

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Adres budynku	ulica: Furgoła 9 kod: 41-709 Ruda Śląska powiat: Ruda Śląska gmina: Ruda Śląska województwo: śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: Feliks Wcisło tytuł zawodowy: mgr inż. budownictwa nr opracowania: 011/2021

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	mieszkalny	1.2. Rok budowy	1938
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, NIP)	Miasto Ruda Śląska ul. Pl. Jana Pawła II 6 kod 41-709 Ruda Śląska tel. 32 244 90 00 fax. 32 248 73 48 NIP 641-100-57-69	1.4. Adres budynku ul. Furgoła 9 kod 41-709 Ruda Śląska powiat Ruda Śląska woj. śląskie	
2. Nazwa, nr REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Firma Inżynierska Feliks Wcisło REGON: 241009922, NIP: 626-177-60-91 41-923 Bytom, ul. Nickla 109/12			
3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis Feliks Wcisło, PESEL: 65112010714, 41-923 Bytom, ul. Nickla 109/12, mgr inż. budownictwa; członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych S.A. W Warszawie (ZAE; nr 769); kurs FPE i NAPE S.A. w W-wie nr 73/2004, (KAPE/193/2004). Audytor z listy Banku Gospodarstwa Krajowego, Ministerstwa Budownictwa oraz Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A. <div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis			
<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko</i>		<i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>
1			
2			
3			
5. Miejscowość	Bytom	Data wykonania opracowania	29.07.2021r.
6. Spis treści			
			str.
1.	Strona tytułowa		2
2.	Karta audytu energetycznego		3
3.	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku		5
4.	Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku		6
5.	Ocena stanu technicznego budynku		10
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		20
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		23
8.	Opis wariantu optymalnego		26
9.	Załączniki		28

TABELA 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]	933,52	933,52
4.	Powierzchnia użytkowa budynku [m ²]	335,80	335,80
5.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	335,80	335,80
6.	Udział powierzchni użytkowej lokali mieszkalnych w całkowitej powierzchni użytkowej budynku [%]	100,0	100,0
7.	Liczba lokali mieszkalnych	6	6
8.	Liczba osób użytkujących budynek	12	12
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	podgrzewacze elektryczne	podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu grzewczego a budynku	kotły węglowe	węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,36	0,36
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]			
1.	Ściany zewnętrzne	1,43	0,20; 0,28
2.	Dach/stropodach/strop nad nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,88	0,15
3.	Strop nad piwnicą	1,29	0,24
4.	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	-	-
5.	Okna, drzwi balkonowe	1,30; 3,10	1,30; 0,90
6.	Drzwi zewnętrzne/bramy	3,10	1,30
7.	Inne		
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	0,88
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 [-]	0,96	0,96
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,80	0,80
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]	720	720
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,77	0,77
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	36,1	17,5
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania cwu [kW]	2,3	2,3
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzgl. sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	271,3	89,2
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzgl. sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	596,2	114,9
5.	Obliczeniowe obliczeniowe zużycie energii do przygotowania cwu [GJ/rok]	54,2	54,2
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 sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m2rok]	224,4	73,8
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m²rok]	493,3	95,0
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,0	0,0
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	43,24	45,41
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	13 679,22
3.	Koszt przygotowania 1 m³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m³]	46,89	46,89
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej [zł/(m² m-c)]	6,39	2,01
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]	218 976,32	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	74,0%
Planowane koszty całkowite [zł]	257 619,20	Premia termomodernizacyjna [zł]	41 219,07
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		17 677,72	
9. Inne			
Wraz z realizacją przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w budynku ZOSTANIE / NIE ZOSTANIE ⁵⁾ zainstalowana mikroinstalacja odnawialnego źródła energii o mocy maksymalnej kW.			
Z audytu energetycznego WYNIKA / NIE WYNIKA ⁵⁾ , że po zrealizowaniu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego elementy budynku poddane temu przedsięwzięciu termomodernizacyjnemu będą spełniać stosowane od dnia 31 grudnia 2020 r. wymagania, o których mowa w art. 5a ust. 2 ustawy.			
1) Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku. U _{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.			
2) energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.			
3) Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii.			
4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii.			
5) Niepotrzebne skreślić			

1. Omówienie przyjętych składowych systemu sprawności systemu ogrzewania podano w pkt.7.3
2. Wyliczenie opłat jednostkowych za ciepło zamieszczono w załączniku 1.
3. Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród przed i po termomodernizacji - załącznik 2.
4. Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego zamieszczono w załączniku 3.
5. Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu zamieszczono w załączniku 4.
6. Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku zamieszczono w załączniku 5 (wydruki z programu komputerowego z obliczeniami w załączeniu do audytu).

