

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

Wielorodzinnego



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

Adres budynku	ulica: Ziętek 5 kod: 42-693 powiat: województwo:	miejsowość: Krupski Młyn tarnogórski śląskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : tytuł zawodowy:	Dawid Zielonka mgr inż.

TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Mieszkalny wielorodzinny	1.2. Rok budowy	Lata 50
1.3. Inwestor (nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)	Gmina Krupski Młyn ul. Krasickiego 9 kod 42-693 Krupski Młyn	1.4. Adres budynku ul. Ziętek 5 kod 42-693 Krupski Młyn powiat tarnogórski woj. śląskie	
2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt Dawid Zielonka REGON: 360294149 Krupski Młyn ul. Zawadzkiego 4/4			
3. Imię i nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis mgr inż Dawid Zielonka, Zawadzkiego 4/4 Krupski Młyn NIP: 645-242-90-70 Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej oraz audytów energetycznych o numerze wpisu do rejestru 10107 <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			
4			
5. Miejscowość	Krupski Młyn	Data wykonania opracowania	18.12.2018
6. Spis treści			
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.	Dokumentacja fotograficzna		7
5.	Ocena stanu technicznego budynku		11
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		13
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		14
8.	Opis wariantu optymalnego		23

TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU ¹⁾

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna, murowana	bez zmian
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	5 038,70	5 038,70
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	1 171,00	1 171,00
5.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	1 171,00	1 171,00
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	0,00	0,00
7.	Liczba lokali mieszkalnych	27	27
8.	Liczba osób użytkujących budynek	54	54
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	indywidualne pomieszczeniowe	indywidualne pomieszczeniowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	akumulacyjne elektryczne	akumulacyjne elektryczne
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,23	0,23
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m²K]			
1.	Ściana zewnętrzna	1,31	0,19
2.	Ściana przy gruncie	0,74	0,20
3.	Stropodach	0,20	0,20
4.	Podłoga na gruncie	0,35	0,35
5.	Okna	1,10	1,10
6.	Drzwi	1,70	1,7
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,80	0,80
2.	Sprawność przesyłu [-]	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,70	0,70
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw 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 [-]	0,85	0,85
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji [-]	0,95	0,95
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanaly	okna/kanaly
3.	Strumień powietrza zewnętrznego [m ³ /h]	1 599	1 599
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	1,00	1,00
6. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	99,70	52,10
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]	7,54	7,54
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	698,81	271,85
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1247,88	485,45

5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	84	0
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	165,78	64,49
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m ² rok]	296,04	115,16
10 ²⁾	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00%	0,00%
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku 3) [zł/GJ]	38,13	38,13
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	30,33	30,33
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc [zł/(MWm-c)]	-	-
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m ² powierzchni użytkowej [zł/(m ² m-c)]	3,39	0,00
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł/m-c]	0,00	0,00
7.	Inne [zł]	0	0
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	242 717,76	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	57,24%
Planowane koszty całkowite	285 550,30	Premia termomodernizacyjna	58 142,91
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	29 071,46		

1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku

2) U_{oze} [%] obliczamy 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

3) Opłata zmienna związana jest z dystrybucją i przesyłem jednostki energii

4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

Projekt budowlano-architektoniczny
Informacje uzyskane podczas inwentaryzacji budynku

3.2. Inne dokumenty

Normy i rozporządzenia:

* Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów – Dz.U.Nr.223,poz,1459, dalej zwana Ustawą termomodernizacyjną.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmów oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego. Dalej zwane Rozporządzeniem dot. audytów termomodernizacyjnych.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.

* Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej Infrastruktury z dnia 5 lipca 2013 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 926), dalej zwane Warunkami Technicznymi.

* 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”.

* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego”

° Polska Norma PN-EN ISO 13790:2009 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.

3.3. Data wizji lokalnej

11.12.2018 r.

