

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

**dla przedsięwzięcia remontowego przewidzianego do realizacji w trybie
Ustawy z dnia 21.11.2008 wraz z późniejszymi zmianami**

Adres budynku	ulica: Raciborska 244 kod: 44-280 miejscowość: Rydułtowy powiat: wodzisławski województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Waldemar Bober tytuł zawodowy: mgr inż. arch. nr opracowania:

1. Strona identyfikacyjna części audytu energetycznego budynku			
1. Dane identyfikacyjne części audytu energetycznego budynku.			
1.1. Nazwa	budynek mieszkalny	1.2. Rok budowy	1930
1.3. Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*) (* w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Zakład Gospodarki Komunalnej	1.4. Adres budynku	
	ul. Raciborska nr 15 kod 44-280 miejscowość Rydułtowy tel. fax. PESEL Nazwa nr	ul. Raciborska nr 244 kod 44-280 miejscowość: Rydułtowy powiat: wodzisławski województwo: śląskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
STUDIO ARCHITEKTURY BOBER, Waldemar Bober 44-310 Radlin, ul. Rymera 51d REGON: 241654835			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. arch. Waldemar Bober upr. Nr RZ/A-01/10			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac,			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub remontowego	
1			
2			
3			
5. Miejscowość	Radlin	Data wykonania opracowania	kwiecień 2019
6. Spis treści			
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku		str. 2	
2. Karta audytu energetycznego budynku		str. 3	
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora		str. 5	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		str. 6	
5. Ocena stanu technicznego budynku		str. 10	
6. Wykaz ulepszeń i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		str. 11	
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		str. 12	
8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji		str. 25	

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾			
1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	944	944
4.	Powierzchnia netto budynku netto [m ²]	445,00	445,00
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m ²]	323,20	323,20
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	-	-
7.	Liczba lokali mieszkalnych	8	8
8.	Liczba osób użytkujących budynek	25	25
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	ciepła woda przygotowywana indywidualnie	ciepła woda przygotowywana centralnie
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	ogrzewanie indywidualne	ogrzewanie centralne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	1,12	1,12
12.	Inne dane charakteryzujące budynek		
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,45	0,18
2.	Stropodach	1,04	0,15
3.	Strop nad piwnicą	1,35	1,35
4.	Podłoga na gruncie	0,65	0,65
5.	Okna, drzwi balkonowe	2,60	0,90
6.	Drzwi zewnętrzne / bramy	2,60	1,30
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	0,98
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,70	0,89
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia [-]	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	1,00
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,65	0,97
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,70
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	0,85
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	920	920
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,0	1,0
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	66,51	24,91
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	6,53	6,53
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	491,73	156,50
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 081,65	199,50
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	61,60	35,85

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak danych	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	brak pomiarów	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	422,62	134,51
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	929,64	171,47
10. ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0	0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	39,59	43,87
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	12 358,82
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	17,07	17,07
4.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie cwu na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	11,67	3,86
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	-	-
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	536 060	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	79,4
Planowane koszty całkowite [zł]	536 060	Premia termomodernizacyjna [zł]	60 545
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]			30 273
9. Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię w wyniku realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			79,33%
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. ²⁾ U _{oze} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniami dotyczącymi sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania cwu. ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii. ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.			

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

- Dokumentacja archiwalna udostępniona przez Inwestora

3.2. Inne dokumenty

-

3.3. Osoby udzielające informacji

-
-

3.4. Data wizji lokalnej

04.2019

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

- obniżenie kosztów ogrzewania budynku
- wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów

3.6. Wielkość środków własnych Inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia

Brak danych

3.7. Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez Inwestora

Brak danych

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Identyfikator budynku			
Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna x
Przeznaczenie budynku	mieszkalny x	mieszk-usługowy	inny
Osiedle			
Adres	44 - 280 Rydułtowy, ul. Raciborska 244		
Budynek	wolnostojący	segment w zabudowie szeregowej	x
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	x

Rok budowy		1930	Rok zasiedlenia		1930
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
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit x
szkieletowa		inna, jaka:			
1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	225,90	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	1 067,50	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, loggi i galerii [m ³]	943,74	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,92
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	323,20	14	Liczba mieszkańców	25
5	Powierzchnia korytarzy [m ²]	121,80	15	Liczba mieszkań	8
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]		16	Liczba mieszkań o powierzchni <50 m ²	6
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] podać przeznaczenie pomieszczeń		17	Liczba mieszkań o powierzchni 50-100 m ²	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+6+7+8] [m ²]	323,20	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	6
10	Budynek podpiwniczony	Tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	2

¹⁾ wg PN-ISO 9836. Właściwości użytkowe w budownictwie. Określenie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych

²⁾ j.w.

