

Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Użyteczności publicznej		1.2 Rok oddania do eksploatacji 1910r.
1.3 Właściciel lub zarządca	Gmina Kuźnia Raciborska kod: 47- 420 miejscowość: Kuźnia Raciborska, ul. Słowackiego 4 tel. (32) 419 14 17	1.4 Adres budynku	ul. Raciborska 42 kod: 47- 420; miejscowość: Turze
2. Autor audytu: mgr inż. arch. Tadeusz Nieszporek			
3. Miejscowość: Gliwice. Data wykonania opracowania: czerwiec 2018r.			
4. Spis treści			Strona
1. Strona tytułowa.....			1
2. Karta audytu energetycznego.....			2
3. Wstęp.....			3
3.1 Cel opracowania.....			3
3.2 Wytyczne inwestora.....			3
3.3 Materiały i dane do audytu.....			3
4. Charakterystyka obiektu.....			4
4.1 Stan istniejący.....			4
4.2 Źródło ciepła			5
4.3 Instalacja c.o.			5
4.4 Instalacja wentylacji.....			5
4.5 Ocena stanu technicznego budynku i możliwości poprawy.....			6
5. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego.....			7
6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....			8
6.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.....			8
6.2 Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.....			9
6.3 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.....			17
7. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.....			21
8. Załączniki do audytu.....			22

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	2 138	
4.	Powierzchnia ogrzewana budynku [m ²]	834	
5.	Liczba osób użytkujących budynek	30	
7.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Bojlery elektryczne	
8.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku – stan istniejący	Kotłownia opalana węglem	
9.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku – stan po modernizacji	Kotłownia opalana węglem	
10.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,60	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne W/(m ² K)		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna gr 54 cm	1,16	0,23
2.	Ściana zewnętrzna gr 70 cm	0,93	0,21
3.	Ściana przy gruncie gr 70 cm	0,80	0,20
4.	Dach, blachodachówka (nad użytkowym poddaszem)	2,82	0,18
5.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	2,13	0,18
6.	Dach płaski kryty papą	1,15	0,17
7.	Ściana zewnętrzna, cz. dobudowana (niemodernizowana)	0,23	0,23
8.	Dach, cz. dobudowana (niemodernizowana)	0,19	0,19
9.	Podłoga na gruncie, cz. dobudowana (niemodernizowana)	0,26	0,26
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,82	0,82
2.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
3.	Sprawność przesyłu	0,96	0,96
4.	Sprawność regulacji i wykorzystania	0,82	0,82
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	0,75	0,75
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	0,85	0,85
4. Strumień powietrza wentylacyjnego (wentylacja grawitacyjna) [m ³ /h]		1 945	1 945
5. Charakterystyka energetyczna obiektu			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu ogrzewania c.o. [kW]	75,800	28,508
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	-	-
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/a]	556,56	227,84
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku z uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [GJ/a]	549,66	225,02
5.	Obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u. [GJ/a]	-	-
6.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	72,3	29,6
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1.	Cena 1GJ na ogrzewanie [zł]	49,17	49,17
2.	Opłata stała za 1 m-c – koszty obsługi [zł]	1.200,00	1.200,00
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma pożyczki [zł]	196 677	NPV [zł]	+71 616
Oprocentowanie pożyczki [%]	3	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	59,1
Okres kredytowania [lata]		Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]	15 963

3. Wstęp

3.1 Cel opracowania.

Celem opracowania jest przeprowadzenie analizy możliwości wykonania usprawnień termomodernizacyjnych oraz wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia służącego zmniejszeniu zapotrzebowania na ciepło w budynku Wiejskiego Ośrodka Kultury zlokalizowanego w Turzu przy ul. Raciborskiej 42.

3.2 Wytyczne Inwestora.

Zamierzeniem Inwestora jest zmniejszenie kosztów ponoszonych na zakup paliwa służącego do wytworzenia energii cieplnej oraz poprawienie warunków komfortu cieplnego budynku. Zakres opracowania obejmuje kolejny etap termomodernizacji budynku, w którym wcześniej wykonano już część prac termomodernizacyjnych, wymieniając stolarkę okienną i drzwiową oraz modernizując instalację centralnego ogrzewania.

