

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie
Ustawy z dnia 21.11.2008



Adres budynku:

ulica: Kielecka 11
powiat: będziński

kod, miejscowość: 42-500 Będzin
województwo: śląskie

Autor:

imię i nazwisko:
tytuł zawodowy:
nr opracowania:

Marcin Trzepizur
mgr inż.
01/02/2012/P4E

Wykonawca:

 **Collect Consulting**

ul. Rolna 14, 40-555 Katowice

STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO**1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU**

1.1. Rodzaj budynku:	Budynek użyteczności publicznej – Przedszkole Miejskie nr 10	1.2. Rok budowy:	###
1.3. Inwestor:	Miasto Będzin ul. 11 Listopada nr 20 kod 42-500 miejscowość Będzin tel. 32 267 70 41 fax 32 267 91 09 PESEL Nazwa nr	1.4. Adres budynku:	ul. Kielecka 11 kod 42-500 miejscowość Będzin powiat Będzin województwo Śląskie tel. 32 267 60 87 fax 32 267 60 87

2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:

PROJECT4ECO Sp. z o.o., 42-693 Krupski Młyn, ul. Główna 5
REGON: 241129425

3.3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:

mgr inż.. Marcin Trzepizur, 81041611992, 42-700 Lubliniec, ul. Plebiscytowa 2/2

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac:

Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego
	Mateusz Jaruszowiec	obliczenia
1	Elżbieta Maks	wstępne zdefiniowanie obiektu w Audytorze OZC
5.	Miejscowość Gliwice	Data wykonania opracowania 15.04.2012

6. Spis treści

- 1. Strona tytułowa**
- 2. Karta audytu energetycznego**
- 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku**
- 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku**
- 5. Ocena stanu technicznego budynku**
- 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych**
- 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**
- 8. Opis wariantu optymalnego**

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU			
1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna murowana z elementami uprzemysłowienia	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m3]	3 997,00	
4.	Powierzchnia netto budynku [m2]	1 037,23	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m2]	0,00	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m2]	1 037,23	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	150	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	centralny (sieć ciepła)	
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	centralny (sieć ciepła)	
11.	Współczynnik kształtu A/V [l/m]	0,38	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	budynek użyteczności publicznej	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m2K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne	1,882	0,283
2.	Ściany przy gruncie	0,824	0,300
3.	Stropodach	0,962	0,246
4.	Podłoga na gruncie	0,285	0,256
5.	Okna	1,6 / 2,5	1,6
6.	Drzwi	2,6 / 3,2	2,6
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Sprawność wytwarzania	1,00	1,00
2.	Sprawność przesyłania	0,80	0,97
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,85	0,98
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby	0,95	0,95
6.	Współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia	1,00	1,00
4. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m3/h]	5 555,83	5 555,83
4.	Liczba wymian [l/h]	1,39	1,39
5. Charakterystyka energetyczna budynku		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	111,75	69,75
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	23,66	23,66
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	823,95	482,54
4.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynków z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/rok]	1 151,11	482,24
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej bez uwzględnienia sprawności [GJ/rok]	60,00	60
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie cwu (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]		

7.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku głównego w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m3rok]	57,27	33,54
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku głównego w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m3rok]	80,00	33,52
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku głównego w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m2rok]	308,30	129,16
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Opłata za 1 GJ energii na ogrzewanie [zł]	38,97	38,97
2.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc [zł/MW m-c]	15 225,37	15 225,37
3.	Opłata za podgrzanie 1 m ³ wody użytkowej [zł]	10,36	10,36
4.	Opłata za 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc [zł]	15 225,37	15 225,37
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej [zł]	5,24	2,53
6.	Inne - opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu – pożyczka z WFOŚiGW w Katowicach [zł]	224 340,95	Roczna zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	0,55
Planowane koszty całkowite [zł]	448 681,89	Premia termomodernizacyjna – dotacja z NFOŚiGW [zł]	134 604,57
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	38 431,27	Planowana kwota środków własnych [zł]	89 736,38

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Protokół z okresowej kontroli pięcioletniej i rocznej stanu technicznego i przydatności do użytkowania z dn. 11.10.2011 r.

Projekt techniczny architektury, Biuro Projektów Budownictwa Ogólnego, ul. Wita Stwosza 2, 40-951 Katowice

3.2. Inne dokumenty

Ankieta techniczna wykonana na potrzeby audytu energetycznego

3.3. Osoby udzielające informacji

Iwona Trybała - Dyrektor Przedszkola

3.4. Data wizji lokalnej

14.02.2012

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - ocieplenie stropodachu,
 - ocieplenie ścian zewnętrznych
 - modernizacja instalacji c.o.
- Ze względu na małe zapotrzebowanie nie planuje się modernizacji instalacji c.w.u. ponadto ze względów technologicznych nie planuje się docieplenia posadzek na gruncie.