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Materiały przekazane przez Zleceniodawcę

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

- ° Ustawa z dnia 23 stycznia 2020 roku o zmianie ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. 2020, poz. 412).
- ° Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 kwietnia 2020r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2020, poz. 879).
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2015 poz. 376).
- ° Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami.
- ° Polska Norma PN-EN ISO 6946:2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczeń.”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 13370 „Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania”
- ° Polska Norma PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
- ° Polska Norma PN-EN 12831:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

3.3. Osoby udzielające informacji

- Pan Jan Botor - Kierownik działu inwestycji i remontów MPGM TBS Sp. z o.o. w Rudzie Śląskiej

3.4. Data wizji lokalnej

01.07.2021r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- Wykorzystanie dofinansowania ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014 - 2020 Oś Priorytetowa I Zmniejszenie emisyjności gospodarki
Działanie 1.7 Kompleksowa likwidacja niskiej emisji na terenie województwa śląskiego
Poddziałanie 1.7.1 Wspieranie efektywności energetycznej w budynkach mieszkalnych w województwie śląskim
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - Modernizacja systemu grzewczego
 - Ocieplenie stropodachu
 - Ocieplenie stropu piwnic
 - Ocieplenie ścian zewnętrznych
 - Wymiana okien
 - Wymiana drzwi

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

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (15%)

38 642,88 zł

Kwota możliwego dofinansowania

218 976,32 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	X	mieszk-usługowy	inny
Adres	41-709 Ruda Śląska, ul. Furgoła 9			
Budynek	wolnostojący	segment w zabudowie szeregowej		X
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny		X

Rok budowy		1938		Rok zasiedlenia		1938	
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 zabudowana	[m ²]	160,00	10	Budynek podpiwniczony	tak	
2	Kubatura części ogrzewanej	[m ³]	933,52	11	Liczba klatek schodowych	1	
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	[m ³]	933,52	12	Liczba kondygnacji	3	
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań	[m ²]	335,80	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,78	
5	Powierzchnia ogrzew. korytarzy +klatek	[m ²]	0,00	14	Liczba mieszkańców / użytkowników	12	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	[m ²]	0,00	15	Liczba mieszkań	6	
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy podać przeznaczenie pomieszczeń	[m ²]	0,00	16	Liczba lokali użytkowych	0	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.)	[m ²]	0,00	17	Liczba mieszkań / lokali z WC w łazience	6	
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8]	[m ²]	335,80	18	Liczba mieszkań / lokali z WC osobno	0	

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

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

4.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny, wielorodzinny o 3 kondygnacjach nadziemnych, podpiwniczony, zbudowany w technologii tradycyjnej, ze ścianami nośnymi z cegły ceramicznej i stropami drewnianymi oraz ceramicznymi. Konstrukcja ścian nośnych poprzeczna.

Fundamenty: betonowe.

Ściany piwnic: z cegły ceramicznej.

Strop nad piwnicami: ceramiczny.

Ściany zewnętrzne: w technologii tradycyjnej, murowane z cegły ceramicznej, obustronnie tynkowane.

Ściany działowe: tradycyjne, z cegły ceramicznej.

Stropy międzykondygnacyjne: ceramiczne.

Schody w budynku: elementy biegowe i spocznikowe betonowe.

Stropodach: konstrukcji drewnianej, pokryty papą bitumiczną.

Na podłogach: w zależności od przeznaczenia pomieszczenia - wykładzina PCV lub płytki ceramiczne.