Realizacja inwestycji ma na celu zmniejszenie strat ciepła budynku oraz zużycia energii cieplnej, co ograniczy koszty ogrzewania oraz przyczyni się do zmniejszenia emisji produktów spalania do atmosfery w źródle ciepła.

Mając na uwadze ekologiczny charakter inwestycji, Inwestor zamierza wystąpić o pomoc finansową do Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.

3.3 Materiały i dane do audytu.

Do wykonania audytu wykorzystano:

1. Projekt architektoniczno-budowlany zmiany konstrukcji dachu oraz wymiany instalacji elektrycznej w części poddasza w istniejącym budynku gminnym zlokalizowanym przy ul. Raciborskiej 42 w miejscowości Turze, Nr działki 790. Data opracowania listopad 2011r.
2. Projekt architektoniczno-budowlany zmiany sposobu użytkowania parteru budynku Miejskiej Biblioteki Publicznej na świetlicę wiejską wraz z salą do gimnastyki oraz zbiornikiem na nieczystości ciekłe zlokalizowaną przy ul. Raciborskiej 42 w miejscowości Turze, Nr działki 790. Data opracowania grudzień 2010r.
3. Wizja lokalna.
4. Informacje o stanie istniejącym obiektu uzyskane od właściciela budynku - dotyczące technologii użytkowania, działania instalacji grzewczych, źródła ciepła i ciepłej wody użytkowej.
5. Obliczenia wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i rozporządzeniami:
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,

(Dz. U. z 2015 r. poz. 1422 z późniejszymi zmianami).

- Obliczenie współczynników przenikania ciepła przez przegrody budowlane - wg normy
- PN-EN-ISO – 6946.
- Obliczenie strat ciepła budynku - wg normy PN - B-03406.
- Obliczenie rocznego zapotrzebowania energii - wg normy PN - B-02025.
- Określenie sprawności systemu grzewczego - wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.

6. Inne wytyczne i ograniczenia:

- Inwestor zamierza:
- dokonać ocieplenia ścian zewnętrznych budynku;
- ocieplić dach oraz strop nad użytkowym poddaszem budynku;

4. Charakterystyka obiektu.

4.1 Stan istniejący.

Obiekt wybudowano w 1910 roku w technologii tradycyjnej – z cegły pełnej. Budynek jest obiektem wolnostojącym dwukondygnacyjnym, podpiwniczonym z użytkowym poddaszem. W ostatnim okresie do obiektu została dobudowana parterowa część wejściowa z wiatrołapem i węzłami sanitarnymi. Obecnie budynek pełni rolę Wiejskiego Ośrodka Kultury.

W piwnicach mieści się kotłownia, skład opału, skład żużla, pomieszczenie palacza i magazyny. Parter zajmuje świetlica, kuchnia i węzeł sanitarny.

Na pierwszym piętrze budynku mieści się przedszkole, biblioteka oraz węzeł sanitarny.

Poddasze użytkowe zajmuje sala komputerowa, pozostała część zostanie zagospodarowana najprawdopodobniej na izbę pamięci.

Ściany zewnętrzne o grubości 54 cm, ściany piwnic o grubości 70 cm, wykonane są z cegły ceramicznej pełnej. Elewacje pokryte tynkiem cementowym. Poddasze przykryte jest dachem dwuspadowym z naczółkami, pokrytym blachodachówką pod którą znajduje się warstwa folii wiatro - izolacyjnej, pustka powietrzna o grubości 2 cm oraz płyty gipsowo – kartonowe. Strop nad częścią użytkową poddasza wykonany jest z płyt gipsowo kartonowych pokrytych warstwą izolacji przeciwwilgociowej. Dach części dobudowanej płaski pokryty papą. Okna PVC oraz drzwi zewnętrzne o niskim współczynniku przenikania ciepła.

Powierzchnia zabudowy wynosi 291,63 m². Powierzchnia części ogrzewanej budynku wynosi 834 m². Kubatura pomieszczeń ogrzewanych 2.138 m³.

4.2 Źródło ciepła.

Obiekt zasilany jest w energię ciepłą dla potrzeb centralnego ogrzewania z lokalnej kotłowni wodnej wyposażonej w kocioł wodny opalany węglem, o mocy 55 kW, wyprodukowany w roku 2008.

