U = 0,29
9	Taras T1 (południowy)	- warstwa wykończeniowa	0,02	1,05	0,02	
		- strop masywny	0,32	0,77	0,42	
		- tynk cem.-wap.	0,02	0,82	0,02	
		R_i+R_e			0,20	
					0,66	U= 1,52
10	Taras T2 (północny)	- warstwa wykończeniowa	0,02	1,05	0,02	
		- strop masywny	0,36	0,77	0,47	
		- tynk cem.-wap.	0,02	0,82	0,02	
		R_i+R_e			0,20	
					0,71	U= 1,41
11	Taras - parter	- warstwa wykończeniowa	0,02	1,05	0,02	
		- strop masywny	0,16	0,77	0,21	
		- tynk cem.-wap.	0,02	0,82	0,02	
		R_i+R_e			0,20	
					0,45	U= 2,22

Załącznik nr 2

Określenie średniej sezonowej sprawności całkowitej systemu grzewczego w stanie istniejącym:

Ponieważ podane w Rozporządzeniu tabelaryczne sprawności, są nieadekwatnego dla opisywanego przypadku, potrzebne wielkości ustalono w następujący sposób:

Sprawności wytwarzania $\eta_{W,g}$, $\eta_{H,g}$, zostały określone na podstawie danych producenta kotła, które jest urządzeniem nowym i zautomatyzowanym.

Sprawność $\eta_{H,e}$ została oszacowana - w budynku znajdują się różne typy grzejników wyposażone częściowo w nowe, sprawne termozawory i głowice, a częściowo w stare i niesprawne.

Sprawność $\eta_{H,s}$ została oszacowana na podstawie wizji lokalnej - zbiorniki buforowe zostały zamontowane w tym roku i są znakomicie zaizolowane (instalacja pracuje na parametrach 90/70).

1. Średnia sezonowa sprawność wytwarzania

$\eta_{H,g} = 0,90$ Kotły węglowe na ekogroszek

2. Średnia sezonowa sprawność przesyłu

$\eta_{H,d} = 0,96$ Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanych

3. Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania

$\eta_{H,e} = 0,857$

$$\eta_{H,e} = \eta_{H,e}' + 0,03 * X - 0,03$$

gdzie:

$\eta_{H,e}'$ - obliczeniowa średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania

X - stosunek sumy mocy cieplnej grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych do sumy mocy cieplnej wszystkich grzejników w systemie ogrzewczym (stosunek liczony dla grzejników płytowych oraz członowych; w pozostałych przypadkach przyjmuje się, że X równe jest 1,00)

$\eta_{H,e}' = 0,86$ Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji centralnej i miejscowej z częściowo źle działającymi zaworami termostatycznymi o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P-2K.

$$X = 0,913 = Q_z/Q$$

$Q_z = 232\ 797$ moc cieplna grzejników usytuowanych przy ścianach zewnętrznych (W)

$Q = 255\ 120$ moc cieplna wszystkich grzejników w systemie ogrzewczym (W)

4. Średnia sezonowa sprawność akumulacji

$\eta_{H,s} = 0,98$ Zbiornik buforowy w systemie ogrzewczym w przestrzeni ogrzewanej

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 0,85$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 0,95$$

7. Obliczenie średniej sezonowej sprawności całkowitej systemu grzewczego:

$\eta_{0H,tot} =$	$\eta_{H,g} * \eta_{H,d} * \eta_{H,e} * \eta_{H,s}$
$\eta_0 =$	0,726