Okna: częściowo po wymianie, wartość współczynnika przenikania ocenia się na $U=1,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, częściowo do wymiany, wartość ich współczynnika przenikania ocenia się na $U=3,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Drzwi wejściowe: do wymiany, wartość ich współczynnika przenikania ocenia się na $U=3,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

L.p.	Opis	Położenie	Pow. netto m^2	U_k $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
1	Ściana zewnętrzna tylna	N	126,0	1,428	16,3	2,0		
2	Ściana zewnętrzna frontowa	S	102,5	1,428	15,0	2,0		
3	Strop na piwnicą	H	122,6	1,287				
4	Stropodach	H	159,6	0,876				
5	Strop nad bramą	H	37,0	1,546				
6	Okna do wymiany	N,S			7,8	3,1		
7	Drzwi do wymiany	N					2,2	3,1

4.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]	-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]	-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]	36,1
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	2,3
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	271,3
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	596,2
7.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	43,24
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z indywidualnych kotłów węglowych.
2.	Parametry pracy instalacji	80/60 °C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, z zaworami podpionowymi . Przewody poziome nieizolowane, pionowe nieizolowane.
4.	Rodzaje grzejników	Żeliwne oraz stalowe płytowe
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	Nie
7.	Zabezpieczenie	Naczynie wzbiorcze typu zamkniętego
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	7 / 24
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	-

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,65
2	Przesyłanie ciepła	η_d	1,00
3	Regulacja i wytwarzanie	η_e	0,70
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,455
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	w_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	w_d	1,00

4.e. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych. Instalacja bez cyrkulacji.
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, prowadzone po wierzchu ścian. Przewody poziome nieizolowane, pionowe nieizolowane.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Tak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

4.f. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Indywidualne kotły węglowe w mieszkaniach.

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	720

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	
ściany zewnętrzne	1,43	0,20
stropodach	0,88	0,15
strop na piwnicą	1,29	0,25

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych są wyższe od obecnie obowiązujących.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	3,1	1,3
okno	3,1	0,9

5.3 System grzewczy

Indywidualne kotły węglowe w mieszkaniach.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Instalacja ciepłej wody użytkowej jest w dostatecznym stanie technicznym. Nie stwierdzono korozji przewodów. System jest wyposażony w wodomierze mieszkaniowe.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne. Świeże powietrze infiltruje do środka przez nieszczelności drzwi i okien.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła	Można docieplić przegrody zewnętrzne i zapewnić obecnie wymagany współczynnik przenikania ciepła U.
2	<u>Okna</u> o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,3 \text{ [W/m}^2\text{K]}$ oraz $U = 3,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$, drzwi o współczynniku $U = 3,1 \text{ [W/m}^2\text{K]}$	Można wymienić nieszczelne okna i drzwi.
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Nie stwierdza się zbyt małego ani nadmiernego przewietrzania.	Nie przewiduje się zmian w wentylacji.
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> c.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych, instalacja w umiarkowanym stanie, w mieszkaniach wodomierze.	Nie przewiduje się usprawnień systemu przygotowania cwu.
5	<u>System grzewczy</u> Ciepło dostarczane w indywidualnych kotłach węglowych. Instalacja typu tradycyjnego o umiarkowanej sprawności regulacji. Ogólnie umiarkowany stan techniczny instalacji wewnętrznej.	Przewiduje się modernizację systemu grzewczego.

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) oraz od wewnątrz multiporem
2	jw. przez stropodach	Ocieplenie stropodachu z użyciem wełny mineralnej granulowanej
3	jw. przez strop nad piwnicą	Ocieplenie stropu od spodu izolacją termiczną (wełna mineralna)
4	jw. przez okna	Wymiana okien na szczelne
5	jw. przez drzwi	Wymiana drzwi na szczelne

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych
		Ocieplenie stropodachu
		Ocieplenie stropu nad piwnicą
		Wymiana okien
		Wymiana drzwi
II		

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
- 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	$^{\circ}\text{C}$
t_{piw}	0,0	0,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d * dla przegród zewnętrznych *	3 552	3 552	dzień K'a
dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą **	1 776	1 776	
$O_{0m}, O_{lm},$ ***	0,00	13 679,22	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{lz},$ ***	43,24	45,41	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$	0,00	0,00	zł/m-c

Koszty energii dla celów cwu (przed modernizacją - energia elektryczna, po modernizacji - energia elektryczna):