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	213 393 zł
Kwota kredytu możliwego do zaciągnięcia przez inwestora	213 393 zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny	mieszk-usługowy	inny X
Adres	42-500 Będzin, ul. Kielecka 11		
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej	
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny	

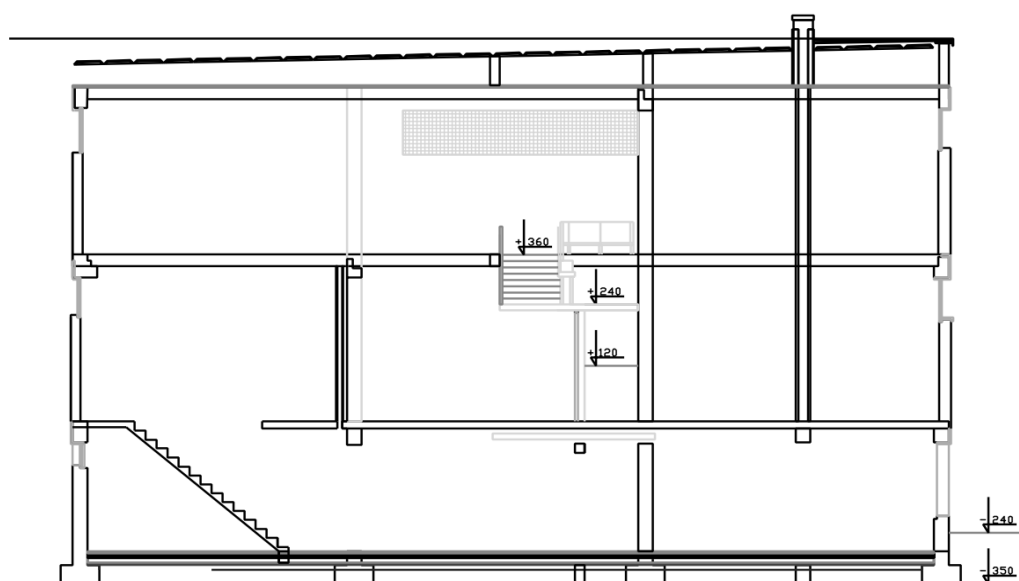
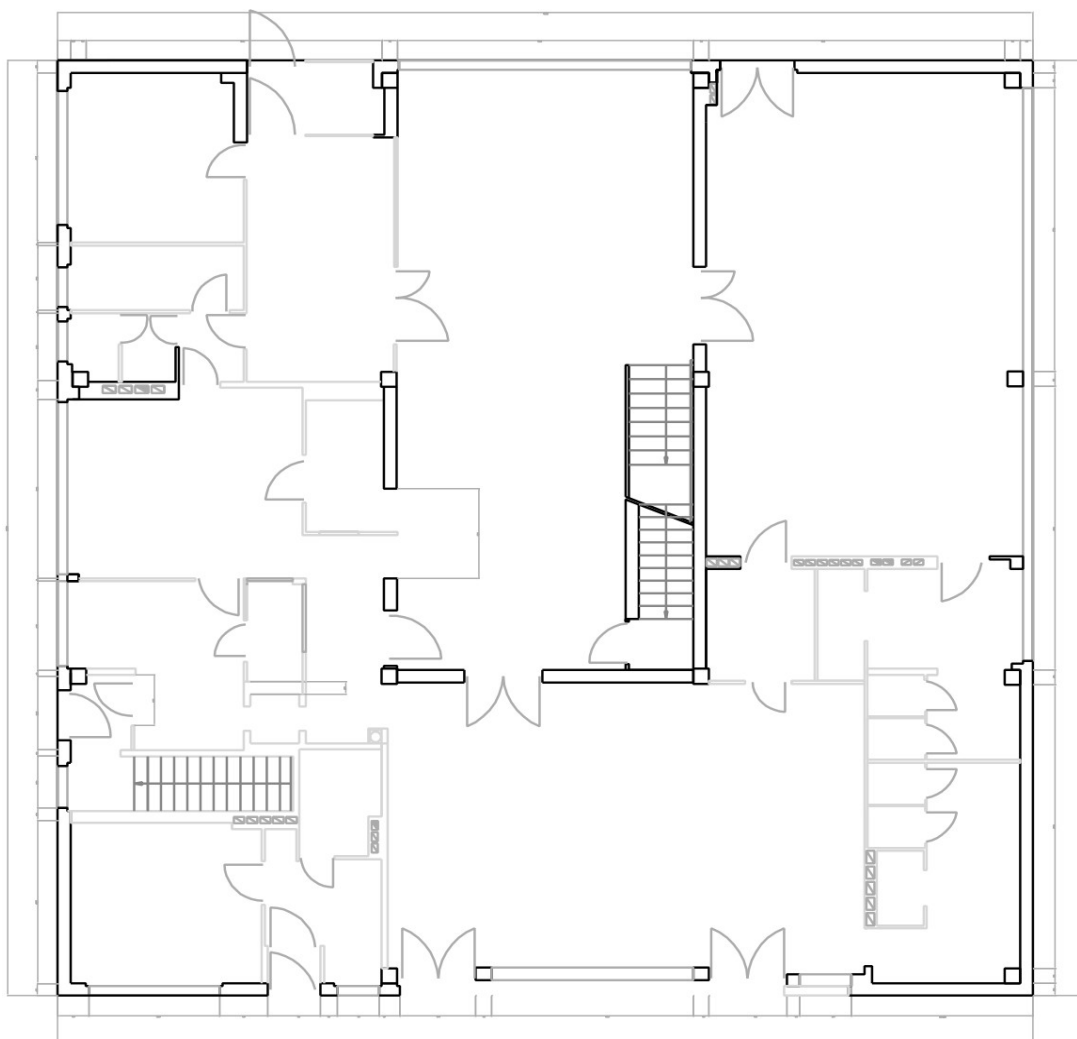
Rok budowy		1985		Rok zasiedlenia		1985	
Technologia budynku		UW-2Z-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	monolit	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa	inna, jaka:						
1	Powierzchnia zabudowana [m ²]	360	10	Budynek podpiwniczony	tak		
2	Kubatura budynku [m ³]	3997	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]	3997	12	Liczba kondygnacji	2		
4	Powierzchnia użytkowa [m ²]	618	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	3,60		
5	Powierzchnia korytarzy +klatek [m ²]	135	14	Liczba dzieci/liczba personelu	5		
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	0					
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²]	284	15	Liczba mieszkań	-		
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m ²]	0	16	Liczba mieszkań z WC w łazience	-		
9	Powierzchnia ogrzewana budynku [4+5+6+7+8] [m ²]	1037	17	Liczba mieszkań z WC osobno	-		