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

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku.
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
 - 0

3.5. Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia

Wielkość środków własnych inwestora przeznaczonych na pokrycie kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	42 832,55	zł
Kwota dofinansowania	242 717,76	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza	komunalna	X
Przeznaczenie budynku	mieszkalny X	mieszk-usługowy	inny	
Adres	kolonia Ziętek 5, Krupski Młyn			
Budynek	wolnostojący X	segment w zabudowie szeregowej		
	bliźniak	blok mieszkalny, wielorodzinny X		

Rok budowy		Lata 50		Rok zasiedlenia		Lata 50	
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]	541,80	6	Budynek podpiwniczony	Tak		
2	Kubatura budynku [m ³]	6591,00	7	Liczba klatek schodowych	3		
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szypów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii [m ³]	5038,70	8	Liczba kondygnacji	3		
4	Powierzchnia użytkowa [m ²]	1171,00	9	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,7		
5	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	1171,00	10	Liczba użytkowników	54		

- 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. Dokumentacja fotograficzna



4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Istniejący budynek jest obiektem wolnostojącym o wymiarach, o trzech kondygnacjach, podpiwniczony, konstrukcji tradycyjnej murowane. Ściany przy gruncie z cegły pełnej, przewiązane co kilka warstw bloczkami żużłobetonowymi, grubość ścian 53 cm. Ściany zewnętrzne nadziemne, z cegły pełnej i bloczków żużłobetonowych, grubości 44 cm, obustronnie tynkowane, nieocieplone.

Stropy DMS.

Pokrycie dachu stanowi papa asfaltowa, strop nad ostatnią kondygnacją ocieplony wełną mineralną grubości 20 cm..

Okna pcv o wartości współczynnika przenikania $U = 1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Drzwi zewnętrzne frontowe o współczynniku przenikania $U = 1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p.	Opis	Pow. netto m ²	U W/(m ² *K)	Pow. okien i drzwi balk. m ²	U okna W/(m ² *K)	Pow. drzwi m ²	U drzwi W/(m ² *K)
1	Ściana zewnętrzna	1258,7	1,306	198,00	1,10	5,40	1,70
2	Ściana przy gruncie	238,28	0,742				
3	Stropodach	541,8	0,199				
4	Podłoga na gruncie	361,89	0,351				

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]	99,70
4.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cwu	[kW]	7,54
5.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	698,81
6.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	[GJ]	1247,88
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	38,13
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ogrzewanie indywidualne mieszkaniowe
2.	Parametry pracy instalacji	-
3.	Przewody w instalacji	-
4.	Rodzaje grzejników	-
5.	Oslonięcie grzejników	-
6.	Zawory termostatyczne	-
7.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu /liczba godzin na dobę	-
8.	Modernizacja instalacji po roku 1984	-

Wartości współczynników systemu ogrzewania dla stanu sprzed termomodernizacji

Lp	Opis	Wartość współczynnika	
1	Wytwarzanie ciepła	η_g	0,80
2	Przesyłanie ciepła	η_d	1,00
3	Regulacja i wykorzystanie	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}	0,56
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.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda przygotowywana miejscowo z elektrycznych podgrzewaczy akumulacyjnych.
2.	Piony i ich izolacja	Brak
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	Brak

4.g. Charakterystyka węzła ciepłego lub kotłowni w budynku

Ogrzewanie mieszkaniowe indywidualne (piece kaflowe, piece pomieszczeniowe)

4.h. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	1 599

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1 Przegrody zewnętrzne

przegroda	U [w/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
Ściana zewnętrzna	1,31	0,20
Ściana przy gruncie	0,74	0,20
Stropodach	0,20	0,15
Podłoga na gruncie	0,35	0,30

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest niezadowalający. Współczynniki przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych odbiegają od zakładanych WT 2021.