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny, wielorodzinny - trójkondygnacyjny, dwuklatkowy, częściowo podpiwniczony.

Wykonany w technologii tradycyjnej murowanej z cegły pełnej o grubości ścian zewnętrznych 30,40,50 cm. Ściany zewnętrzne od wewnątrz wykończone tynkiem cem. - wap., od strony zewnętrznej tynk.

Ściany wewnętrzne murowane z cegieł pełnych i dziurawek na zaprawie cementowo-wapiennej otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym. Grubość ścian wynosi 38, 25 i 12 cm

Stropodach o konstrukcji drewnianej, kryty papą

Stolarka okienna części mieszkalnej w dostatecznym stanie technicznym. Wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Drzwi wejściowe w dostatecznym stanie technicznym, współczynnik przenikania ciepła ocenia się na $U=2,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Stropy międzypiętrowe drewniane

Strop nad piwnicą stalowo - ceramiczny.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Położenie	Pow. całk.	Pow. do obl. strat ciepła	U_k	Pow. okien	U okna	Pow. drzwi	U drzwi
			m ²	m ²	W/(m ² .K)	m ²	W/(m ² .K)	m ²	W/(m ² .K)
1	Ściany zewnętrzne	S	163,13	146,35	1,45	0,68	2,60	-	-
		W	175,79	162,78		35,42	2,60	-	-
		N	149,46	144,83		2,37	2,60	9,00	2,60
		E	146,48	145,17		9,42	2,60	2,81	2,60
2	Stropodach		262,36	231,66	1,04	-	-	-	-
3	Strop nad piwnicą		106,19	135,10	1,35	-	-	-	-
4	Podłoga na gruncie		76,33	95,54	0,65	-	-	-	-

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW] 66,51
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW] 73,04
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ] 491,73
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a] 0,52
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ] 1 081,65
6.	Taryfa opłat (z VAT)	
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW 0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ 39,59
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł 0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie indywidualne węglowe
2.	Parametry pracy instalacji	-
3.	Przewody w instalacji	Przewody stalowe
4.	Rodzaje grzejników	W przeważającej części mieszkań grzejniki członowe żeliwne.
5.	Oslonięcie grzejników	NIE
6.	Zawory termostatyczne	NIE
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_d = 1,00$ $\eta_e = 0,70$ $\eta_g = 0,65$ $\eta_s = 1,00$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/24
9.	Modernizacja instalacji po 1984 roku	NIE

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Podgrzewacze indywidualne węglowe, w części elektryczne
2.	Piony i ich izolacja	Przewody stalowe, stan dobry
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	NIE
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	brak pomiarów

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	920

4.h. Charakterystyka wężła ciepłego lub kotłowni w budynku

- brak ogrzewanie indywidualne węglowe
--

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w dostatecznym stanie technicznym o dużym stopniu naturalnego zużycia i niskiej szczelności. 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

Ogrzewanie indywidualne węglowe w mieszkaniach.

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

System nie jest wyposażony w wodomierze cwu.

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 Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K] - strop nad piwnicą $U = 1,35$ - ściany zewnętrzne $U = 1,45$ - stropodach $U = 1,04$	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $R > 4$ - dla dachu $R > 4,5$
2	Okna i drzwi są w dostatecznym stanie technicznym o współczynniku $U_{okien} = 2,60$ $U_{drzwi} = 2,60$	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 0,9 W/m ² K
3	Wentylacja grawitacyjna - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej - brak	Doposażenie budynku w instalację cwu wraz z instalacją solarną
5	System grzewczy - ogrzewanie indywidualne, węglowe Grzejniki członowe, żeliwne	Likwidacja kotłów węglowych, doposażenie budynku w stację wymienników, wykonanie instalacji wewnętrznej c.o.