Załącznik nr 3

Zapotrzebowania na ciepło dla przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po termomodernizacji (bez uwzględnienia systemu solarnego)
1	2	3	4
ciepło właściwe wody c_w	kJ/kg*K	4,19	4,19
gęstość wody ρ_w	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	2,6	2,6
powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) A_f	m ²	2 452,3	2 452,3
obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej θ_w	°C	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej k_R	-	0,60	0,60
liczba dni w roku	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie na energię użytkową $Q_{w,nd}=V_{wi}*A_f*c_w*\rho_w*(\theta_w-\theta_0)*k_R*t_R/3600$	kWh/rok	73 134	73 134
średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{hsred.}$	m ³ /h	0,354	0,354
zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q_{wj}	GJ/m ³	0,396	0,396
średnia moc cieplna $q_w=V_{hsred.}*Q_{wj}*278*n=$	kW	68,6	68,6
średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{W,g}$	-	0,80	0,80
średnia roczna sprawność przesyłu ciepła $\eta_{W,d}$	-	0,70	0,70
średnia roczna sprawność akumulacji ciepła $\eta_{W,s}$	-	0,85	0,85
średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła $\eta_{W,e}$	-	1,00	1,00
energia użytkowa	GJ/rok	263,3	263,3
energia końcowa	GJ/rok	553,1	553,1

Dla omawianego budynku przyjęto współczynniki sprawności zgodnie z poniższymi założeniami:

Stan istniejący	$\eta_{W,g}$	Kotły węglowe. Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$ została określone na podstawie danych producenta kotła
	$\eta_{W,d}$	Centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
	$\eta_{W,s}$	Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005
	$\eta_{W,e}$	Przyjmuje się 1,0

Stan po moder.	$\eta_{W,g}$	Kotły węglowe. Sprawność wytwarzania $\eta_{W,g}$ została określone na podstawie danych producenta kotła
	$\eta_{W,d}$	Centralne podgrzewanie wody - systemy z obiegami cyrkulacyjnymi z ograniczeniem czasu pracy, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane
	$\eta_{W,s}$	Zasobnik ciepłej wody użytkowej, wyprodukowany po 2005
	$\eta_{W,e}$	Przyjmuje się 1,0

Załącznik nr 4

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

STAN ISTNIEJĄCY:

Lp.	Rodzaj budynku	Ilość, m ³ /sm ²	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	4	5
1	Zamieszkania zbiorowego z automatyczną regulacją przepływu ($r_n = 0,75$) Strumień powietrza pochodzącego z infiltracji (uwzględniając przepływ nadmierny)	$0,42 * 10^{-3}$ * 0,75	1112 2183
Ogółem		$\Psi =$	3 295

STAN PO MODERNIZACJI:

Lp.	Rodzaj budynku	Ilość, m ³ /sm ²	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	4	5
1	Zamieszkania zbiorowego z automatyczną regulacją przepływu ($r_n = 0,75$) Strumień powietrza pochodzącego z infiltracji	$0,42 * 10^{-3}$ * 0,75	1112 2098
Ogółem		$\Psi =$	3 210

Kubatura wentylowana budynku

6 989

m³

Załącznik nr 5

Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu OZC

Wariant	Zapotrzebowanie	
	ciepła Q_H , GJ/a	mocy cieplnej, kW
1	104,5	95,0
2	105,0	97,7
3	109,9	98,5
4	116,6	99,4
5	119,4	100,5
6	124,0	101,2
7	159,8	107,6
8	189,3	111,8
9	193,5	112,5
10	204,5	114,2
11	283,3	126,1
12	284,3	126,2
13	307,5	129,5
14	839,5	196,7
stan istniejący	839,5	196,7

Załącznik nr 6

Obliczenie redukcji emisji CO₂

1. Obliczenie oszczędności energii:

1)	Roczne obliczeniowe zużycie energii końcowej do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej - stan przed modernizacją	1 487,44	[GJ/rok]
2)	Roczne obliczeniowe zużycie energii końcowej do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej - stan po modernizacji	570,71	[GJ/rok]
3)	Oszczędności energii końcowej:	916,73	[GJ/rok]

2. Obliczenie redukcji emisji CO₂ na podstawie wskaźników emisji CO₂ (WE) wg KOBIZE za rok 2017 - [tabela nr 15](#)

1)	Wskaźnik emisji CO ₂ (WE) - z węgla kamiennego	94,72	kg CO ₂ /GJ
2)	Emisja CO ₂ przed modernizacją:	140 890	kg CO ₂ /rok
3)	Emisja CO ₂ po modernizacji:	54 058	kg CO ₂ /rok
4)	Redukcja emisji CO₂	86 832	kg CO₂/rok
		86,8	Mg CO₂/rok