Ciepła woda przygotowywana jest w bojlerach elektrycznych.

4.3 Instalacja c.o.

Instalacja centralnego ogrzewania w budynku pracuje w systemie z rozdziałem dolnym. Grzejniki stalowe, płytowe wyposażone w zawory termostatyczne.

4.4 Instalacja wentylacji.

Budynek wyposażony jest w system wentylacji grawitacyjnej wywiewnej. Nie stwierdzono niewłaściwego przewietrzania.

4.5 Ocena stanu technicznego budynku i możliwości poprawy.

l.p.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Przegrody zewnętrzne.</u></p> <p>Współczynniki przenikania ciepła U przekraczają wartości dopuszczalne. Jest to przyczyną nadmiernych strat ciepła:</p> <ul style="list-style-type: none"> -ściana zewnętrzna $U = 1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, -dach poddasza $U = 2,82 \text{ W/m}^2\text{K}$, -dach kryty papą $U = 1,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, -strop pod nieocieplonym poddaszem $U = 2,13 \text{ W/m}^2\text{K}$, 	<p>Ocieplenie przegród zewnętrznych, dla uzyskania wartości U nie większych niż:</p> <ul style="list-style-type: none"> -ściana zewnętrzna $- 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$, - stropodach, dach $- 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
	<p><u>Okna i drzwi zewnętrzne.</u></p> <p>Okna i drzwi zewnętrzne wymienione zostały na nowe o niskim współczynniku przenikania ciepła</p> <p>okna $U = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$;</p> <p>drzwi $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$;</p>	<p>Ze względu na dokonaną w ostatnich latach wymianę stolarki okiennej i drzwiowej - nie przewiduje się modernizacji.</p>
	<p><u>Instalacja grzewcza.</u></p> <p>Instalacja pracująca w systemie pompowym, z rozdziałem dolnym, wyposażona w grzejniki stalowe płytowe oraz termostatyczne zawory grzejnikowe.</p> <p>Izolacja w dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Instalacja nie wymaga modernizacji.</p>
	<p><u>Źródło ciepła.</u></p> <p>Kotłownia wodna wyposażona w kocioł wodny opalany węglem ze spalaniem górnym, o mocy 55 kW.</p> <p>Rok produkcji 2008.</p>	<p>Nie wymaga modernizacji.</p>

5. 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 ciepła przez przenikanie przez dach.	Ocieplenie dachu warstwą wełny mineralnej lub styropianu.
2.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop pod nieocieplonym poddaszem.	Ocieplenie stropu warstwą wełny mineralnej.
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne.	Ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu/styroduru.
4.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany przy gruncie.	Ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styroduru.

6. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

6.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło.

l.p.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
<p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p> <p>6.</p>	<p><u>Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane:</u></p>	<p>Ocieplenie ściany zewnętrznej warstwą styropianu.</p> <p>Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnic warstwą styroduru.</p> <p>Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnic przy gruncie warstwą styroduru.</p> <p>Ocieplenie stropu pod nieogrzewanym poddaszem warstwą wełny mineralnej.</p> <p>Ocieplenie dachu nad użytkowym poddaszem warstwą wełny mineralnej.</p> <p>Ocieplenie dachu krytego papą - część płaska warstwą styropapy.</p>
<p>Uwagi:</p>		

6.2 Wybór optymalnych usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- określenia optymalnego oporu cieplnego dla każdego usprawnienia wymienionego w p. 6.1 dotyczącego zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów charakteryzujących każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

t_{wo} – obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego	+20	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo} – obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	-20	$^{\circ}\text{C}$
S_d – liczba stopniodni	3710	dzień \cdot K \cdot a
O_m – opłata za 1MW mocy odpowiadająca kosztom stałym ponoszonym przez właściciela.	14 953,00	zł/(MW \cdot mc)
Q_z – koszt produkcji 1 GJ.	49,17	zł/GJ
$C_e = O_z + \frac{O_m \cdot (t_{wo} - t_{zo})}{7,2 \cdot S_d} =$ cena 1GJ energii z uwzględnieniem opłat stałych i kosztów produkcji.	71,56	zł/GJ
$W_E = 0,000012 \cdot [O_m \cdot (t_{wo} - t_{zo}) + 7,2 \cdot S_d \cdot O_z]$ Jednostkowa roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z usprawnienia termomodernizacyjnego.	22,9386	zł \cdot K/W \cdot a