	Przed modernizacją	Po modernizacji
stawka opłaty zmiennej za przesłane paliwo, przeliczona na [zł/GJ]:		
cena [zł/kWh] / [zł/m ³]	0,55	0,55
wartość energetyczna [GJ/m ³]	-	-
cena 1 GJ [zł]	152,78	152,78

składnik miesięcznych kosztów stałych, określony zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesiony do mocy źródła [zł/MW·m-c]:

opłata stała [zł/m-c]	0,00	0,00
opłata stała [zł/MW·m-c]	0,00	0,00

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna tylna		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	126,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	144,9 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,20$ [W/m ² K]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,20$ [W/m ² K]						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,12	0,14	0,16
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		3,75	4,38	5,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,70	4,45	5,08	5,70
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	55,2	8,7	7,6	6,8
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0072	0,0011	0,0010	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	zł/a		2 011	2 058	2 093
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		352,80	360,00	367,20
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		51 121	52 164	53 207
9	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	lata		25,42	25,35	25,42
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,43	0,22	0,20	0,18
Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 52 164,00 zł		SPBT = 25,3 lat		

Uwaga: W cenie jednostkowej ujęto wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi (w tym docieplenie wnek okiennych oraz cokołu).

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna frontowa		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	126,0 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	113,4 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem multiporu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,20$ [W/m ² K]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,20$ [W/m ² K]						
wariant 3: o grubości 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		2,38	2,86	3,33
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,70	3,08	3,56	4,03
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	55,2	12,6	10,9	9,6
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0072	0,0016	0,0014	0,0012
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	zł/a		1 842	1 915	1 972
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		357,60	370,00	382,40
8	Koszt realizacji usprawnienia N_u	zł		40 552	41 958	43 364
9	SPBT = $N_u / \Delta O_{ru}$	lata		22,02	21,91	21,99
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,43	0,32	0,28	0,25
Podstawa przyjętych wartości N_u Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych z odliczeniem powierzchni okien i drzwi (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 41 958,00 zł		SPBT = 21,9 lat		

Uwaga: W cenie jednostkowej ujęto wszystkie prace i materiały niezbędne do wykonania ocieplenia, wraz z pracami i materiałami pomocniczymi. Z uwagi na docieplenie od wewnątrz, największą możliwą warstwą docieplenia jest 12 cm.

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Stropodach		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	159,6 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	151,6 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie przegrody z użyciem wełny mineralnej granulowanej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Rozpatruje się 2 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,15 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,15 \text{ [W/m}^2\cdot\text{K]}$						
wariant 3: o grubości 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		5,14	5,71	6,29
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	1,14	6,29	6,86	7,43
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	42,9	7,8	7,1	6,6
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0056	0,0010	0,0009	0,0009
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} - Q_{1u}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0u} - q_{1u}) \cdot O_m$	zł/a		1 518	1 548	1 569
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		226,30	230,00	233,70
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		34 312	34 873	35 434
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		22,61	22,53	22,58
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	0,88	0,16	0,15	0,13
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu "SEKOCENBUDu" Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropodachu (A_{koszt})						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 34 872,60 zł		SPBT = 22,5 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop nad piwnicą		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	122,6 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	116,5 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu przez przyklejenie do stropu od spodu wełny mineralnej o współczynniku przewodności $\lambda = 0,035$ W/mK. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy ocieplającej.						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25$ [W/m ² K]						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła U zgodnie z przepisami techniczno - budowlanymi $U_{C(max)} = 0,25$ [W/m ² K]						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariant 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		2,86	3,43	4,00
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,78	3,63	4,21	4,78
4	$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A \cdot U_C$	GJ/a	24,2	5,2	4,5	3,9
5	$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U_C$	MW	0,0032	0,0007	0,0006	0,0005
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO_{ru} $= (Q_{0u} - Q_{1u}) O_z + 12(q_{0u} - q_{1u}) O_m$	zł/a		822	852	878
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		174,10	180,00	185,90
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		20 277	20 965	21 652
9	SPBT= $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		24,68	24,61	24,67
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,29	0,28	0,24	0,21
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg katalogu cen SEKOCENBUDu. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i całkowitej powierzchni stropu (A_{koszt}).						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 20 964,60 zł		SPBT= 24,6 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie	
					Wymiana okien	
<div>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 7,8 \quad m^2$ $V_{nom} = \Psi = 186,7 \quad m^3/h$ $V_{obl} = \Psi * C_m$ $C_w = 1$</div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne, o lepszych współczynnikach U:						
wariant 1 : okna o współczynniku $U = 0,9 \quad W/m^2 \cdot K$						
wariant 2: okna o współczynniku $U = 0,8 \quad W/m^2 \cdot K$						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	
1	Współczynnik przenikania okien U	$W/m^2 \cdot K$	3,1	0,9	0,8	
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	1,1	1,00	1,00	
		C_m	1,2	1,00	1,00	
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	7	2	2	
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	21	19	19	
5	$Q_0, Q_1 = (4) + (5)$	GJ/a	28	21	21	
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0010	0,0003	0,0002	
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{nom} \cdot C_m \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0030	0,0025	0,0025	
8	$q_0, q_1 = (7) + (8)$	MW	0,0040	0,0028	0,0027	
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		303	303	
10	Koszt jednostkowy okien N_{OK}	zł		990,00	1 090,00	
11	Koszt wymiany okien N_{OK}			7 722	8 502	
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		0	0	
13	Koszt $N_w + N_{OK}$			7 722	8 502	
14	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		25,51	28,09	
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe dla 1m ² wg katalogu SEKOCENBUDu.						
Wybrany wariant : 1		Koszt :	7 722,00 zł	SPBT=	25,5 lat	