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

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

4b. Uproszczona dokumentacja techniczna w załącznikach

4.b. Szkic budynku



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Nieruchomość zlokalizowana pod adresem Będzin, ul. Kielecka 11. Budynek posiada piętro, parter i piwnice. Wejście do budynku jest z poziomu parteru budynku. W pomieszczeniach piwnic są: sale dziecięce, szatnia, sanitariaty, biura, kuchnia. Na piętrze są sale dziecięce, biura. Winda towarowa obsługuje piwnice i dwie kondygnacje budynku. Na poziomie parteru i piętra znajduje się taras. Taras piętra tworzy zadaszenie nad tarasem parteru.

Konstrukcja budynku tradycyjna, w części piwnic monolityczna, powyżej stropy są monolityczne, żelbetowe, oparte na ścianach nośnych ceglanych.

Dach pokryty papą termozgrzewalną, wykonany jako stropodach z płyt stropowych - żelbetowych, kanałowych o gr. 24 cm.

Okna nowe typu PCV o współczynniku $U=1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Drzwi wejściowe ocieplone $U=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Powierzchnia m^2	U_k $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. okien i drzwi balk. m^2	U okna $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. drzwi m^2	U drzwi $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	Ściana N	152,28	1,882	43,00	1,6	9,35	3,2
2	Ściana E	152,28	1,882	58,83	1,6	9,76	2,6
3	Ściana S	152,28	1,882	54,83	1,6	7,2	2,6
4	Ściana W	152,28	1,882	50,00	1,6		
5	Ściana piwnic N	53,58	0,824	5,00	1,6		
6	Ściana piwnic E	53,58	0,824	13,65	2,5	1,80	2,60
				10,35	1,6		
7	Ściana piwnic S	53,58	0,824				
8	Ściana piwnic W	53,58	0,824				
9	Stropodach	353,4	0,962				
10	Podłoga na gruncie w piwnicy	353,4	0,285				

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych			Dane w stanie istniejącym
1.	Zamówiona moc cieplna na co	[kW]		-
2.	Zamówiona moc cieplna na cwu (q_{sr})	[kW]		-
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na co	[kW]		111,75
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]		5,3
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]		824
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]		1 151
7.	Taryfa opłat (z VAT)			
	opłata stała		zł/MW	15 225,4
	opłata zmienna		zł/GJ	39,0
	opłata abonamentowa	miesięcznie	zł	0,0

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Węzeł cieplny.
2.	Parametry pracy instalacji	90/65 °C
3.	Przewody w instalacji	Przewody stalowe z częściową izolacją na przewodach i urządzeniach. Ogólnie dobry stan techniczny.
4.	Rodzaje grzejników	Grzejniki żeliwne
5.	Oslonięcie grzejników	Brak
6.	Zawory termostatyczne	częściowo P – 2/K, częściowo stare bez regulacji
7.	Zabezpieczenie	Brak
8.	Odpowietrzenie	Sieć odpowietrzająca
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	1.06.2020
9.	Modernizacja instalacji po roku 1984	Zamontowano w części zawory termostatyczne.

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	1,00
2	Przesyłanie ciepła	η_d	0,80
3	Regulacja i wykorzystanie	η_e	0,85
4	Akumulacja ciepła	η_s	1,00
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_g * \eta_d * \eta_c * \eta_s =$	η_{tot}	0,68
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	W_t	1,00
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	W_d	0,95

4.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda z sieci ciepłej
2.	Piony i ich izolacja	Stalowe, nieizolowane.
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak
4.	Zbiornik akumulacyjny	Brak

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Węzeł ciepły zlokalizowany w budynku.

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	5 556

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	R [m ² *K/W]	
		istniejące	wymagane
Ściany zewnętrzne	1,882	0,531	4,0
Ściany piwnic	0,824	1,213	4,0
Stropodach	0,962	1,040	4,5
Podłoga na gruncie w piwnicy	0,285	3,514	2,2

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	3,2 / 2,6	2,6
okna	2,5 / 1,6	1,6

5.3 System grzewczy

Stan techniczny węzła dostateczny, wymaga przebudowy przy wymianie instalacji c.o.. Instalacja od czasu wykonania nie modernizowana tylko częściowy montaż zaworów termostatycznych. Grzejniki żeliwne stare - do wymiany.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa wytwarzana zdalaczynnie. Odbiór za pomocą węzła w budynku.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie.

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

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u> Przegrody zewnętrzne poziome mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła</p>	Należy docieplić ściany zewnętrzne, stropodach i zapewnić obecnie wymagany opór cieplny.
2	<p><u>Okna i drzwi</u> są w dobrym stanie technicznym, o niskim współczynniku U [W/m²K]</p>	Wymiana pozostałych drewnianych okien i drzwi
3	<p><u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> c.w.u. przygotowywane zdalaczynnie - odbiór w węźle.</p>	Wymiana wewnętrznej instalacji c.w.u. - skorodowane rury, brak izolacji
4	<p><u>System grzewczy</u> Węzeł cieplny. Grzejniki stare żeliwne. Zawory termostatyczne są.</p>	Wymiana grzejników i 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.	Ściany	Ocieplenie ścian - metoda bezspoinowa (styropian)
2.	Dach	Położenie nowej warstwy izolacji w postaci styropapy.
3.	Okna i drzwi	Wymiana na nowe zespolone z mikrowentylacją i nawiewnikami okiennymi

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		Ocieplenie dachu styropapą
		Ocieplenie ścian - styropianem
		Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej

**) może być rozpatrywane jako jedno przedsięwzięcie*

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	°C
t_{zo}	-20,0	-20,0	°C
S_d dla przegród zewnętrznych	3 742	3 742	dzień·K·a
O_{0m}, O_{1m}	15 225,37	15 225,37	zł/mc
O_{0z}, O_{1z}	38,97	38,97	zł/GJ
A_{b0}, A_{b1}	0,00	0,00	zł/m-c

Ceny wyliczone w oparciu o aktualne zużycie oleju opałowego i faktur za jego zakup.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat $A = 590,0 \text{ m}^2$		
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia $A_{\text{kosz}} = 601,8 \text{ m}^2$		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$						
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	$\text{m}^2\text{K/W}$		2,500	3,000	3,500
3	Opór cieplny R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,531	3,031	3,531	4,031
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	359,1	62,9	54,0	47,3
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0444	0,0078	0,0067	0,0059
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		19 773	20 368	20 816
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		236	259	273
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		142 032	155 980	164 300
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		7,18	7,66	7,89
10	U_0, U_1	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,882	0,330	0,283	0,248
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 :		155 980 zł	SPBT= 7,66 lat	

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne piwnic		
Dane:				powierzchnia przegrody do obliczania strat	A =	211,3 m ²
				powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia	A_{kosz} =	215,6 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany metodą bezspoinową z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$. Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji, przy której nie będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji, przy której będzie spełnione wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$						
wariant 3: o grubości 2 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,06	0,08	0,1
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		1,579	2,105	2,632
3	Opór cieplny R	m ² K/W	1,213	2,792	3,318	3,845
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	56,3	24,5	20,6	17,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0070	0,0030	0,0025	0,0022
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/a		2 127	2 386	2 574
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200	210	220
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		43 112	45 268	47 423
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		20,27	18,97	18,42
10	U_0, U_1	W/m ² K	0,824	0,358	0,301	0,260
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 :	45 268 zł	SPBT=	18,97 lat	

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji					Przegroda		
					okna		
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 13,65 \text{ m}^2$</p> <p>$V_{nom} = V \cdot \Psi \cdot c_m = 232 \text{ m}^3/\text{h}$</p> <p>$c_w = 1,2$</p>							
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienia obejmują:</p> <p>Wariant 1: okna z PCV $U = 2$ $a = 1,0$ z nawiewnikami sterow. ręcznie</p> <p>wariant 2: okna z PCV $U = 1,8$ $a = 0,5$ z nawiewnikami sterow. ciśnieniowo</p> <p>wariant 3: okna z PCV $U = 1,6$ $a < 0,3$ z nawiewnikami higrosterowanymi</p>							
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty			
				1	2	3	
1	Współczynnik przenikania okien	U	W/m ² K	2,5	2,0	1,8	1,6
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,1	1,00	0,85	0,70
		C_m	-	1,2	1,00	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A_{ok} \cdot U$		GJ/a	11,00	8,80	7,90	7,10
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot Sd$		GJ/a	33,60	30,60	26,00	21,40
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$		GJ/a	44,6	39,4	33,9	28,5
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$		MW	0,0014	0,0011	0,0010	0,0009
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$		MW	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$		MW	0,0046	0,0043	0,0042	0,0041
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$		zł/rok		257	233	229
10	Koszt wymiany okien N_{ok}		zł		11 603	12 285	12 968
11	Koszt modernizacji wentylacji N_w		zł		945	945	945
12	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$		lata		48,74	56,88	60,83
Podstawa przyjętych wartości N_u							
wariant 1: wymiana		13,65	m2 okien*	850	zł/szt =	11 603 zł	
wariant 2: wymiana		13,65	m2 okien*	900	zł/m ² =	12 285 zł	
wariant 3: wymiana		13,65	m2 okien*	950	zł/m ² =	12 968 zł	
Wybrany wariant : 2		Koszt : 13 913 zł		SPBT = 56,88 lat			

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji				Przełoga		
				okna		
<p>Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 9,35 \text{ m}^2$ $V_{nom} = l \cdot \Psi \cdot c_m = 133 \text{ m}^3/\text{h}$ $c_w = 1,2$</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Usprawnienia obejmują:</p> <p>Wariant 1: okna z PCV $U = 2$ $a = 1,0$ z nawiewnikami sterow. ręcznie</p> <p>wariant 2: okna z PCV $U = 1,8$ $a = 0,5$ z nawiewnikami sterow. ciśnieniowo</p> <p>wariant 3: okna z PCV $U = 1,6$ $a < 0,3$ z nawiewnikami higrosterowanymi</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	3,2	2,9	2,7	2,6
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji C_r	-	1,1	1,00	0,85	0,70
		C_m	-	1,2	1,00	1,00
3	$8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{ok} \cdot U$	GJ/a	9,70	8,80	8,20	7,90
4	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	19,30	17,60	14,90	12,30
5	$Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a	29,0	26,4	23,1	20,2
6	$10^{-6} \cdot A_{ok} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	MW	0,0012	0,0011	0,0010	0,0010
7	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW	0,0030	0,0029	0,0028	0,0028
9	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		120	147	113
10	Koszt wymiany okien N_{ok}	zł		795	8 462	8 929
11	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		6,65	57,61	79,01
Podstawa przyjętych wartości N_u						
wariant 1: wymiana		9,35 m2 okien*	85	zł/szt =	795 zł	
wariant 2: wymiana		9,35 m2 okien*	905	zł/m ² =	8 462 zł	
wariant 3: wymiana		9,35 m2 okien*	955	zł/m ² =	8 929 zł	
Wybrany wariant : 2		Koszt : 8 929 zł	SPBT = 57,61 lat			

7.2.6. 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	Docieplenie ścian zewnętrznych	155 980	7,7
2	Docieplenie dachu	62 246	12,3
3	Docieplenie ścian piwnic	45 268	19,0

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

Dane: $Q_{oco} = 824$ GJ/a

Założenia dla stanu istniejącego

- 1 Ogrzewanie z węzła ciepłego
- 2 Częściowa izolacja na przewodach w urządzeniach
- 3 Przy grzejnikach zamontowane są częściowo zawory termostacyjne, rurociągi do wymiany
- 4 Węzeł ciepłowniczy jest w dobrym stanie technicznym
- 5 W węźle istnieje automatyka bez regulacji pogodowej

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

lp.	opis	ilość	cena jedn.	koszt
1	całkowita wymiana instalacji c.o.	1	163 292	163 292
koszt			zł	163 292

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

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
	Rodzaj systemu zasilania	sieć ciepła	sieć ciepła
1	sprawnność wytwarzania	$\eta_{H,g} = 1,00$	$\eta_{H,g} = 1,00$
2	sprawnność przesyłu	$\eta_{H,d} = 0,80$	$\eta_{H,d} = 0,97$
3	sprawnność regulacji i wykorzystania	$\eta_{H,e} = 0,85$	$\eta_{H,e} = 0,98$
4	sprawnność akumulacji	$\eta_{H,s} = 1,00$	$\eta_{H,s} = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta_{tot} = \mathbf{0,6800}$	$\eta = \mathbf{0,9506}$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1,00$	$w_t = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,95$	$w_d = 0,95$

Uzasadnienie przyjętych sprawności

Opis	Wartości dla budynku - stan istniejący	Wartości dla budynku - stan po modernizacji
sprawnność wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$	węzeł ciepły	modyfikacja
sprawnność przesyłu $\eta_{H,d}$	przewody nieizolowane, rurociągi skorodowane, zakamienione	wymiana
sprawnność regulacji i wykorzystania $\eta_{H,e}$	zawory termostacyjne przy grzejnikach żeliwnych	wymiana grzejników, montaż zaworów termostacyjnych
sprawnność akumulacji $\eta_{w,s}$	brak zbiornika buforowego	bez zmian
uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby w_d	uwzględnienie przerw w ogrzewaniu w ciągu tygodnia i w ciągu doby	bez zmian

7.3.1 Ocena proponowanego przedsięwzięcia

I.p.	Omówienie	jedn.	Stan istn.	Stan po modern.
1	Obliczeniowa moc cieplna	MW	0,11175	0,06975
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu	GJ/rok	823,95	482,54
3	Ogólna sprawność systemu ogrzewania η_{tot}	-	0,68	0,95
4	Obniżenie nocne	-	1,00	1,00
5	Obniżenie tygodniowe	-	0,95	0,95
6	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby CO z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu	GJ/rok	1151,11	482,24
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	44 854,61	18 791,16
8	Roczna opłata stała	zł/rok	25 113,18	15 674,67
9	Roczny abonament	zł/rok	0	0
10	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	69 967,79	34 465,83
11	Różnica	zł/rok		35 502
12	Koszt	zł		163 292
13	SPBT	lat		4,60

7.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu			
		1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X
2	Docieplenie ścian zewnętrznych	X	X	X	
3	Docieplenie dachu	X	X		
4	Docieplenie ścian piwnic	X			

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

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
2	1+2+3+4	448 682
3	1+2+3	403 414
4	1+2	341 168
5	1	163 292

7.4.2. 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	w_t	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oплата c.o.	$q_{cwu}^{2)}$	$Q_{cwu}^{2)}$	Oплата c.w.u.	$q_{co} + q_{cwu}$	$Q_{co} + Q_{cwu}$	Oплата 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/rok
1	0,069750	483	0,951	0,95	1,00	482,24	31 536,53	0,0042	60	3 108,49	0,0740	542	34 645,02	669	38 431,27
2	0,074171	518	0,951	0,95	1,00	517,95	33 735,89	0,0042	60	3 108,49	0,0784	578	36 844,38	633	36 231,91
3	0,083533	594	0,951	0,95	1,00	593,57	38 393,35	0,0042	60	3 108,49	0,0877	654	41 501,84	558	31 574,45
4	0,111750	824	0,951	0,95	1,00	823,43	52 506,29	0,0042	60	3 108,49	0,1160	883	55 614,78	328	17 461,51
0-stan istniejący	0,111750	824	0,680	0,95	1,00	1 151,11	69 967,79	0,0042	60	3 108,49	0,1160	1 211	73 076,29		

wariant wybrany do realizacji

¹⁾- wyniki z programu Audytor OZC 4.8Pro - obliczenie mocy

²⁾- wyniki z programu Audytor OZC 4.8Pro - obliczenie zużycia ciepła

7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite zł	Roczna oszczędność kosztów energii zł	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię %	Planowana kwota środków własnych i kwota pożyczki z WFOŚiGW w Katowicach [zł,%] [zł,%]		Premia termomodernizacyjna [zł]	
					20% umorzenie pożyczki	dotacja z NFOSiGW 30% całkowitych kosztów	7	8
1	2	3	4	5	6		7	8
1	Modernizacja instalacji c.o.	448 682	38 431	55,2%	89 736	20,0%	71 789	134 605
	Docieplenie ścian zewnętrznych				358 946	50,0%		
	Docieplenie dachu				134 605	30,0%		
2	Modernizacja instalacji c.o.	403 414	36 232	52,3%	80 683	20,0%	64 546	121 024
	Docieplenie ścian zewnętrznych				322 731	50,0%		
	Docieplenie dachu				121 024	30,0%		
3	Modernizacja instalacji c.o.	341 168	31 574	46,0%	68 234	20,0%	54 587	102 351
	Docieplenie ścian zewnętrznych				102 351	30,0%		
					272 935	50,0%		
4	Modernizacja instalacji c.o.	163 292	17 462	27,1%	32 658	20,0%	26 127	48 988
					48 988	30,0%		
					130 633	50,0%		

7.4.4. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

- docieplenie stropodachu
- docieplenie ścian zewnętrznych
- modernizację instalacji c.o.
- docieplenie ścian piwnic

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 55,2% czyli powyżej 15%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 89 736 zł, co spełnia oczekiwania inwestora;

Zaleca się, aby w trakcie trwania oraz po termomodernizacji przystosować obiekt do wszelkich wymagań i przepisów zawartych w Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w zakresie m.in. bezpieczeństwa pożarowego o sanitarnego.

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace.

- Ocieplenie dachu poprzez położenie na istniejącej konstrukcji styropapy (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$), o grubości 20 cm. 327,6 m²
- Modernizację instalacji c.o. poprzez wymianę grzejników 1,0 szt
- Ocieplenie ścian styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$) o grubości 16 cm. 601,8 m²
- Ocieplenie ścian piwnic styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$) o grubości 12 cm. 211,3 m²

8.2. Uproszczony przedmiar robót optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Opis	Obmiar	Cena jedn.	Koszt całkowity
		m ² / szt.	zł/m ² , zł/szt.	zł
1	Docieplenie ścian zewnętrznych	601,83	259	155 980
2	Docieplenie dachu	327,61	190	62 246
3	Docieplenie ścian piwnic	211,33	214	45 268
4	Modernizacja instalacji c.o.	1	163 292	163 292
			SUMA	426 785

8.2. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	426 785
Udział środków własnych inwestora:	89 736
Pożyczka WFOSiGW w Katowicach:	213 393
Przewidywana dotacja NFOSiGW	71 789
Czas zwrotu nakładów SPBT	11,1

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

- Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
- Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
- Realizacja robót i odbiór techniczny
- Wystąpienie o premię termomodernizacyjną
- Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy
- Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 2 Obliczenie współczynników przenikania przegród
- Załącznik 3 Określenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 5 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła**Opłaty za zużycie na podstawie taryfy Tauron Ciepło**

- koszty wyliczone na podstawie taryfy EC2DBCb
- opłaty bez zmian przed i po modernizacji budynku

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną z przesyłem	zł/(MW-m-c)	15 225,37	18 727,21
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	15 225,37	18 727,21
<hr/>			
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	31,68	38,97
Razem opłata zmienna	zł/GJ	31,68	38,97
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0,00	0,00

Po modernizacji

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną z przesyłem	zł/(MW-m-c)	15 225,37	18 727,21
Razem opłata stała	zł/(MW-m-c)	15 225,37	18 727,21
<hr/>			
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	31,68	38,97
Razem opłata zmienna	zł/GJ	31,68	38,97
Abonament	zł/(pkt. pomiarowy m-c)	0,00	0,00

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
Ściany zewnątrzne	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	1,882
	Cegła pełna	0,250	0,770	0,325	
	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
			razem 0,531		
Ściany piwniczne	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	0,824
	Cegła pełna	0,500	0,770	0,649	
	Suprema	0,050	0,140	0,357	
	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				R _j 0,130	
				R _e 0,040	
			razem 1,213		
Dach	Papa na lepiku asfaltowym x2	0,006	0,180	0,033	1,372
	Suprema	0,050	0,140	0,357	
	Strop DZ3	0,240	0,043	0,180	
	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,82	0,018	
				R _j 0,100	
				R _e 0,040	
			razem 0,729		
Podłoga na gruncie w piwnicy	Lastriko	0,030	0,720	0,042	0,285
	Posadzka cementowa	0,050	1,400	0,036	
	Warstwa żużkowa	0,200	0,220	0,909	
	Papa izolacyjna	0,005	0,18	0,028	
	Piasek ubity	0,200	0,4	0,500	
				R _g 2,000	
				razem 3,514	

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
Ściany zewnątrzne	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	0,248
	Styropian	0,140	0,040	3,500	
	Cegła pełna	0,250	0,770	0,325	
	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				0,000	
				R _{si} 0,130	
				R _{se} 0,040	
			razem 4,031		
Ściany piwniczne	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	0,237
	Styropian	0,120	0,040	3,000	
	Cegła pełna	0,500	0,770	0,649	
	Suprema	0,050	0,140	0,357	
	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,820	0,018	
				0,000	
				R _j 0,130	
				R _e 0,040	
			razem 4,213		
Dach	Papa na lepiku asfaltowym x2	0,006	0,180	0,033	0,211
	Styropapa	0,160	0,040	4,000	
	Suprema	0,050	0,140	0,357	
	Strop DZ3	0,240	0,043	0,180	
	Tynk cementowo wapienny	0,015	0,82	0,018	
				R _i 0,100	
				R _e 0,040	
			razem 4,729		
Podłoga na gruncie w piwnicy	Lastriko	0,030	0,720	0,042	0,285
	Posadzka cementowa	0,050	1,400	0,036	
	Warstwa żużkowa	0,200	0,220	0,909	
	Papa izolacyjna	0,005	0,18	0,028	
	Piasek ubity	0,200	0,4	0,500	
				R _g 2,000	
				razem 3,514	

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

pomieszczenie	ilość	powietrza wg.	Strumień w m³/s	powietrza w
kuchnia	1	70	0,019	0,019
łazienka (z WC lub bez)	2	50	0,014	0,028
oddzielne wc	2	30	0,008	0,017
liczba osób	150	20	0,006	0,833
ŁĄCZNIE V_o				0,897

$V_o = 3\,230 \text{ m}^3/\text{h}$
 Kubatura wentylowana budynku $V = 3\,997 \text{ m}^3$
 przyjęta krotność wymiany powietrza wentylacyjnego $0,81 \text{ h}^{-1}$
 na podstawie szczegółowych obliczeń Programu Auditor OZC

Minimalny strumień powietrza wentylacyjnego wg PN-83/B-03430 $V_{\text{nom}} = \Psi = 3\,230 \text{ m}^3/\text{h}$

Współczynniki korekcyjne

	Przed wymianą okien	Bez zmian
c_r	1,0	1,0
c_w	1,0	1,0
c_m	1,0	1,0

c_r	1,0	1,0
c_w	1,0	1,0
c_m	1,0	1,0

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

$$c_r * c_w * V_{\text{nom}} = 3\,230 \text{ m}^3/\text{h}$$

Do obliczeń zapotrzebowania na moc cieplną q [MW]

$$c_m * V * 0,5 = 1\,999 \text{ m}^3/\text{h}$$

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*deg	4,19	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{cw}	l/os	150	150
jed.odniesienia -	os	8	8
temperatura wody ciepłej w podgrzewaczu θ_{cw}	°C	50	50
temperatura wody zimnej θ_0	°C	10	10
współczynnik korekcyjny temp. k_t	-	1,12	1,12
czas użytkowania $t_{u,z}$	doba	219	219
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd} = V_{cw} * L * c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t * t_{u,z} / (1000 * 3600)$	kWh/rok	13 703	13 703
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$	-	0,97	0,97
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$	-	0,85	0,85
sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$	-	1	1
sprawność sezonowa wykorzystania	-	1	1
sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$	-	0,8245	0,8245
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W}$	kWh/a	16 620	16 620
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,W \text{ netto}}$	GJ/a	60	60

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	budynku - stan	budynku - stan po
(1)	(2)	(3)	(4)
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L * V_{cw}) / (18 * 1000)$	m ³ /h	0,07	0,07
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 * L^{-0,244}$	-	5,611	5,611
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_0) * k_t / \eta_{w,tot} / 10^6$	GJ/m ³	0,228	0,228
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} * Q_{cwj} * N_h * 10^6 / 3600$	kW	23,7	23,7
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	4,2	4,2

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 4.8 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, MW	ciepła Q_H , GJ/a
1	0,06975	482,54
2	0,07417	518,27
3	0,08353	593,95
4	0,111750	823,95
0 - stan istniejący	0,111750	823,95