6.2.1. Określenie optymalnego oporu cieplnego przegrody zewnętrznej budynku					Przegroda: ściana zewnętrzna 54 cm	
Stan istniejący: $U = 1,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Dod. izolacja: $\lambda = 0,040 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W}$ (materiał: styropian)					$\text{SPBT} = N_u / (\Delta U \cdot W_E)$ $\Delta U = U - 1/(1/U - \Delta R)$	
L.p.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej w cm	ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	U $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	ΔU $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	N_u zł/ m^2	SPBT
1	2	3	4	5	6	7
1.	14	3,50	0,23	0,93	300,00	14,06
Przyjęto ocieplenie ściany warstwą styropianu grubości 14 cm, dla której spełniony jest warunek wynikający z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Dz.U. z 2015r. poz. 1422 z późniejszymi zmianami) $U \leq 0,23 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.						
Wartości N_u przyjęto na podstawie: analizy cen rynkowych.						
Koszt realizacji wybranego usprawnienia: $421 \text{ m}^2 \cdot 300,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 126\,300 \text{ zł}$						

6.2.3. Określenie optymalnego oporu cieplnego przegrody zewnętrznej budynku					Przegroda: ściana zewnętrzna piwnic przy gruncie 70 cm	
Stan istniejący: $U = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Dod. izolacja: $\lambda = 0,032 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W}$ (materiał: styrodur)					$\text{SPBT} = N_u / (\Delta U \cdot W_E)$ $\Delta U = U - 1/(1/U - \Delta R)$	
L.p.	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej w cm	ΔR ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	U $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	ΔU $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Nu zł/ m^2	SPBT
1	2	3	4	5	6	7
1.	12	3,75	0,20	0,60	310,00	22,52
Przyjęto ocieplenie ściany warstwą styroduru grubości 12 cm, dla której spełniony jest warunek wynikający z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Dz.U. z 2015r. poz. 1422 z późniejszymi zmianami) $U < 0,23 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.						
Wartości Nu przyjęto na podstawie: analizy cen rynkowych.						
Koszt realizacji wybranego usprawnienia: $75 \text{ m}^2 \cdot 310,00 \text{ zł}/\text{m}^2 = 23\,250 \text{ zł}$						

$$175 \text{ m}^2 * 210,00 \text{ zł/m}^2 = 36\,750 \text{ zł}$$

6.2.7. Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT			
L.p.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót [zł]	SPBT [lata]
1	2	3	4
1.	Ocieplenie stropu pod nieogrzewaną częścią poddasza.	7 630	1,56
2.	Ocieplenie dachu nad użytkowym poddaszem.	36 750	3,47
3.	Ocieplenie płaskiego dachu krytego papą.	8 400	10,68
4.	Ocieplenie ściany zewnętrznej.	126 300	14,06
5.	Ocieplenie ściany zewnętrznej piwnic.	16 200	18,16
6.	Ocieplenie ściany piwnic przy gruncie.	23 250	22,52
	RAZEM:	218 530	
Uwagi:			

6.3 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a) określenie wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,
- b) obliczenie zdyskontowanych wartości netto inwestycji NPV dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
- c) analizę ekonomiczną wybranych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych,
- d) wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

6.3.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

W niniejszym rozdziale stosuje się następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p. 6.2.7

- strop pod poddaszem;
- dach nad poddaszem;
- dach płaski;
- ściana zewnętrzna;
- ściana zewnętrzna piwnic;
- ściana piwnic przy gruncie.

Rozpatruje się następujące warianty:

Nr wariantu	Zakres usprawnień
1	Strop pod poddaszem, dach nad poddaszem, dach płaski, ściana zewnętrzna, ściana zewnętrzna piwnic, ściana piwnic przy gruncie.
2	Strop pod poddaszem, dach nad poddaszem, dach płaski, ściana zewnętrzna, ściana zewnętrzna piwnic.
3	Strop pod poddaszem, dach nad poddaszem, dach płaski, ściana zewnętrzna.
4	Strop pod poddaszem, dach nad poddaszem, dach płaski.
5	Strop pod poddaszem, dach nad poddaszem.
6	Strop pod poddaszem.