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji					Przedsięwzięcie	
					Wymiana drzwi	
Dane: powierzchnia drzwi						

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

Dane: $Q_{ocw} = 54,16 \text{ GJ}$ $q_{ocw} = 0,0023 \text{ MW}$

Opis:

Nie przewiduje się modernizacji systemu przygotowania c.w.u.

Lp.		Jedn.	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Średnia moc cwu $q_{cwu\bar{r}}$	MW	0,0023	0,0023
2	Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{0,1 \text{ cw}}$	GJ/rok	54,2	54,2
3	Roczne opłata zmienna $O_{0,1m}$	zł/a	8 275,13	8 275,13
4	Roczna opłata stała $O_{0,1z}$	zł/a	0,00	0,00
5	Roczny abonament $A_{b0,1}$	zł/a	0,00	0,00
6	Roczny koszt przygotowania ciepłej wody $O_{0,1}$	zł/a	8 275,13	8 275,13
7	Różnica	zł/a		0,00
8	Koszt	zł		0,00
9	SPBT	lat		-

Podstawa przyjętych wartości N_{cu}

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Wykonanie wewnętrznej instalacji c.w.u.	0	0,00	0,00
2				
3				
razem			zł	0,00

KOSZT	0,00 zł	SPBT	- lat
-------	---------	------	-------

7.2.7. 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 ściany zewnętrznej frontowej	41 958,00	21,9
2	Ocieplenie stropodachu	34 872,60	22,5
3	Ocieplenie stropu piwnic	20 964,60	24,6
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej tylnej	52 164,00	25,3
5	Wymiana okien	7 722,00	25,5
6	Wymiana drzwi	3 938,00	45,5

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

Dane: $Q_{oco} = 271,29$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 System grzewczy w umiarkowanym stanie technicznym

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

Przewiduje się modernizację systemu ogrzewania polegającą na wykonaniu wewnętrznej instalacji c.o. w celu podłączenia budynku do ciepła sieciowego.

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	Wykonanie wewnętrznej instalacji c.o.	1	96 000,00	96 000,00
2				
3				
koszt			zł	96 000,00

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	rodzaj systemu zasilania	kotły węglowe	węzeł cieplny
2	sprawność wytwarzania *	$\eta_{H,g} = 0,65$	$\eta_{H,g} = 0,98$
3	sprawność przesyłu **	$\eta_{H,d} = 1,00$	$\eta_{H,d} = 0,90$
4	sprawność regulacji i wykorzystania ***	$\eta_{H,e} = 0,70$	$\eta_{H,e} = 0,88$
5	sprawność akumulacji ****	$\eta_{H,s} = 1,00$	$\eta_{H,s} = 1,00$
6	sprawność całkowita systemu	$\eta_{H,tot} = 0,455$	$\eta_{H,tot} = 0,776$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
8	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby - wprowadzenie podzielników kosztów	$w_d = 1,00$	$w_d = 1,00$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	kotły węglowe wyprodukowane w latach 1980-2000	węzeł kompaktowy z obudową, moc do 100 kW
sprawność przesyłu $\eta_{H,d}$	ogrzewanie mieszkaniowe (kotły węglowe)	przewody izolowane, węzeł w przestrzeni nieogrzewanej
sprawność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	ogrzewanie piecowe	regulacja centralna i miejscowa z regulacją w zakresie P-2K
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	brak zbiornika buforowego
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	praca ciągła	praca ciągła

* Przyjęto wielkości wg Tabeli 2, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

** Przyjęto wielkości wg Tabeli 6, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

*** Przyjęto wielkości na podstawie p. 4.1.2.3, RMliR z dnia 27 lutego 2015r. (współczynnik X=1)

**** Przyjęto wielkości wg Tabeli 8, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna co *	MW	0,036128	0,036128
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby co w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu *	GJ/rok	271,29	271,29
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,455	0,776
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	1,00	1,00
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	596,00	350,00
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	25 769,08	15 894,06
8	Roczna opłata stała	zł/rok	0,00	5 930,44
9	Roczny abonament	zł/rok	0,00	0,00
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	25 769,08	21 824,50
11	Różnica	zł/rok		3 944,59
12	Koszt	zł		96 000,00
13	SPBT	lat		24,3

* policzone programem

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

L.p.	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Modernizacja systemu grzewczego	X	X	X	X	X	X	X
2	Ocieplenie ściany zewnętrznej frontowej	X	X	X	X	X	X	
3	Ocieplenie stropodachu	X	X	X	X	X		
4	Ocieplenie stropu piwnic	X	X	X	X			
5	Ocieplenie ściany zewnętrznej tylnej	X	X	X				
6	Wymiana okien	X	X					
7	Wymiana drzwi	X						

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

L.p.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1	1+2+3+4+5+6+7	257 619
2	1+2+3+4+5+6	253 681
3	1+2+3+4+5	245 959
4	1+2+3+4	193 795
5	1+2+3	172 831
6	1+2	137 958
7	1	96 000

7.4.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

warianty	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cwu}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł
1	0,0175	89	0,776	1,00	115	8 091	0,0023	54	8 275	0,0198	169	16 366	481	17 678
2	0,0176	90	0,776	1,00	117	8 208	0,0023	54	8 275	0,0199	171	16 483	479	17 561
3	0,0183	96	0,776	1,00	124	8 639	0,0023	54	8 275	0,0206	178	16 914	472	17 130
4	0,0245	148	0,776	1,00	190	12 643	0,0023	54	8 275	0,0267	244	20 918	406	13 126
5	0,0270	190	0,776	1,00	245	15 563	0,0023	54	8 275	0,0293	299	23 838	351	10 206
6	0,0316	230	0,776	1,00	297	18 667	0,0023	54	8 275	0,0338	351	26 942	299	7 102
7	0,0361	271	0,776	1,00	350	21 824	0,0023	54	8 275	0,0384	404	30 100	246	3 945
0-stan istniejący	0,0361	271	0,455	1,00	596	25 769	0,0023	54	8 275	0,0384	650	34 044		

1 wariant wybrany do realizacji

1) - wyniki z arkusza kalkulacyjnego - załącznik 5 - str. 34

2) - moc i zużycie energii na cwu - załącznik 4 - str. 33

7.4.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Minimalna kwota kredytu*) [zł, %]		Premia termomodernizacyjna [zł]
1	2	3	4	5	6		7
1	system grzewczy, ściana frontowa, stropodach, strop piwnic, ściana tylna, okna, drzwi	257 619,20	17 677,72	74,0%	128 809,60	50%	41 219,07
2	system grzewczy, ściana frontowa, stropodach, strop piwnic, ściana tylna, okna	253 681,20	17 560,80	73,7%	126 840,60	50%	40 588,99
3	system grzewczy, ściana frontowa, stropodach, strop piwnic, ściana tylna	245 959,20	17 129,98	72,6%	122 979,60	50%	39 353,47
4	system grzewczy, ściana frontowa, stropodach, strop piwnic	193 795,20	13 126,24	62,4%	96 897,60	50%	31 007,23
5	system grzewczy, ściana frontowa, stropodach	172 830,60	10 205,92	54,0%	86 415,30	50%	27 652,90
6	system grzewczy, ściana frontowa	137 958,00	7 101,73	46,0%	68 979,00	50%	22 073,28
7	system grzewczy	96 000,00	3 944,59	37,8%	48 000,00	50%	15 360,00

*) Minimalna kwota kredytu obliczona jako 50% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zgodnie z art. 3 ust. 2 ustawy.

Premia termomodernizacyjna stanowi 16% kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.4.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- Modernizacja systemu grzewczego
- Ocieplenie stropodachu
- Ocieplenie stropu piwnic
- Ocieplenie ścian zewnętrznych
- Wymiana okien
- Wymiana drzwi

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie
74,0% czyli powyżej 25%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą
128 809,60 zł, co spełnia oczekiwania inwestora

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

1. Modernizacja systemu grzewczego polegająca na wykonaniu wewnętrznej instalacji c.o. w celu podłączenia budynku do ciepła sieciowego.
2. Ocieplenie stropodachu z użyciem wełny mineralnej granulowanej (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 20 cm.
3. Ocieplenie stropu piwnic od spodu wełną mineralną (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
4. Ocieplenie ściany zewnętrznej tylnej wraz z cokołem, styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 \text{ W/(m K)}$), o grubości 14 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
5. Ocieplenie ściany zewnętrznej frontowej od wewnątrz, multiporem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,042 \text{ W/(m K)}$), o grubości 12 cm, metodą bezspoinową, wykończenie tynkiem.
6. Wymiana okien na szczelne okna o współczynniku przenikania $U=0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
7. Wymiana drzwi na szczelne drzwi o współczynniku przenikania $U=1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu - finansowanie ze środków Regionalnego Programu Operacyjnego Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014 - 2020

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Modernizacja systemu grzewczego	1,00	96 000,00	96 000,00
2	Ocieplenie stropodachu	151,62	230,00	34 872,60
3	Ocieplenie stropu piwnic	116,47	180,00	20 964,60
4	Ocieplenie ściany zewnętrznej tylnej	144,90	360,00	52 164,00
5	Ocieplenie ściany zewnętrznej frontowej	113,40	370,00	41 958,00
6	Wymiana okien	7,80	990,00	7 722,00
7	Wymiana drzwi	2,20	1790,00	3 938,00
			SUMA	257 619,20

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		257 619,20 zł
Udział środków własnych inwestora:	15,0%	38 642,88 zł
Kredyt bankowy (dofinansowanie):	85,0%	218 976,32 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		41 219,07 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		14,6

8.4. 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	Wyliczenie opłat jednostkowych za ciepło.
Załącznik 2	Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród przed i po termomodernizacji.
Załącznik 3	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
Załącznik 4	Obliczenie mocy cieplnej i zużycie ciepła na przygotowanie cwu.
Załącznik 5	Zestawienie obliczeniowej mocy cieplnej i zużycie ciepła przed i po termomodernizacji budynku.
Załącznik 6	Zdjęcia budynku.
Załącznik 7	Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i mocy na ogrzewanie.

Załącznik 1

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie ciepła**

Założenia:

- budynek wielorodzinny z indywidualnymi kotłami węglowymi
- koszty ciepła po modernizacji budynku wg opłat za ciepło sieciowe

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	-	-
Przesył	zł/(MW-m-c)	-	-
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	0,00	0,00
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	-	-
Przesył	zł/GJ	-	-
Razem opłata zmienna	zł/GJ	35,15	43,24
Abonament	zł/ m-c	0,00	0,00

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł/(MW-m-c)	-	-
Przesył	zł/(MW-m-c)	-	-
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	11 121,32	13 679,22
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	-	-
Przesył	zł/GJ	-	-
Razem opłata zmienna	zł/GJ	36,92	45,41
Abonament	zł/ m-c	0,00	0,00

Koszty energii dla celów co (przed modernizacją):**Przed
modernizacją**

stawka opłaty zmiennej za przesłane paliwo, przeliczona na [zł/GJ]:

cena [zł/t], [zł/m³]wartość energetyczna [GJ/t], [GJ/m³]

cena 1 GJ [zł]

895,00
20,70
43,24

składnik miesięcznych kosztów stałych, określony zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesiony do mocy źródła [zł/MW*m-c]:

opłata stała [zł/m-c]

opłata stała [zł/MW*m-c]

0,00
0,00

Załącznik 2

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Przed termomodernizacją

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściana zewnętrzna tylna	tynek cem- wap	0,015	0,820	0,018	1,428
	cegła	0,380	0,770	0,494	
	tynek cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,700	
Ściana zewnętrzna frontowa	tynek cem- wap	0,015	0,820	0,018	1,428
	cegła	0,380	0,770	0,494	
	tynek cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
				razem 0,700	
Stropodach	elem. konstr. stropu	0,300		0,990	0,876
	tynek cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,100	
				R _{se} 0,040	
				razem 1,142	
Strop nad nieogr. piwnicą	elem. konstr. stropu	0,300		0,425	1,287
	tynek cem-wap	0,010	0,820	0,012	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,170	
				R _{se} 0,170	
				razem 0,777	

Po termomodernizacji

Nr typu przegrody S-i	Opis warstw	Grubość warstwy d w m	λ W/m*K	R, Ri, Re m ² *K/W	U W/m ² *K
Ściana zewnętrzna tylna	tynek cem- wap	0,015	0,820	0,018	0,197
	cegła	0,380	0,770	0,494	
	tynek cem-wap	0,015	0,820	0,018	
	styropian	0,140	0,032	4,375	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	5,075	
Ściana zewnętrzna frontowa	multopor	0,120	0,042	2,857	0,281
	tynek cem- wap	0,015	0,820	0,018	
	cegła	0,380	0,770	0,494	
	tynek cem-wap	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,130	
			R _{se}	0,040	
			razem	3,557	
Stropodach	wełna min. granulowana	0,200	0,035	5,714	0,146
	elem. konstr. stropu	0,300		0,990	
	tynek cem-wap	0,010		0,012	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,100	
			R _{se}	0,040	
			razem	6,856	
Strop nad nieogr. piwnicą	elem. konstr. stropu	0,300		0,425	0,238
	tynek cem-wap	0,010	0,820	0,012	
	wełna mineralna	0,120	0,035	3,429	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
			R _{si}	0,170	
			R _{se}	0,170	
			razem	4,206	

Załącznik 3

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

<i>pomieszczenie</i>	<i>ilość</i>	<i>strumień powietrza wg. normy w m³/h</i>	<i>Strumień w m³/s</i>	<i>Łączne zap. powietrza w m³/s</i>
kuchnia z oknem zewnętrznym, z kuchenką gazową lub węglową	6	70	0,019	0,117
łazienka (z WC lub bez)	6	50	0,014	0,083
oddzielne WC	0	30	0,008	0,000
klatki schodowe		0	0,000	0,000
Przyjęto dla klatki schodowej 0,5 h ⁻¹				ŁĄCZNIE V_o
				0,200

V _o =	720	m ³ /h
Kubatura wentylowana budynku	934	m ³ /h
krotność wymiany powietrza wentylacyjnego	0,77	h ⁻¹

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

$$V_{\text{nom}} = \Psi = 720 \text{ m}^3/\text{h}$$

Współczynniki korekcyjne	Przed wymianą okien	Po wymianie okien
c _r	1,1	1,0
c _w	1,0	1,0
c _m	1,2	1,0

Do obliczeń rocznego zapotrzebowania na ciepło Q [GJ/rok]

$$c_r * c_w * V_{\text{nom}} = 792,0 \quad 720,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$c_m * \Psi = 864,0 \quad 720,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Załącznik 4

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

Obliczanie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Charakterystyka systemu	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg K)	4,19	4,19
gęstość wody ρ_w	kg/dm ³	1	1
jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. V_{wi}	dm ³ /(m ² dzień)	1,60	1,60
powierzchnia pom. o regulowanej temp. powietrza A_f	m ²	335,80	335,80
obliczeniowa temperatura c.w.u. w zaworze czterpalnym θ_w	°C	55	55
obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. k_R	-	0,9	0,9
liczba dni w roku t_R	dzień	365	365
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot A_f \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_w - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R / 3600$	kWh/rok	9 244,0	9 244,0
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$ *	-	0,96	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,d}$ **	-	0,80	0,80
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$ ***	-	0,80	0,80
sprawność sezonowa wykorzystania $\eta_{w,e}$	-	1,00	1,00
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,614	0,614
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	15 045,6	15 045,6
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	54,2	54,2

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
(1)	(2)	(3)	(4)
Srednie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\dot{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,029848889	0,029848889
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbiór c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	5,083	5,083
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_f / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,276	0,276
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\dot{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	11,6	11,6
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	2,3	2,3

* Przyjęto wielkości wg Tabeli 9, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

** Przyjęto wielkości wg Tabeli 12, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

*** Przyjęto wielkości wg Tabeli 14, RMliR z dnia 27 lutego 2015r.

Załącznik 5

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

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,0175	89,16
2	0,0176	90,47
3	0,0183	95,90
4	0,0245	147,62
5	0,0270	190,35
6	0,0316	230,40
7	0,0361	271,29
0 - stan istniejący	0,0361	271,29

Zdjęcia budynku

Załącznik 6