5.2. Okna i drzwi

przegroda	U [W/m ² *K]	
	istniejące	wymagane
drzwi zewnętrzne	1,7	1,3
okno	1,1	0,9

5.3 System grzewczy

Budenek zasilany w ciepło na potrzeby ogrzewania z indywidualnych pomieszczeniowych piecy.

5.4 System zaopatrzenia w ciepłą wodę

Ciepła woda użytkowa przygotowywana za pomocą akumulacyjnych podgrzewaczy elektrycznych.

5.5 Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne.

Zbiorcze 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	Należy docieplić ściany zewnętrzne nadziemne i przy gruncie
2	<u>Okna i drzwi</u> okna o współczynniku przenikania ciepła 1,1, drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,7[W/m ² K]	Bez zmian
3	<u>Wentylacja grawitacyjna.</u> Wentylacja grawitacyjna.	-
4	<u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u> Ciepła woda przygotowywana za pomocą podgrzewaczy elektrycznych akumulacyjnych	Bez zmian
5	<u>System grzewczy</u> Ogrzewanie indywidualne mieszkaniowe	Bez zmian

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 przegrody zewnętrzne, dach	Ocieplenie ścian zewnętrznych budynku
2	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez drzwi i okna	-
3	Zmniejszenie strat na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	-
4	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	Bez zmian

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	Możliwe obniżenie zużycia ciepła poprzez ocieplenie ścian zewnętrznych
II	Usprawnienie dotyczące instalacji c.o.	Bez zmian

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

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

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

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}	20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}	-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
Sd dla przegród zewnętrznych, $t_{wo} = 20^{\circ}\text{C}$	3 617	3 617	dzień·K·a
O_{0m} , O_{1m}	0,00	0,00	zł/(MW·mc)
O_{0z} , O_{1z} (średnie wyliczenia na podstawie danych uzyskanych od inwestora)	38,13	38,13	zł/GJ
A_{b0} , A_{b1}	0,00	0,00	zł/m-c

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana zewnętrzna		
<div>Dane:<div>powierzchnia przegrody do obliczania strat<div>A=1258,7</div></div>powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia<div>A_{kosz}=1321,6</div></div>						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany z użyciem styropainu o współczynniku przewodzenia ciepła λ=0,033 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,20 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,12	0,15	0,18
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	1,31	0,23	0,19	0,16
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A·U _c	GJ/a	513,7	89,3	74,1	63,2
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(t _{w0} -t _{z0})·U _c	MW	0,0592	0,0103	0,0085	0,0073
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})·O _z +12(q _{oU} -q _{1U})·O _m	zł/a		16 182	16 762	17 178
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		160	180	200
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		211 461,60	237 894,30	264 327,00
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		13,1	14,2	15,4
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych - wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt : 237 894,30 zł		SPBT= 14,2 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana przy gruncie		
Dane:				A	=	238,3 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A_{kosz}	=	238,3 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia						
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany przy użyciu styropianu u o współczynniku przewodzenia ciepła λ= 0,033 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant optymalny: o minimalnej grubości warstwy izolacji, przy której jest spełnione wymaganie max wartości współczynnika U≤0,20 W/m2K						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12	0,15
3	Współczynnik U _c przed i po przeprowadzeniu modernizacji	m ² ·K/W	0,74	0,23	0,20	0,17
4	Q _{0U} , Q _{1u} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A·U _C	GJ/a	55,2	17,0	14,9	12,6
5	q _{oU} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A*(t _{w0} -t _{z0})*U _C	MW	0,0064	0,0020	0,0017	0,0015
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (Q _{0U} -Q _{1U})O _z +12(q _{oU} -q _{1U})O _m	zł/a		1 457	1 537	1 624
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		190	200	225
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		45 273,20	47 656,00	53 613,00
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		31,1	31,0	33,0
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1 m ² wg średnich cen lokalnych wymaga zweryfikowania po wykonaniu kosztorysów na podstawie projektu						
Wybrany wariant : 2		Koszt :	47 656,00 zł	SPBT=	31,0 lat	