6.3.2. Zdyskontowana wartość netto inwestycji NPV dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych								
$Q_m = 1\,200,00$ zł/mc $Q_z = 49,17$ zł/GJ $Q_{oco} = 556,56$ GJ $q_o = 0,0758$ MW $\eta_o = 0,6455$ $w_{d0} = 0,85$ $w_{t0} = 0,75$					$NPV = \sum_1^{20} (1+i)^{-t} \cdot \Delta Q_r - N$ $= 15,0859 \Delta Q_r - N; \quad i = 2,85\%$ $Q_{o\ istn} = 549,66$ GJ; (brutto) $Q_{r\ istn} = 36\,627$ zł/a			
Nr wariantu	Q_{1co} GJ (netto)	Q_1 GJ (brutto)	q_1 MW	η_1 w_{t1}, w_{d1}	O_{1r} zł	ΔO_r zł	N zł	NPV zł
1	2	4	5	6	7	8	9	10
Inwestycja finansowana w całości ze środków własnych.								
1.	227,84	225,02	0,0285	0,6455; 0,75; 0,85	20 664	15 963	218 530	+22.303
2.	232,48	229,60	0,0302		20 889	15 738	195 280	+42.142
3.	241,67	238,68	0,0316		21 336	15 291	179 080	+51.599
4.	362,97	358,47	0.0492		27 226	9 401	52 780	+89.043
5.	373,79	369,16	0,0508		27 752	8 875	44 380	+89.507
6.	521,67	515,21	0,0716		34 933	1 694	7 630	+17.926
Inwestycja finansowana z pożyczki WFOŚiGW.								
1.	227,84	225,02	0,0285	0,6455; 0,75; 0,85	20 664	15 963	218 530	+14.933
2.	232,48	229,60	0,0302		20 889	15 738	195 280	+35.571
3.	241,67	238,68	0,0316		21 336	15 291	179 080	+45.572
4.	362,97	358,47	0.0492		27 226	9 401	52 780	+87.267
5.	373,79	369,16	0,0508		27 752	8 875	44 380	+88.014
6.	521,67	515,21	0,0716		34 933	1 694	7 630	+17.669
Inwestycja finansowana z pożyczki WFOŚiGW z uwzględnieniem 35% umorzenia.								
1.	227,84	225,02	0,0285	0,6455; 0,75; 0,85	20 664	15 963	218 530	+71.616
2.	232,48	229,60	0,0302		20 889	15 738	195 280	+86.223
3.	241,67	238,68	0,0316		21 336	15 291	179 080	+92.023
4.	362,97	358,47	0.0492		27 226	9 401	52 780	+100.957
5.	373,79	369,16	0,0508		27 752	8 875	44 380	+99.526
6.	521,67	515,21	0,0716		34 933	1 694	7 630	+19.648

6.3.3. Analiza ekonomiczna wybranych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Dla porównania efektywności ekonomicznej wybranych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych przyjęto następujące kryteria ekonomiczne:

Wskaźnik bieżącej wartości netto NPVR

Określony wg wzoru:

$$\text{NPVR} = \text{NPV} / N$$

gdzie:

N - nakłady inwestycyjne niezbędne dla realizacji wybranego wariantu przedsięwzięcia w zł

NPV - wartość bieżąca netto – jest zdyskontowaną sumą różnic pomiędzy wpływami i wydatkami naliczaną oddzielnie dla każdego roku:

$$\text{NPV} = \Delta Q_r * \text{UPV} - N$$

ΔQ - roczna oszczędność kosztów uzyskana po wprowadzeniu nowego systemu produkcji i użytkowania ciepła w stosunku do stanu istniejącego zł

$$\text{UPV} = 1/r * (1 - (1/(1+r))^n)$$

n	-	obliczeniowy okres analizy systemu produkcji ciepła	- 20 lat
r	-	stopa dyskonta	- 2,85 %

Przedsięwzięcie jest opłacalne gdy $\text{NPVR} > 0$

Prosty czas zwrotu

Prosty czas zwrotu inwestycji **SPBT** określony w latach wyrażony jest zależnością:

$$\text{SPBT} = N/\Delta Q_r$$

6.3.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Przedstawione powyżej wyniki analizy ekonomicznej wykazują opłacalność realizacji inwestycji przy założeniu finansowania jej zarówno w całości ze środków własnych, jak i finansowania zadania przy dofinansowaniu pożyczką ze środków WFOŚiGW.