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

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2	j.w. przez stropodach	Ocieplenie stropodachu warstwą styropapy
3	j.w. przez strop nad piwnicą	Nie przewiduje się
4	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
5	Podwyższenie sprawności instalacji co	Likwidacja kotłów węglowych, doposażenie budynku w stacje wymienników, wykonanie instalacji wewnętrznej c.o.
6	Podwyższenie sprawności instalacji co	Doposażenie budynku w instalację cwu wraz z instalacją solarną

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	
	zmniejszenie strat przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych
	zmniejszenie strat przez dach / stropodach	Ocieplenie dachu / stropodachu.
	zmniejszenie strat przez strop nad piwnicą	Nie przewiduje się
	Zmniejszenia strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenia strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej
Uwagi:		

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d^* dla przegród zewnętrznych	3 670	3 670	dzień·K·a
$O_{0m}, O_{1m},$	0,00	12 358,82	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$	39,59	43,87	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0	0,00	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Raciborza

Uwaga: Podane ceny są cenami netto.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Ściany zewnętrzne			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 539,43 m ² A_{kosz} = 575,16 m ²			
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem płyt styropianowych o współczynnika przewodności λ≤ 0,038 W/mK . Rozpatruje się 4 warianty różniące się łączną grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,0 (m ² ·K)/W							
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							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,68	4,21	4,74	5,26
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,71	4,40	4,92	5,45	5,98
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A*U _c	GJ/a	248,69	38,91	34,75	31,39	28,62
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ *A(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,031	0,005	0,004	0,004	0,004
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{0U} -q _{1U})O _m	zł/a		13 129	13 389	13 599	13 772
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		348,27	353,27	358,27	363,27
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		200 311	203 187	206 061	208 939
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		15,26	15,18	15,15	15,17
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,45	0,227	0,203	0,184	0,167
Podstawa przyjętych wartości N_U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odjęciem powierzchni okien i drzwi.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 206 061 zł		SPBT= 15,2 lat			

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda			
				Stropodach			
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 231,66 m ²	A_{kosz} = 262,36 m ²		
Opis wariantów usprawnienia							
Przewiduje się ocieplenie stropodachu wraz z wymianą konstrukcji warstwą styropapy o współczynniku przewodności λs 0,038 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R ≥ 4,5 (m ² ·K)/W							
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 1							
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 2							
wariant 4: o grubości warstwy izolacji o 4 cm większej niż w wariancie 3							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	4
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,14	0,18	0,22	0,26
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		3,68	4,74	5,79	6,84
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,96	4,64	5,70	6,75	7,80
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64*10 ⁻⁵ *S _d *A*U _c	GJ/a	76,6	15,8	12,9	10,9	9,4
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ *A*(t _{w0} -t _{z0})*U _c	MW	0,010	0,0020	0,0016	0,0014	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		2 407	2 522	2 601	2 660
7	Cena jednostkowa usprawnienia *	zł/m ²		366,79	377,79	388,79	399,79
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		96 229	99 115	102 002	104 887
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		39,98	39,30	39,22	39,42
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,04	0,215	0,176	0,148	0,128
* wraz z wymianą konstrukcji							
Podstawa przyjętych wartości N _U							
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m2 w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni dachu.							
Wybrany wariant : 3		Koszt : 102 002 zł		SPBT= 39,2 lat			

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana okien		
<div>Dane: powierzchnia okien<div><div><div>$A_{ok, istn} = 47,89 \text{ m}^2$</div><div>$V_{nom} = \Psi = 738,0 \text{ m}^3/\text{h}$</div><div>$C_w = 1$</div></div><div>$V_{obl} = \Psi * C_m$</div></div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna z PCV <div><div>$U = 1,1$</div><div>$a = 0,8$</div></div>						
wariant 2: okna z PCV <div><div>$U = 0,9$</div><div>$a < 0,3$ z nawietrzakami higrosterowanymi</div></div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien <div>U</div>	W/m ² K	2,60	1,1	0,9	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji <div>C_r C_m</div>	-	1,00	0,85	0,70	
		-	1,00	1,00	1,00	
3	$8,64*10^{-5}*S_d*A_{ok}*U$	GJ/a	39,5	16,7	13,7	
4	$2,94*10^{-5}*C_r*C_w*V_{nom}*S_d$	GJ/a	79,6	67,7	55,7	
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	119,1	84,4	69,4	
6	$10^{-6}*A_{ok}*(t_{w0}-t_{z0})*U$	MW	0,0050	0,0021	0,0017	
7	$3,4*10^{-7}*V_{obl}*(t_{w0}-t_{z0})$	MW	0,01	0,01	0,01	
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0150	0,0121	0,0117	
9	Roczna oszczędność kosztów <div>ΔO_{ru} $= (Q_{0U}-Q_{1U})O_z+12(q_{0U}-q_{1U})O_m+12(A_{b0}-A_{b1})$</div>	zł/rok		1 374	1 968	
10	Koszt wymiany okien <div>N_{ok}</div>	zł		36 625	41 947	
11	Koszt modernizacji wentylacji <div>N_w</div>	zł		3 096	3 577	
12	$SPBT = (N_{ok}+N_w)/\Delta O_{ru}$	lata		28,9	23,1	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m ² w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt modernizacji:						
wariant 1: wymiana <div><div><div>47,89 m2 okien*</div><div>764,79 zł/m² =</div><div>36 624,59 zł</div></div><div>montaż nawietrzaków okiennych<div><div>22 szt *</div><div>140,74 zł/szt =</div><div>3 096,30 zł</div></div></div><div>39 720,89 zł</div></div>						
wariant 2 : wymiana <div><div><div>47,89 m2 okien*</div><div>875,90 zł/m² =</div><div>41 946,78 zł</div></div><div>montaż nawietrzaków okiennych<div><div>22 szt *</div><div>162,61 zł/szt =</div><div>3 577,36 zł</div></div></div><div>45 524,14 zł</div></div>						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	45 524 zł	SPBT=	23,1	lat

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przedsięwzięcie		
				Wymiana drzwi zewnętrznych		
<div>Dane: powierzchnia drzwiA_{drzw} = 11,81 m² V_{nom}= ψ = 182,0 m³/hV_{obl} = ψ * C_m C_w= 1</div> <div>Opis wariantów usprawnienia</div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę drzwi istniejących na drzwi szczelne, o lepszych współczynnikach U: wariant 1 : drzwi aluminiowe U= 1,5 a= 0,8 wariant 2: drzwi aluminiowe U= 1,3 a= 0,8</div>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² K	2,60	1,5	1,3	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	-	1,00	1,00	
		Cm	-	1,00	1,00	
3	8,64*10 ⁻⁵ *Sd*A _{ok} *U	GJ/a	9,7	5,6	4,9	
4	2,94*10 ⁻⁵ *C _r *C _w *V _{nom} *Sd	GJ/a	19,6	19,6	19,6	
5	Q ₀ , Q ₁ = (3) + (4)	GJ/a	29,3	25,2	24,5	
6	10 ⁻⁶ *A _{ok} *(t _{w0} -t _{z0})*U	MW	0,0012	0,0007	0,0006	
7	3,4*10 ⁻⁷ *V _{obl} *(t _{w0} -t _{z0})	MW	0,0025	0,0025	0,0025	
8	q ₀ , q _i = (6) + (7)	MW	0,0037	0,0032	0,0031	
9	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})*O _z +12*(q _{0U} -q _{1U})*O _m +12*(A _{b0} -A _{b1})	zł/rok		162	190	
10	Koszt wymiany drzwi N _{drzw}	zł		12 286	13 597	
11	Koszt modernizacji wentylacji N _w	zł		-	0	
12	SPBT = (N _{ok} +N _w)/ΔO _{ru}	lata		75,7	71,6	
<div>Podstawa przyjętych wartości N_U</div> <div>Przyjęto ceny jednostkowe wymiany drzwi w zł/m² w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie. Koszt modernizacji:</div> <div>wariant 1: wymiana </div>						

7.2.3. Ocena i wybór przedsięwzięcia termomodernizacyjnego prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Dan $Q_{ocw} = 61,60 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0065 \text{ MW}$ zmniejszenie zużycia - 41,8%

Opis:

Doposażenie budynku w instalację cwu wraz z instalacją solarną

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1.	Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie cwu.	GJ/a	61,60	35,85
2.	Zapotrzebowanie mocy	MW	0,0065	0,0065
3.	Koszt przygotowania cwu	zł/a	2 439	1 419
	Oszczędność	zł/a		1 019
4.	Koszt modernizacji	zł		44 272
5.	SPBT	lata		43,4

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

Koszty w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie:

		kpl	cena	koszt
1.	Doposażenie budynku w instalację cwu	1	24 067,63	24 067,63
2.	Doposażenie budynku w instalację solarną wspomagającą przygotowanie cwu	1	20 204,54	20 204,54
				44 272,17

KOSZT	44 272,17 zł	SPBT	43,4 lat
--------------	--------------	-------------	----------

7.2.4. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

Lp.	Rodzaj i zakres ulepszenia termomodernizacyjnego albo wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych	206 061,07	15,2
2	Wymiana okien	45 524,14	23,1
3	Ocieplenie stropodachu	102 001,76	39,2
4	cwu	44 272,17	43,4
5	Wymiana drzwi zewnętrznych	13 597,38	71,6

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

Dane: $Q_{0co} = 491,73$ GJ/a

$w_{t0} = 1$

$w_{d0} = 1$

$\eta_0 = 0,455$

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

1. Likwidacja istniejących indywidualnych kotłów węglowych
2. Doposażenie budynku w stacje wymienników wraz z wykonaniem automatyki
3. Wykonanie wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_g = 0,65$	$\eta_g = 0,98$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_d = 1,00$	$\eta_d = 0,90$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_e = 0,70$	$\eta_e = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_s = 1,00$	$\eta_s = 1,00$
5	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$
7	sprawność całkowita systemu	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,455$	$\eta = \eta_g \eta_d \eta_e \eta_s = 0,784$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Omówienie	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,455	0,784
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów ΔQ_{rco}	zł/a		19 954,00
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		124 604
6	SPBT	lata		6,2

Koszty w oparciu o wskaźniki cenotwórcze realizowanych inwestycji, wycen rynkowych analogicznych robót realizowanych w danym kwartale w regionie:

	kpl	cena	koszt
1. Likwidacja kotłów ogrzewania indywidualnego	1	7 931,57	7 931,57
2. Doposażenie budynku w stacje wymienników*	1	24 629,81	24 629,81
3. Wykonanie wewnętrznej instalacji centralnego ogrzewania	1	92 042,48	92 042,48

Łącznie 124 603,86

* Uwaga - wycena nie obejmuje kosztów podłączenia do sieci zewnętrznej

7.4. Wybór optymalnego wariantu

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej stosujesz następujące skótowe określenia usprawnień zestawionych w p.7.2.4 oraz 7.3.

- stropodach - ocieplenie stropodachu wraz z wymianą konstrukcji
- okna - wymiana stolarki okiennej
- drzwi - wymiana stolarki drzwiowej
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- cwu - doposażenie budynku w instalacje cwu wraz z instalacją solarną wspomagającą przygotowanie
- c.o. - likwidacja kotłowni węglowych, doposażenie budynku w stacje wymienników, wykonanie wewnętrznej instalacji c.o.

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

Zakres	Nr wariantu						
	1	2	3	4	5	6	7
ściany zewnętrzne	X	X	X	X	X		
okna	X	X	X	X			
stropodach	X	X	X				
cwu	X	X					
drzwi	X						
c.o.	X	X	X	X	X	X	

7.4.2. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

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

$$q_0 = q_{0m} + q_{0cw}$$

$$q_1 = q_{1m} + q_{1cw}$$

$$O_{or} = Q_0 * O_{0z} + 12 * q_0 * O_{0m} + 12 * A_{b0}$$

$$Q_{1r} = Q_1 * O_{1z} + 12 * q_1 * O_{1m} + 12 * A_{b1}$$

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

$$\Delta O_r = (w_{t0} * w_{d0} * Q_{0co} / \eta_0 + Q_{0cw} / \eta_{0w}) * O_{0z} - (w_{t1} * w_{d1} * Q_{1co} / \eta_1 + Q_{1cw} / \eta_{1w}) * O_{1z} + 12 * [(q_{0m} + q_{0cw}) * O_{0m} - (q_{1m} + q_{1cw}) * O_{1m}] + 12 [A_{b0} - A_{b1}]$$

Nr. war.	Q_{0co}	q_{0co}	η_0, w_{d0}, w_{t0}			Q_{0cw}	q_{0cw}	η_{0w}	Q_0	q_0	O_{or}	ΔO_r	N
	GJ	kW	-			GJ	kW		GJ	kW	zł		
1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	12
stan istn.	491,73	66,51	0,455	1,00	1,00	61,6	6,5	0,52	1 143,24	73,04	45 261		
1	156,50	24,91	0,784	1,00	1,00	35,8	6,5	0,58	235,35	31,44	14 988	30 273	536 060
2	161,74	25,53	0,784	1,00	1,00	35,8	6,5	0,58	242,03	32,05	15 372	29 888	522 463
3	161,74	25,53	0,784	1,00	1,00	61,6	6,5	0,52	267,78	32,05	16 502	28 759	478 191
4	232,26	35,94	0,784	1,00	1,00	61,6	6,5	0,52	357,67	42,47	21 991	23 270	376 189
5	258,68	39,20	0,784	1,00	1,00	61,6	6,5	0,52	391,36	45,72	23 952	21 309	330 665
6	491,73	66,51	0,784	1,00	1,00	61,6	6,5	0,52	688,44	73,04	41 037	4 224	124 604

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczne oszczędności kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
							20% kredytu	16% kosztów całkowitych	dwukrotność rocznej oszczędności
		[zł]	[zł/rok]	[%]	[zł, %]		[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	ściany zewnętrzne okna stropodach cwu drzwi c.o.	536 060	30 273	79,4	0 536 060	0% 100%	107 212	85 770	60 545
2	ściany zewnętrzne okna stropodach cwu c.o.	522 463	29 888	78,8	0 522 463	0% 100%	104 493	83 594	59 777
3	ściany zewnętrzne okna stropodach c.o.	478 191	28 759	76,6	0 478 191	0% 100%	95 638	76 511	57 518
4	ściany zewnętrzne okna c.o.	376 189	23 270	68,7	0 376 189	0% 100%	75 238	60 190	46 541
5	ściany zewnętrzne c.o.	330 665	21 309	65,8	0 330 665	0% 100%	66 133	52 906	42 619
6	c.o.	124 604	4 224	39,8	0 124 604	0% 100%	24 921	19 937	8 448

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- ocieplenie ścian zewnętrznych
- ocieplenie stropodachu
- wymianę stolarki okiennej
- doposażenie budynku w instalację cwu; montaż rurociągów - przewody wody ciepłej i cyrkulacji, zaworów odcinających i termostatycznych wraz z robotami towarzyszącymi i izolacją przewodów. Podłączenie przewodów cwu do istniejących przyborów. Doposażenie budynku w instalację solarną wspomagającą przygotowanie cwu.
- wymianę stolarki drzwiowej
- modernizację systemu grzewczego obejmującą: likwidację kotłów węglowych, doposażenie budynku w stacje wymienników z automatyką, wyposażeniem i armaturą wraz z robotami towarzyszącymi, montaż rurociągów stalowych technologicznych z malowaniem i izolacją przewodów; wykonanie instalacji wewnętrznej c.o.: montaż przewodów instalacji c.o. wraz z izolacją przewodów i podejściami do grzejników, montaż grzejników zapatrzonych w zawory termostacyjne i odcinające, odpowietrzniki

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię wynosi 79,4% ,czyli powyżej 25 %
2. środki własne inwestora wyniosą 0 zł
3. Wysokość premi termomodernizacyjnej wyznaczono jako minimum z wartości w kolumnach 7,8,9 tabeli pkt.7.4.3.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1 Opis robót

W ramach wskazanego **wariantu nr 1** przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych z użyciem płyt styropianowych gr. 18 cm o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,038$ W/mK. Do wykonania 575,16 m² ocieplenia za sumę 206 061,07 zł (netto).
2. Ocieplenie stropodachu wraz z wymianą konstrukcji 22 cm warstwą styropapy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,038$ W/mK. Do wykonania 262,36 m² ocieplenia za sumę 102 001,76 zł (netto).
3. Wymiana stolarki okiennej na nową o współczynniku przenikania ciepła $U=0,9$ W/m²K. Okna zaopatrzone w nawietrzaki higrosterowalne (22 szt.). Do wymiany 47,89 m² okien za sumę 41 946,78 zł (netto). Koszt montażu nawietrzaków 3 577,36 zł (netto). Łącznie całość prac 45 524,14 zł (netto)
4. Wymiana stolarki drzwiowej na nową o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3$ W/m²K. Do wymiany 11,81 m² drzwi za sumę 13 597,38 zł (netto).

Modernizacja systemu grzewczego obejmująca: likwidację kotłów węglowych, doposażenie budynku w stacje wymienników z automatyką, wyposażeniem i armaturą wraz z robotami towarzyszącymi, montaż rurociągów stalowych technologicznych z malowaniem i izolacją przewodów; wykonanie instalacji wewnętrznej c.o.: montaż przewodów instalacji c.o. wraz z izolacją przewodów i podejściami do grzejników, montaż grzejników zapatrzonych w zawory termostaticzne i odcinające, odpowietrzniki. Koszt prac 124 603,86 zł (netto).

Doposażenie budynku w instalację cwu. montaż rurociągów - przewody wody ciepłej i cyrkulacji, zaworów odcinających i termostaticznych wraz z robotami towarzyszącymi i izolacją przewodów. Podłączenie przewodów cwu do istniejących przyborów. Doposażenie budynku w instalację solarną wspomagającą przygotowanie cwu. Koszt prac 44 272,17 zł (netto).

8.2 Charakterystyka finansowa

Koszt wykonania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej	- zł
Kalkulowany koszt robót termomodernizacyjnych wyniesie:	536 060 zł
Udział środków własnych inwestora:	- zł
Kredyt bankowy:	536 060 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:	60 545 zł

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. Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
5. Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
6. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1	Obliczenie współczynników przenikania przegród.
Załącznik 2	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
Załącznik 3	Określenie sprawności systemu grzewczego.
Załącznik 4	Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu.
Załącznik 5	Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.
Załącznik 6	Obliczenie zapotrzebowania na energię pierwotną

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warst	Grubość m	λ W/m ² *K	R m ² *k/W	U, ΔU , U_k W/m ² *K
1	ściany zewnętrzne piwnic - cokół	- tynk cem.- wap. - mur z cegły pełnej - tynk cem.- wap. $R_{si}+R_{se}$	0,03 0,51 0,03	0,82 0,77 0,82	0,04 0,66 0,04 0,17	U= 1,10 ΔU = 0,05 U_k = 1,15
		mostki cieplne			0,91	
2	ściany zewnętrzne	- tynk cem.- wap. - mur z cegły pełnej - tynk cem.- wap. $R_{si}+R_{se}$	0,02 0,38 0,02	0,82 0,77 0,82	0,02 0,49 0,02 0,17	U= 1,40 ΔU = 0,05 U_k = 1,45
					0,71	
3	stropodach	- deski - niewentylowana pustka powietrza - polepa - deski - tynk cem.- wap. $R_{si}+R_{se}$	0,03 0,10 0,02 0,02	0,16 0,28 0,16 0,82	0,16 0,16 0,36 0,12 0,02 0,14	U= 1,04
					0,96	
4	strop nad piwnicą	- tynk cem. - cegła pełna - polepa - wylewka cementowa $R_{si}+R_{se}$	0,02 0,12 0,05 0,04	1,00 0,77 0,28 1,00	0,02 0,16 0,18 0,04 0,34	U= 1,35
					0,74	
5	podłoga na gruncie	- wylewka cementowa - płyty wiórko cementowe - beton - piasek $R_{si}+R_{se}$ R_{gr}	0,04 0,06 0,06 0,15	1,00 0,15 1,7 0,4	0,04 0,40 0,04 0,38 0,17 0,50	U= 0,65 ΔU = 0 U_k = 0,65
					1,53	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń	Norma, m ³ /h	Stumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Kuchnie	8	70	560
2	Łazienki z wc	6	50	300
3	wc (osobno)	2	30	60
	Razem mieszkania			920
	Ogółem			$\psi =$ 920

Załącznik 3

Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym

1. Sprawność wytwarzania ciepła

$$\eta_g = 0,65$$

2. Sprawność przesyłania

$$\eta_d = 1,00$$

3. Sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego

$$\eta_e = 0,70$$

$$\eta_e = \eta_e' + 0,03 * X - 0,03$$

gdzie $X = 0,98$

4. Sprawność akumulacji ciepła

$$\eta_s = 1,00$$

5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia

$$w_t = 1,00$$

6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby

$$w_d = 1,00$$

7 Sprawność systemu grzewczego

$$\eta = \eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s = 0,455$$

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejący:		Stan	Stan	
		cz. mieszkalna	cz. mieszkalna	
1	Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) $A_f =$	323,20	323,20	m ²
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową $V_{Wi} =$	1,60	1,60	dm ³ /(m ² *dzień)
3	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{Wi} * A_f =$	517	517	dm ³ /dzień
4	Ciepło właściwe wody, c_w	4,19	4,19	kJ/(kgK)
5	Gęstość wody, ρ_w	1,00	1,00	kg/dm ³
6	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu ciepłej wody użytkowej, k_R	0,90	0,90	
7	Obliczeniowa temperatura ciepłej wody w zaworze czepalnym, θ_w	55	55	°C
8	Obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem, θ_0	10	10	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 dm ³ wody $c_w * \rho_w * (\theta_w - \theta_0) k_R$	169,70	169,70	kJ/dm ³
10	liczba dni w roku, t_R	365	365	dzień
11	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania cwu $Q_{W,nd} = V_{Wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_w - \theta_0) k_R * t_R / 3600$	8 897,15	8 897,15	kWh/rok
12	średnia sezonowa sprawność wytwarzania, $\eta_{w,g}$	0,65	0,97	
13	średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji), $\eta_{w,d}$	0,80	0,70	
14	średnia sezonowa sprawność akumulacji, $\eta_{w,s}$	1,00	0,85	
15	średnia sezonowa sprawność wykorzystania, $\eta_{w,e}$	1,00	1,00	
16	całkowita sprawność systemu przygotowania cwu, $\eta_{w,tot}$	0,52	0,58	
17	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową bez uwzględnienia instalacji solarnej $Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$	17 109,90 61,60	15 415,66 55,50	kWh/rok GJ/rok
18	Powierzchnia kolektorów słonecznych, A	-	7	m ²
19	Produkcja energii (loco zasobnik ciepła), A_{x450} kWh/m ² a	-	3 150,00	kWh/rok
20	Oszczędność energii z uwzględnieniem sprawności źródła którego pracę wspomaga instalacja solarne	-	5 457,85	kWh/rok
21	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową z uwzględnieniem instalacji solarnej $Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{w,tot}$	- -	9 957,80 35,85	kWh/rok GJ/rok
22	Dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku $V_{Wi} * A_f =$	0,52	0,52	m ³ /doba
23	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu $V_{hsred} = V_{dsred} / \text{godz.} =$	0,032	0,032	m ³ /h
24	współczynnik nierównomierności rozbioru, N_n	4,28	4,28	
25	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody Q_{cwj}	0,170	0,170	GJ/m ³
26	Max. moc cieplna $q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * 278 * N_n =$	6,53	6,53	kW
27	Koszt przygotowanie cwu $Q_{rcw} * O_z + q_{cw} * O_m * 12 =$	2 439	2 541	zł
28	Koszt wody zimnej $V_{cw} * 4,15 =$	783	783	zł
29	Sumaryczny koszt roczny cwu	3 222	3 324	zł
30	Średni koszt 1 m ³ cwu	17,07	17,61	zł/m ³

Załącznik nr 5

Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie.

Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	24,9	156,5
2	25,5	161,7
3	25,5	161,7
4	35,9	232,3
5	39,2	258,7
6	66,5	491,7
stan istniejący	66,5	491,7

Załącznik nr 5a

Wyniki komputerowych obliczeń rocznego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie

Obliczenia zapotrzebowania ciepła wykonano wg. PN - EN ISO 13790, a mocy cieplnej wg. PN - EN 12831

Wariant	Zapotrzebowanie		
	ciepła		mocy cieplnej
	Q_H [kWh/a]	Q_{co} [GJ]	q_m [kW]
1	43 472,54	156,50	24,91
2	44 927,89	161,74	25,53
3	44 927,89	161,74	25,53
4	64 516,01	232,26	35,94
5	71 856,21	258,68	39,20
6	136 590,97	491,73	66,51
stan istniejący	136 590,97	491,73	66,51

Załącznik nr 6

Obliczenie zapotrzebowania na energię pierwotną

			Energia końcowa, Q _k		Współczynnik nakładu w _i	Energia pierwotna, Q _p		q _{el}	tel	Af
			GJ/a	kWh/a		-	GJ/a	kWh/a	w/m2	h/a
Część mieszkalna	stan istniejący	c.o.	1 081,65	300 457,47	1,10	1 189,81	330 503,22	0,15	4700	323,20
		cwu	61,60	17 109,90	1,10	67,76	18 820,89			
		energia elektryczna - pomocnicza	0,82	227,86	3,00	2,46	683,57			
			1 144,06	317 795,22		1 260,03	350 007,67			
	stan projektowany	c.o.	199,50	55 417,80	1,30	259,36	72 043,14	0,15	4700	323,20
		cwu	35,85	9 957,80	1,30	46,60	12 945,15	0,04	5840	323,20
		energia elektryczna	1,09	303,36	3,00	3,28	910,07			
			236,44	65 678,96		309,23	85 898,36			
ŁĄCZNIE		Energia końcowa, Q _k			Energia pierwotna, Q _p					
		GJ/a	kWh/a		GJ/a	kWh/a				
stan istniejący		1 144,06	317 795,22		1 260,03	350 007,67				
stan projektowany		236,44	65 678,96		309,23	85 898,36				
Oszczędność		907,62	252 116,26		950,79	264 109,32				
		79,33%			75,46%					