7.2.3. 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 nadziemnych	237 894,30	14,19
2	Docieplenie ścian przy gruncie	47 656,00	31,01

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

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

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Do analizy przyjęto następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych:

Lp	Ulepszenie termomodernizacyjne	Nr wariantu	
		1	2
1	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych	X	X
2	Docieplenie ścian przy gruncie	X	

7.3.2. Zestawienie kosztu poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych

Lp.	Zakres ulepszeń wchodzących w skład wariantu termomodernizacyjnego	Koszt wariantu [zł]
1	1+2	285 550,30
2	1	237 894,30

7.3.3. Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

	C.O.						C.W.U.			C.O. + C.W.U.			Zmiana	
warianty	$q_{co}^{1)}$	Q_{co} wg obl. ¹⁾	η	w_d	$Q_{co} \cdot w_d / \eta$	Oplata c.o.	$q_{cw}^{2)}$	$Q_{cw}^{2)}$	Oplata c.w.u.	$q_{co} + q_{cw}$	$Q_{co} + Q_{cw}$	Oplata c.o.+c.w.u.	ΔQ_{co+cw}	Oszczędn.
	MW	GJ/rok			GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok
2	0,052	271,85	0,56	1,00	485,45	18 510,21	0,008	84,00	14 000,00	0,060	569,45	32 510,21	762,43	29 071,46
1	0,052	288,23	0,56	1,00	514,70	19 625,51	0,008	84,00	14 000,00	0,060	598,70	33 625,51	733,18	27 956,15
0-stan istniejący	0,100	698,81	0,56	1,00	1 247,88	47 581,66	0,008	84,00	14 000,00	0,107	1 331,88	61 581,66		

wariant wybrany do realizacji

7.3.4. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna [zł]		
		zł	zł	%	[zł,%] [zł,%]		20% kredytu	16% całkowitych kosztów	2-letnie oszczędności
1	2	3	4	5	6		7	8	9
2	Docieplenie ścian przy gruncie	285 550,30	29 071,46	57,2%	42 833	15%	48 544	45 688	58 143
	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych				242 718	85%			
1	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych	237 894,30	27 956,15	55,0%	35 684 202 210	15% 85%	40 442	38 063	55 912

7.3.5. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Na podstawie dokonanej oceny oraz konieczności zastosowania odnawialnych źródeł energii, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

- 1 Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych
- 2 Docieplenie ścian przy gruncie

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie 57,24%
2. planowany kredyt nie przekracza wartości możliwej do zaciągnięcia przez inwestora
3. środki własne inwestora wyniosą 42 832,55 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 oraz sanitarnego.

Zaleca się również przywrócenie do stanu sprzed rozpoczęcia prac wszystkich elementów budowlanych.

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. Ocieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości 15 cm,
2. Ocieplenie ścian przy gruncie styropianem (o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/(m K)}$), o grubości 12 cm.

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
2	Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych	1321,64	180	237 894,30
3	Docieplenie ścian przy gruncie	238,3	200	47 656,00
			SUMA	285 550,30

8.3. Charakterystyka finansowa wybranego wariantu

Kalkulowany koszt robót wyniesie:		285 550,30 zł
Udział środków własnych inwestora:	15,0%	42 833 zł
Dofinansowanie:	85,0%	242 718 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna:		58 143 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT		9,82 lat

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Wyniki komputerowych obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie
- Załącznik 2 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania cwu
- Załącznik 3 Obliczenie opłat za zużycie ciepła
- Załącznik 4 Obliczenie efektu ekologicznego i energetycznego dla inwestycji
- Załącznik 5 Ocena opłacalności modernizacji oświetlenia wewnętrznego

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie dla
poszczególnych wariantów termomodernizacyjnych
wykonane przy pomocy programu Audytor OZC 6.6 PRO**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	MW	GJ/rok
1	0,0521	271,85
2	0,0524	288,23
0 - stan istniejący	0,0997	698,81

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
(1)	(2)	(3)
ciepło właściwe wody c_w	kJ/(kg*dK)	4,19
gęstość wody ρ	kg/m ³	1000
jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody V_{wi}	dm ³ /(m ² *dzień)	1,00
powierzchnia ogrzewana A_f	m ²	1171
temperatura ciepłej wody użytkowej w zaworze czerpalnym θ_{cw}	°C	55
temperatura wody przed podgrzaniem θ_0	°C	10
współczynnik korekcyjny ze wzgl. na przerwy w użytkowaniu k_R	-	0,9
liczba dni w roku t_R	dzień	328,5
roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego $Q_{w,nd}=V_{wi} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) \cdot k_t \cdot t_{uz} / (1000 \cdot 3600)$	kWh/rok	18 133
sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{g,w}$	-	0,96
sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{d,w}$	-	0,85
sprawność sezonowa wykorzystania η_{ew}	-	1
sprawność akumulacji η_{sw}	-	0,95
sprawność całkowita η_w	-	0,775
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	kWh/a	23 391
roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego $Q_{K,w}$	GJ/a	84

Obliczanie zapotrzebowania na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Opis	Jednostka	Wartości dla budynku - stan istniejący
(1)	(2)	(3)
Ilość użytkowników	os.	54
Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody wg PN-92/B-01706 V_{cw}	l	48
Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku $V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (18 \cdot 1000)$	m ³ /h	0,144
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u. $N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$	-	3,521
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody $Q_{cwj} = c_w \cdot \rho \cdot (\theta_{cw} - \theta_0) / 10^6$	GJ/m ³	0,189
Max. moc c.w.u. $q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$	kW	26,6
Średnia moc c.w.u. $q_{cwu}^{sr} = q_{cwu}^{max} / N_h$	kW	7,5

Obliczenie jednostkowych opłat za zużycie ciepła

Założenia:

- piec węglowy

Przed modernizacją

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło		zł/GJ	31,00
Razem opłata zmienna		zł/GJ	31,00

Po modernizacji

- piec węglowy

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata zmienna za ciepło		zł/GJ	31,00
Razem opłata zmienna		zł/GJ	31,00

Uzyskany efekt energetyczny i ekologiczny inwestycji

Dla wybranych wariantów modernizacji:

Koszt modernizacji:

- Docieplenie ścian zewnętrznych nadziemnych
- Docieplenie ścian przy gruncie

285 550,30 zł

Łącznie

28 550,30 zł

Przewiduję się następujące efekty.

Efekt energetyczny wariantu optymalnego

Efekt energetyczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Zapotrzebowanie na energię cieplną	GJ	1 331,88	569,45
	MWh	369,97	158,18
Zapotrzebowanie na energię dla całego obiektu	MWh	369,97	158,18
Oszczędność w zapotrzebowaniu na energię dla obiektu po uwzględnieniu wszystkich wariantów modernizacji			57,24%

Efekt ekologiczny

Wskaźniki dla pyłu PM10 zostały obliczone na podstawie dokumentu KOBIZE "Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw - kotły o minimalnej mocy cieplnej do 5MW", a następnie przemnożone przez wartość 69,59% na podstawie wielkości podanych w Krajowym bilansie emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014 – 2015 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny poprzez zestawienie wartości emisji TSP ogółem oraz emisji PM 10 ogółem za rok 2015 (s.12-13). Emisja CO₂ dla paliwa stałego została obliczona na podstawie opracowania KOBIZE "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2014 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2017"

Energia elektryczna opracowana na podstawie dokumentu KOBIZE "WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2015 rok" opublikowany w lutym 2017 roku zgodnie z instrukcją wypełniania wniosku. W tym przypadku również wskaźnik został pomnożony przez wartość 69,59% na podstawie wielkości podanych w Krajowym bilansie emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014 – 2015 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny poprzez zestawienie wartości emisji TSP ogółem oraz emisji PM 10 ogółem za rok 2015 (s.12-13).

Założono, że dla węgla kamiennego zawartość popiołu w paliwie wynosi 18%, natomiast dla drewna wartość ta wynosić będzie 15%

Paliwo	Wartość opałowa	Wskaźnik emisji CO ₂
	MWh/Mg	Mg/MWh
Energia elektryczna	-	0,798
Węgiel kamienny	22,67	0,341

Redukcja emisji CO₂ do atmosfery

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię cieplną	GJ	1 331,88	569,45	762,43
	MWh	369,97	158,18	211,79
Emisja CO ₂ dla energii cieplnej	MgCO ₂ /rok	444,15	184,16	259,99
Redukcja emisji CO₂ do atmosfery			58,54%	259,99

Redukcja PM 10

Efekt ekologiczny		Przed Modernizacją	Po Modernizacji	Oszczędność
Zapotrzebowanie na energię cieplną	GJ	1 331,88	569,45	762,43
	MWh	369,97	158,18	211,79
Emisja PM10 dla energii cieplnej	Mg/rok	0,005115	0,002187	0,002928
Redukcja emisji PM10 do atmosfery			57,24%	0,002928
				MgPM10/rok

Zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną

232 964,72 kWh/rok

Stopień redukcji CO₂259,99 MgCO₂/rok

Stopień redukcji PM10

0,002928 Mg/rok

Efekt energetyczny

57,24%

Całkowity koszt modernizacji

285 550,30 zł

WYLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO DLA OPTIMALNEGO WARIANTU CIEPLNEGO

Wskaźniki dla pyłu PM10 zostały obliczone na podstawie dokumentu KOBIZE "Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw - kotły o minimalnej mocy cieplnej do 5MW", a następnie przemnożone przez wartość 69,59% na podstawie wielkości podanych w Krajowym bilansie emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014 – 2015 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny poprzez zestawienie wartości emisji TSP ogółem oraz emisji PM 10 ogółem za rok 2015 (s.12-13). Emisja CO₂ dla paliwa stałego została obliczona na podstawie opracowania KOBIZE "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2014 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2017". Energia elektryczna opracowana na podstawie dokumentu KOBIZE "WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2015 rok" opublikowany w lutym 2017 roku zgodnie z instrukcją wypełniania wniosku. W tym przypadku również wskaźnik został pomnożony przez wartość 69,59% na podstawie wielkości podanych w Krajowym bilansie emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014 – 2015 w układzie klasyfikacji SNAP. Raport syntetyczny poprzez zestawienie wartości emisji TSP ogółem oraz emisji PM 10 ogółem za rok 2015 (s.12-13).

Założono, że dla węgla kamiennego zawartość popiołu w paliwie wynosi 18%, natomiast dla drewna wartość ta wynosić będzie 15%

ZAŁOŻENIA DO EMISJI

Wskaźniki dla węgla kamiennego

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	ruszt stały				ruszt mechaniczny
		nominalna moc cieplna kotła [MW]				
		≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	> 0,5 ÷ ≤ 5
		ciąg naturalny		ciąg sztuczny		
tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/Mg	16 000 × s				
tlenki azotu (NO _x /NO ₂)		2 200	1 000	2 000	3 000	3 200
tlenek węgla (CO)		45 000		70 000	20 000	10 000
dwutlenek węgla (CO ₂)		1 850 000	2 000 000	1 850 000	2 000 000	2 130 000
pył zawieszony całkowity (TSP)		1 000 × A ^r	1 500 × A ^r			2 000 × A ^r
benzo(a)piren		14				3,2

gdzie: A^r - zawartość popiołu wyrażona w procentach [%]

Wskaźniki emisji Energia Elektryczna Współczynnik emisji dla Elektrowni wg KOBIZE

0,00004315 Mg/MWh PM10