Poniżej przedstawiono wyniki obliczenia wartości bieżącej netto (NPV) przy realizacji **wariantu nr 1** inwestycji dla różnych źródeł jej finansowania:

1. Finansowanie ze środków własnych - NPV = +22 303 zł;
2. Finansowanie z pożyczki WFOŚiGW w wysokości 90% kosztów kwalifikowanych
zadania = 196 677 zł - NPV = +14 933 zł;
3. Finansowanie z pożyczki WFOŚiGW w wysokości 90% kosztów kwalifikowanych
zadania przy uwzględnieniu jej 35% umorzenia - NPV = +71 616 zł;

Do realizacji wybrano wariant nr 1 - jako rozwiązanie kompleksowe, spełniające wymagania Inwestora.

Przyjęte rozwiązanie obejmuje następujące usprawnienia:

- ocieplenie stropu pod nieogrzewaną częścią poddasza warstwą wełny mineralnej;
- ocieplenie dachu nad użytkową częścią poddasza warstwą wełny mineralnej
w przestrzeni między krokwiowej;
- ocieplenie płaskiej części dachu krytego papą warstwą styropianu laminowanego papą;
- ocieplenie ścian zewnętrznych warstwą styropianu metodą lekką, moką;
- ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic warstwą styroduru;
- ocieplenie ścian piwnic przy gruncie warstwą styroduru.

Przedsięwzięcie polegające na wykonaniu w/w usprawnień jest ekonomiczne uzasadnione oraz pozwala na osiągnięcie właściwych parametrów cieplnych przegród zewnętrznych.

Wskaźniki techniczno – ekonomiczne przedsięwzięcia:

1. Roczne zmniejszenie o 59,1% zapotrzebowania energii cieplnej potrzebnej do ogrzewania budynku
2. Wartość bieżąca netto NPV przedsięwzięcia wynosi +71 616 zł – przy uwzględnieniu dofinansowania pożyczką z WFOŚiGW i umorzenia w wysokości 35%.
3. Prosty czas zwrotu SPBT ok. 13 lat.

Realizacja wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego spowoduje zmniejszenie zużycia energii cieplnej brutto dla ogrzewania budynku w ciągu roku o wysokości 324,64 GJ, co pozwoli na uzyskanie rocznej oszczędności w ponoszonych opłatach w wysokości 15 963 zł.

7. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.

7.1 Opis robót.

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać :

1. Ocieplenie stropu pod nieogrzewaną częścią poddasza warstwą wełny mineralnej o grubości 22 cm. Powierzchnia ocieplana 109 m². Koszt realizacji usprawnienia 7 630 zł.
2. Ocieplenie dachu nad użytkową częścią poddasza warstwą wełny mineralnej w przestrzeni między krokwiowej, o grubości 22 cm. Powierzchnia ocieplana 175 m². Koszt realizacji usprawnienia 36 750 zł.
3. Ocieplenie płaskiej części dachu krytego papą warstwą styropapy o grubości 20 cm. Powierzchnia ocieplana 35 m². Koszt realizacji usprawnienia 8 400 zł.
4. Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą lekką, mokrą, warstwą styropianu o grubości 14 cm. Powierzchnia ocieplana 421 m². Koszt realizacji usprawnienia 126 300 zł.
5. Ocieplenie ścian zewnętrznych piwnic warstwą styroduru o grubości 12 cm. Powierzchnia ocieplana 54 m². Koszt realizacji usprawnienia 16 200 zł.
6. Ocieplenie ścian piwnic przy gruncie warstwą styroduru o grubości 12 cm. Powierzchnia ocieplana 75 m². Koszt realizacji usprawnienia 23 250 zł.

8. Załączniki do audytu:

1. Obliczenie sprawności systemu ogrzewania.
2. Obliczenia zapotrzebowania mocy i energii cieplnej dla rozpatrywanych wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych.