

# Audyt energetyczny budynku

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego  
przewidzianego do realizacji w trybie Ustawy z 18.12.98  
znowelizowanej 21.06.01.

Adres budynku:	kod: <b>37-112</b> miejscowość: <b>Kosina</b> powiat: <b>łańcucki</b> województwo: <b>podkarpackie</b>
Wykonawca audytu	imię i nazwisko: <b>dr inż. Robert Smusz,</b> <b>mgr inż. Wiesław Smusz</b> nr opracowania: <b>004/2006</b>

**1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku**

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	<b>Szkoła, podpiwniczony</b>		1.2 Rok ukończenia budowy: a) Stara część <b>1954</b> b) Nowa część <b>1979</b>
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	<b>Gmina Łańcut Ul. Mickiewicza 2a 37-100 Łańcut</b>	1.4 Adres budynku	kod: <b>37-112</b> miejscowość: <b>Kosina</b> powiat: <b>łańcucki</b> województwo: <b>podkarpackie</b>
2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej audyt:			
3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:  <b>Robert Smusz, dr inż., 68051108054, 35-208 Rzeszów, ul. Mikołajczyka 16/26</b>  <b>Wiesław Smusz, mgr inż., 59051317317, uprawnienia budowlane A/NB-8346/140/90 wydane przez UW w Tarnowie 14-09-1990 r., 39-200 Dębica, ul. Kościuszki 19a.</b>			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1			.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
5. Miejscowość... <b>Rzeszów</b> .....data wykonania opracowania:.....			
6. Spis treści:			
1. Strony tytułowe 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane 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 optymalnego wariantu			

**2. Karta audytu energetycznego budynku \*)**

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Murowana, tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	3	
3.	Kubatura części ogrzewanej [ m <sup>3</sup> ]	14760	
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	3722	
5.	Powierzchnia użytkowa części użytkowej [ m <sup>2</sup> ]	3722	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	7,56	
7.	Liczba pomieszczeń	129	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	626	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Pojemnościowe, elektryczne podgrzewacze wody	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	kocioł na miał węglowy	
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,29	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [ W/(m <sup>2</sup> K) ]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Ściany zewnętrzne szczytowe		
	a) stara część	1,055	0,24
	b) nowa część	0,554	0,22
2.	Ściany zewnętrzne podłużne		
	a) stara część	1,055	0,24
	b) nowa część:		
	- ściana 0,3 [m]	0,554	0,21
	- ściana 0,6 [m]	0,283	0,283
3.	Dach/stropodach		
	a) stara część		
	- część główna (strop Ackermana)	0,766	0,21
	- sala gimnastyczna	1,362	0,21
	b) nowa część		
	- część główna	0,337	0,337
	- łącznik Sali gimnastycznej	0,767	0,767
4.	Podłoga parteru I strefa		
	- sale lekcyjne i duża sala gimnastyczna	1,106	1,106
	- korytarze i pomieszczenia użytkowe	1,125	1,125
	- umywalnia	1,128	1,128
5.	Podłoga parteru II strefa		
	- sale lekcyjne i duża sala gimnastyczna	0,520	0,520
	- korytarze i pomieszczenia użytkowe	0,524	0,524
	- umywalnia	0,525	0,525
6.	Okna		
	- drewniane skrzynkowe	2,6	1,5
	- PCW	1,6	1,6
7.	Drzwi/bramy		
	- PCW	5,9	5,9
	- drewniane	5,1	5,1
	- metalowe	5,9	5,9
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność kotła $\eta_k$	0,83	1
2.	Sprawność przesyłania $\eta_p$	0,95	0,95
3.	Sprawność regulacji $\eta_r$ *****)	0,85	0,92
4.	Sprawność wykorzystania $\eta_e$	0,95	0,95
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewanie w okresie tygodnia $w_t$	1	1
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby $w_d$	0,98	0,98
4. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji ( naturalna, mechaniczna)	naturalna	naturalna

2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		<b>grawitacyjna</b>	<b>grawitacyjna</b>
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego	[ m <sup>3</sup> /h ]	<b>13675</b>	<b>13675</b>
4.	Liczba wymian	[1/h]	-	-
<b>5. Charakterystyka energetyczna budynku</b>				
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	<b>341,8</b>	<b>233,9</b>
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu	[kW]	-	-
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	<b>2088,41</b>	<b>1382,45</b>
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[GJ/rok]	<b>3346,92</b>	<b>1908,2</b>
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania cwu	[GJ/rok]	-	-
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 w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	<b>39,3</b>	<b>26,0</b>
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m <sup>3</sup> rok)]	<b>62,98</b>	<b>35,9</b>
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	<b>244,17</b>	<b>139,5</b>
<b>6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu )</b>				
1.	Opłata za opał		<b>439,20</b> <b>(węgiel)</b>	<b>439,20</b> <b>(węgiel)</b>
	[zł/tonę]		<b>274,50 (miał)</b>	<b>274,50 (miał)</b>
2.	Roczne koszty obsługi	[zł/rok]	<b>18 188</b>	<b>18 188</b>
3.	Opłata za podgrzanie 1 m <sup>3</sup> wody użytkowej	[zł]	-	-
4.	Opłata za 1MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc	[zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m <sup>2</sup> pow. użytkowej miesięcznie	[zł]	-	-
6.	Inne		-	-
<b>7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>				
Planowana suma kredytu	[zł]	<b>153346</b>	Miesięczna rata spłaty kredytu wraz odsetkami	<b>1277,4</b>
			[zł]	
Oprocentowanie kredytu	[%]	<b>6,01</b>	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię	<b>40,7</b>
			[%]	
Okres kredytowania	[lata]	<b>10</b>	Roczna oszczędność kosztów energii	<b>15329</b>
			[zł/rok]	

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

3.1. Dokumentacja projektowa:

**Projekt wykonawczy modernizacji instalacji c.o. dla szkoły w Kosinie, autorstwa Bogumiła Kłoskowicza – nr upr. Bud. S – 211/86, PDK/IS/0620/02**

3.2. Inne dokumenty:

**Brak.**

3.3. Osoby udzielające informacji:

**Dyrektorzy szkoły w Kosinie.**

3.4. Data wizji lokalnej:

**15. 01. 2006r.**

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

**-obniżenie kosztów ogrzewania budynku**

**-wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Skarbu Państwa na warunkach określonych w Ustawie Termomodernizacyjnej**

**-dokonanie oceny efektywności ewentualnej wymiany okien**

**3.5. Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji**

Wkład własny inwestora nie powinien przekraczać sumy **200000 zł**

## 4. Inwentaryzacja techniczno - budowlana budynku

### 4.a Ogólne dane o budynku

<b>Identyfikator budynku</b>	
<b>Własność</b>	Gmina Łańcut
<b>Przeznaczenie budynku</b>	Użyteczności publicznej :
<b>Osiedle</b>	
<b>Adres</b>	37-112 Kosina
<b>Budynek</b>	wolno stojący budynek użyteczności publicznej

<b>Rok budowy</b>	- stara część: 1948 - nowa część: 1973	<b>Rok zasiedlenia</b>	- stara część: 1948 - nowa część: 1973
<b>Technologia budynku</b>	<input type="checkbox"/> UW-2Ż - Cegła Żerańska	<input type="checkbox"/> RWB	<input type="checkbox"/> BSK
<input type="checkbox"/> PBU-59	<input type="checkbox"/> PBU-62	<input type="checkbox"/> UW 2-J	<input type="checkbox"/> WUF-62
<input type="checkbox"/> W-70	<input type="checkbox"/> Wk-70	<input type="checkbox"/> SBM-75	<input type="checkbox"/> ZSBO
<input type="checkbox"/> szkieletowa	<input type="checkbox"/> inna - określić:	<input type="checkbox"/> "Stolica"	<input type="checkbox"/> monolit
		<input type="checkbox"/> RBM-73	<input type="checkbox"/> RWP-75
		<input type="checkbox"/> "Szczecin"	<input type="checkbox"/> tradycyjna
		<input type="checkbox"/> ramowa	
<b>1. Powierzchnia zabudowana <sup>1)</sup> [m<sup>2</sup>]</b>	<b>2080</b>	<b>11. Liczba klatek schodowych</b>	<b>-</b>
<b>2. Kubatura budynku <sup>2)</sup> [m<sup>3</sup>]</b>	<b>14760</b>	<b>12. Liczba kondygnacji</b>	<b>3</b>
<b>3. Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, logii i galerii [m<sup>3</sup>]</b>	<b>13826,49</b>	<b>13. Wysokość kondygnacji w świetle [m]</b>	<b>3,5</b>
<b>4. Powierzchnia użytkowa sal <sup>1)</sup> [m<sup>2</sup>]</b>	<b>2446,65</b>	<b>14. Liczba użytkowników</b>	<b>626</b>
<b>5. Powierzchnia korytarzy [m<sup>2</sup>]</b>	<b>1170</b>	<b>15. Liczba pomieszczeń</b>	<b>129</b>
<b>6. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m<sup>2</sup>]</b> (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	<b>-</b>	<b>16. Liczba sal o powierzchni &lt; 50 m<sup>2</sup></b>	<b>111</b>
<b>7. Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m<sup>2</sup>]</b> (podaj przeznaczenie pomieszczeń)	<b>97,79</b>	<b>17. Liczba sal o powierzchni 50+100 m<sup>2</sup></b>	<b>16</b>
<b>8. Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych (usługi, sklepy, itp.) [m<sup>2</sup>]</b>	<b>7,56</b>	<b>18. Liczba sal o powierzchni &gt; 100 m<sup>2</sup></b>	<b>2</b>
<b>9. Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m<sup>2</sup>]</b> (4+5+6+7+8)	<b>3722</b>	<b>19. Liczba mieszkań z WC w łazience</b>	<b>-</b>
<b>10. Budynek podpiwniczony</b>	<b>tak</b>	<b>20. Liczba mieszkań z WC osobno</b>	<b>-</b>

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

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

## 4.b Szkic budynku

Na załączonych rysunkach.

## 4 c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek o trzech kondygnacjach, podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej, ze ścianami murowanymi z:

- stara część: cegła pełna ceramiczna o grubości 60 cm, obustronnie tynkowanej i stropami typu Ackerman. Tynk : zewnętrzny cementowo -wapienny, wewnętrzny –wapienny;
- nowa część: gazobeton o grubości 30 cm oraz 60 cm, obustronnie tynkowanej i stropami typu DZ3. Tynk : zewnętrzny cementowo -wapienny, wewnętrzny –wapienny.

Konstrukcja stropodachu wentylowanego stanowi układ z prefabrykowanych płyt korytkowych opartych na ażurowych ściankach z cegły dziurawki, ustawionych na stropie nad najwyższą kondygnacją o współczynniku przenikania  $U=1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Okna w pomieszczeniach są drewniane, podwójnie szklone o średnim stopniu zużycia i współczynniku przenikania ciepła  $U=2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  oraz okna PCW podwójne nowe i współczynniku przenikania ciepła  $U=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Drzwi wejściowe do szkoły są:

- drewniane o współczynniku przenikania  $5,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- PCW o współczynniku przenikania  $5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
- metalowe o współczynniku przenikania  $5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

*Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych*

L.p	Opis	Położenie	Pow. całk. $\text{m}^2$	Pow.do obl. strat ciepła	$U_K$ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. okna $\text{m}^2$	$U$ okna $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	Pow. drzwi $\text{m}^2$	$U$ Drzwi $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
1	Ściana szczytowa	N	100,64 <sup>2)</sup>	91,76 <sup>2)</sup>	1,055				
2	Ściana szczytowa	S	144,3 <sup>1)</sup> 137,27 <sup>2)</sup>	137,64 <sup>1)</sup> 134,31 <sup>2)</sup>	0,554 1,055				
3	Ściana szczytowa	E	141,22 <sup>1)</sup>	134,22 <sup>1)</sup>	0,554				
4	Ściana szczytowa	W	107,3 <sup>1)</sup> 39,6 <sup>2)</sup>	103,6 <sup>1)</sup> 36,96 <sup>2)</sup>	0,554 1,055				
5	Ściana podłużna	N	156,14 <sup>1)</sup> 225,02 <sup>2)</sup>	92,12 <sup>1)</sup> 156,99 <sup>2)</sup>	0,554 1,055	80,09 <sup>3)</sup> 39,32 <sup>4)</sup>	1,6 2,6	3	5,1
6	Ściana podłużna	S	67,34 <sup>1)</sup> 119,2 <sup>2)</sup>	20,33 <sup>1)</sup> 89,305 <sup>2)</sup>	0,554 1,055	166,15 <sup>3)</sup> 4,79 <sup>4)</sup>	1,6 2,6	8	5,9
7	Ściana podłużna	E	394,42 <sup>1)</sup> 498,02 <sup>2)</sup>	188,96 <sup>1)</sup> 279,91 <sup>2)</sup>	0,554 1,055	184,59 <sup>3)</sup> 212,63 <sup>4)</sup>	1,6 2,6	10	5,1
8	Ściana podłużna	W	497,22 <sup>1)</sup>	251,29 <sup>1)</sup>	0,554	132,41 <sup>3)</sup>	1,6	10,8	5,1

<sup>1)</sup> Nowa część ( ściana o grubości 0,3 [m])

<sup>2)</sup> Stara część (ściana o grubości 0,6 [m])

<sup>3)</sup> Okna PCW

<sup>4)</sup> Okna drewniane skrzynkowe

			481,74 <sup>2)</sup> )	405,3 <sup>2)</sup> )	1,055	72 <sup>4)</sup> )	2,6		
9	Stropodach	H	598,19 <sup>5)</sup> ) 242,1 <sup>6)</sup> ) 418,5 <sup>7)</sup> ) 949,14 <sup>8)</sup> )	555,85 <sup>5)</sup> ) 226,49 <sup>6)</sup> ) 404,68 <sup>7)</sup> ) 918,18 <sup>8)</sup> )	0,766 1,362 0,337 0,767				
10	Podłoga parteru I strefa	-	103,15	56,94 <sup>9)</sup> ) 31,32 <sup>10)</sup> ) 6,64 <sup>11)</sup> )	1,106 1,125 1,128				
11	Podłoga parteru II strefa	-	308,84	185,3 <sup>9)</sup> ) 89,56 <sup>10)</sup> ) 33,97 <sup>11)</sup> )	0,520 0,524 0,525				

<sup>5)</sup> Strop Ackerman nad starą częścią

<sup>6)</sup> Strop nad małą salą gimnastyczną

<sup>7)</sup> Strop DZ3 nad dużą salą gimnastyczną

<sup>8)</sup> Strop DZ3 nad nową częścią

<sup>9)</sup> Parkiet

<sup>10)</sup> Lastryko

<sup>11)</sup> Terakota



**4.d Charakterystyka energetyczna budynku**

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.) $q_{moc}$ kW	341,8
2	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.) $q$	-
3	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania $Q_H$ , GJ/a	2088,41
4	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła $E = Q_H / V$ kWh/m <sup>3</sup> a	39,3
5	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzgl. sprawności systemu ogrzewania $Q_S$ , GJ/a	3346,92
6	Taryfa opłat (z VAT):	
	Opłata za opał [zł/tonę]	439,20 (węgiel) 274,50 (miał)
	Roczne koszty obsługi [zł/rok]	18 188

**4e. Charakterystyka systemu ogrzewania**

l.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z własnej kotłowni. Instalacja dwururowa z rozdziałem dolnym bez zaworów podpionowych i termostatycznych <sup>12)</sup>
2	Parametry pracy instalacji	90/70
3	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadz. na powierzchni
4	Rodzaje grzejników	Żeliwne, członowe
5	Ośłonięcie grzejników	W Salach gimnastycznych
6	Zawory termostatyczne	Brak *)
7	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_k=0,83$ $\eta_r=0,79$ $\eta_e=0,94$ $\eta_p=0,95$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/ liczba godzin na dobę	7/20
9	Modernizacja instalacji w latach 1985 - 2005	Wymiana kotłów, montaż zaworów termostatycznych *), likwidacja centralnego sytemu odpowietrzającego. Montaż automatycznych zaworów odpowietrzających na pionach.

**4 f . Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

L.p.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	-
2	Piony i ich izolacja	-
3	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	-
4	Zużycie ciepłej wody na określone na podstawie $m^3/m-c$	-

**4 g. Charakterystyka systemu wentylacji**

L.p.	Rodzaj danych	Rodzaj danych
1	Rodzaj instalacji	Naturalna, grawitacyjna
2	Strumień powietrza wentylacyjnego $m^3/h$	13675

**4 h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku**

Dwa kotły na miał węglowy działające naprzemiennie, bez automatyki pogodowej, o mocach:

- 300 [kW] (sprawność kotła 83%);

- 350 [kW] (sprawność kotła 83%).

<sup>12)</sup> zamontowane zawory termostatyczne, ale bez głowic termostatycznych

## 5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

### 5.1 Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Stan elementów budynku jest dobry. Stolarka okienna jest w zadowalającym stanie. Jednak w przypadku okien drewnianych skrzynkowych, o wysokim współczynniku przenikania ciepła  $U$  i niewielkiej szczelności, mają miejsce znaczne straty ciepła.

### 5.2 System grzewczy

Instalacja wewnętrzna c.o. dwururowa z rozdziałem dolnym bez zaworów podpionowych i termostatycznych \*) . Dwa kotły na miał węglowy działające naprzemiennie, bez automatyki pogodowej.

Instalacja c.o. w stanie istniejącym posiada szereg wad, a w szczególności:

- istniejące zawory termostatyczne nie posiadają głowic, przez co nie dają możliwości regulacji temperatury w pomieszczeniach

### 5.3 System zaopatrzenia w c.w.u.

Zaopatrzenie w c.w.u. odbywa się z pojemnościowych podgrzewaczy wody.

#### Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p><b>Przegrody zewnętrzne</b> mają niezadowalającą izolacyjność przejawiającą się małymi wartościami oporu cieplnego :</p> <p>a) stara część</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ściany zew. szczytowe <math>R= 0.948 [m^2K/W]</math></li> <li>-ściany zew. podłużne <math>R= 0.948 [m^2K/W]</math></li> <li>-strop Ackermana <math>R= 1.306 [m^2K/W]</math></li> <li>- stropdach wentylowany <math>R = 0,734 [m^2K/W]</math></li> </ul> <p>b) nowa część</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ściany zew. szczytowe <math>R= 1,804 [m^2K/W]</math></li> <li>-ściany zew. podłużne:</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o grubości 0,3 [m] <math>R= 1,804 [m^2K/W]</math></li> <li>- o grubości 0,6 [m] <math>R= 3,528 [m^2K/W]</math></li> </ul> <li>- strop DZ3 : <math>R= 1,303[m^2K/W]</math></li> <li>- strop DZ3 nad salą gimnast.: <math>R= 2,970 [m^2K/W]</math></li> </ul>	<p>Należy docieplić przegrody tak aby spełnić warunki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dla ścian <math>R \geq 4,0 [m^2K/W]</math></li> <li>- dla stropodachu <math>R \geq 4,5 [m^2K/W]</math></li> </ul>
2	<p><b>Okna</b> drewniane skrzynkowe charakteryzują się znaczną nieszczelnością i dużym współczynnikiem przejmowania ciepła <math>U=2,6 [W/m^2K]</math></p>	<p>Wymagane uszczelnienie stolarki okiennej lub wymiana na okna bardziej szczelne o współczynniku przejmowania ciepła nie większym niż <math>1,9 [W/m^2K]</math></p>
3	<p><b>Wentylacja</b> naturalna grawitacyjna zapewnia wystarczające przewietrzenie pomieszczeń. Jednak w sezonie jesienno –zimowym występuje nadmierny napływ zimnego powietrza, co przyczynia się do zwiększonego zużycia energii na ogrzewanie.</p>	<p>Istnieją możliwości zmniejszenia zużycia energii przez zastosowanie wentylacji kontrolowanej z użyciem nawiewników okiennych.</p>
4	<p><b>System grzewczy</b> – nowe kotły c.o. na miał węglowy o sprawności 83%.</p>	<p>Poprzez montaż termostatycznych zaworów grzejnikowych (głowic) możliwe są znaczne oszczędności energii. Ze względu na parametry pracy kotła niemożliwa jest hermetyzacja kotła.</p>

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

<b>l.p.</b> <b>1</b>	<b>Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć</b> <b>2</b>	<b>Sposób realizacji</b> <b>3</b>
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez ściany zewnętrzne	<b>Docieplenie ścian metodą lekką mokrą</b>
2.	j.w. przez stropodach i stropy	<b>Docieplenie stropodachu wełną mineralną wdmuchiwaną oraz ocieplenie stropów matami z wełny mineralnej.</b>
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez okna oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	<b>Wprowadzenie nawiewników i wymiana okien</b>
4.	Podwyższenie sprawności instalacji c.o.	<b>Zamontowanie głowic termostatycznych zaworów grzejnikowych.</b>
<b>Uwagi:</b>		

## 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

l.p. 1	Grupa usprawnień 2	Rodzaje usprawnień 3
I	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego	<p data-bbox="842 472 1313 533"><b>Dcieplenie ścian zewnętrznych podłużnych</b></p> <p data-bbox="842 613 1329 674"><b>Docieplenie ścian zewnętrznych szczytowych</b></p> <p data-bbox="842 754 1426 815"><b>Docieplenie stropodachu i stropu pod poddaszem nieużytkowym</b></p> <p data-bbox="842 896 1394 925"><b>Wymiana okien i montaż nawiewników</b></p>

**Uwagi:**

\* Ocieplenie ścian podłużnych i szczytowych rozpatruje się jako dwa różne usprawnienia ze względu na różne własności termiczne w stanie istniejącym.

## 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,
- Ocena opłacalności i wybór 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	Jednostki
t <sub>w0</sub>	20,0	20,0	°C
	16	16	°C
t <sub>z0</sub>	-20,0	-20,0	°C
S <sub>d</sub> - dla przegród zewnętrznych:	3885 (t <sub>w0</sub> =20)	3885	dzieńKa
	2998 (t <sub>w0</sub> =16)	2998	dzieńKa
Opłata za opał	439,20 (węgiel)	439,20 (węgiel)	zł/tonę
	274,50 (miał)	274,50 (miał)	
Roczne koszty obsługi	18 188	18 188	zł/rok

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Ściana zewnętrzna podłużna 0,6 [m] (stara część)	
Dane: powierzchnia przegrody do obliczenia strat powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A = 931,505 m <sup>2</sup> A <sub>koszt</sub> = 1324,16 m <sup>2</sup>	
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>					
Planuje się docieplenie ścian metoda lekką mokra z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia $\lambda=0.040$ W/mK. Rozpatruje się dwa warianty o różnych grubościach styropianu.					
<b>wariant 1</b> - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 (m^2 \cdot K) / W$					
<b>wariant 2</b> - styropian o grubości większej o dwa centymetry niż w wariacie pierwszym					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,13	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		3,255	3,755
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	0,905	4,16	4,66
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	273,4	59,5	53,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A(t_{w0} - t_{z0})/R$	kW	35,8	7,8	7,0
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_r$	zł/a		3613	3721
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		57	59
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		76022	78221
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		21	21
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	1,10	0,24	0,21
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>					
Ceny jednostkowe ocieplenia przyjęto na podstawie oferty firmy „Atlas”. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ściany pomniejszonej o powierzchnie okien.					
Wybrany wariant: 1		Koszt: 76022 zł		SPBT= 21 lat	

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Ściana zewnętrzna podłużna 0,3 [m] (nowa część)	
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczenia strat				A = 552,7 m <sup>2</sup>	
powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				A <sub>koszt</sub> = 1115,12 m <sup>2</sup>	
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>					
Planuje się docieplenie ścian metoda lekką mokra z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia λ=0.040 W/mK. Rozpatruje się dwa warianty o różnych grubościach styropianu.					
<b>wariant 1</b> - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 (m^2 \cdot K) / W$					
<b>wariant 2</b> - styropian o grubości większej o dwa centymetry niż w wariacie pierwszym					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR ]	(m <sup>2</sup> ·K)/W		2,505	3,005
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	1,655	4,16	4,66
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A / R$	GJ/a	100,2	39,9	35,6
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$	kW	12,3	4,9	4,4
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>r</sub>	zł/a		1019	1092
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		42	43
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		46830	47721
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		51,9	49,2
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,60	0,24	0,21
<b>Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub></b>					
Ceny jednostkowe ocieplenia przyjęto na podstawie oferty firmy „Atlas”. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ściany pomniejszonej o powierzchnie okien.					
<b>Wybrany wariant: 2</b>			<b>Koszt: 47721 zł</b>	<b>SPBT= 49,2 lat</b>	

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga	
				Ściana zewnętrzna szczytowa 0,6 [m] (stara część)	
Dane: powierzchnia przełogi do obliczenia strat powierzchnia przełogi do obliczenia kosztu usprawnienia				A = 263,03 m <sup>2</sup> A <sub>koszt</sub> = 277,51 m <sup>2</sup>	
Opis wariantów usprawnienia:					
Planuje się docieplenie ścian metoda lekką mokra z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia $\lambda=0.040$ W/mK. Rozpatruje się dwa warianty o różnych grubościach styropianu.					
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 (m^2 \cdot K) / W$					
wariant 2 - styropian o grubości większej o dwa centymetry niż w wariantcie pierwszym					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,13	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> ·K)/W		3,255	3,755
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	0,905	4,16	4,66
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A/R$	GJ/a	96,1	20,9	18,7
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A(t_{w0} - t_{z0})/R$	kW	11,9	2,6	2,3
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$	zł/a		1270	1308
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		58	60
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		16115	16590
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		12,7	12,7
10	$U_0, U_1$	W/m <sup>2</sup> ·K	1,10	0,24	0,21
Podstawa przyjętych wartości $N_U$					
Ceny jednostkowe ocieplenia przyjęto na podstawie oferty firmy „Atlas”. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ściany					
Wybrany wariant: 1		Koszt: 16115 zł		SPBT= 12,7 lat	



7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełoga	
				Ściana zewnętrzna szczytowa 0,3 [m] (nowa część)	
Dane: powierzchnia przełoga do obliczenia strat powierzchnia przełoga do obliczenia kosztu usprawnienia				A = 375,46 m <sup>2</sup> A <sub>koszt</sub> = 392,82 m <sup>2</sup>	
Opis wariantów usprawnienia:					
Planuje się docieplenie ścian metoda lekką mokra z użyciem styropianu o współczynniku przewodzenia λ=0.040 W/mK. Rozpatruje się dwa warianty o różnych grubościach styropianu.					
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego R≥4,0(m <sup>2</sup> ·K)/W					
wariant 2 - styropian o grubości większej o dwa centymetry niż w wariantcie pierwszym					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,10	0,12
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	(m <sup>2</sup> ·K)/W		2,505	3,005
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	1,655	4,16	4,66
4	Q <sub>0U</sub> , Q <sub>1U</sub> = 8,64·10 <sup>-5</sup> ·Sd·A/R	GJ/a	69,2	27,5	24,6
5	q <sub>0U</sub> , q <sub>1U</sub> = 10 <sup>-3</sup> ·A(t <sub>w0</sub> -t <sub>z0</sub> )/R	kW	8,9	3,6	3,2
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO <sub>ru</sub> =(Q <sub>0U</sub> -Q <sub>1U</sub> )O <sub>Z</sub> +12(q <sub>0U</sub> -q <sub>1U</sub> )O <sub>m</sub>	zł/a		704	753
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m <sup>2</sup>		55	57
8	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		21790	22463
9	SPBT=N <sub>U</sub> /ΔO <sub>ru</sub>	lata		31,0	29,8
10	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	W/m <sup>2</sup> ·K	0,55	0,25	0,22
Podstawa przyjętych wartości N <sub>U</sub>					
Ceny jednostkowe ocieplenia przyjęto na podstawie oferty firmy „Atlas”. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni ściany					
Wybrany wariant: 2		Koszt: 22463 zł		SPBT= 29,8 lat	

7.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda	
				Stropodach i stropy	
<b>Dane:</b> powierzchnia przegrody do obliczenia strat powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				$A_{koszt} = 1700,52 \text{ m}^2$ $A_{strat} = 1789,43 \text{ m}^2$	
- Strop Ackerman nad starą częścią				$A_{koszt} = 598,19 \text{ m}^2$ , $A_{strat} = 555,85 \text{ m}^2$	
- Strop nad małą salą gimnastyczną				$A_{koszt} = 242,1 \text{ m}^2$ $A_{strat} = 226,49 \text{ m}^2$	
- Strop DZ3 nad nową częścią				$A_{koszt} = 949,14 \text{ m}^2$ $A_{strat} = 918,18 \text{ m}^2$	
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>  Planuje się docieplenie ścian metodą wdmuchiwania granulatu z wełny mineralnej oraz matą o współczynniku przewodzenia $\lambda=0.042 \text{ W/mK}$ . Rozpatruje się dwa warianty o różnych grubościach wełny mineralnej.  <b>wariant 1</b> - o grubości warstwy izolacji przy której spełnione będzie wymaganie wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,5 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$  <b>wariant 2</b> - wełna mineralna o grubości większej o dwa centymetry niż w wariacie pierwszym					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	m		0,14 0,16 0,16	0,15 0,18 0,18
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	$(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$		3,5 4,002 3,723	4 4,502 4,183
3	Opór cieplny $R$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	$(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$	1,22 0,708 0,817	4,72 4,71 4,54	5,22 5,21 5,00
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-9} \cdot S_d \cdot A / R$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	GJ/a	143 90,5 354,6	36,9 13,6 63,8	33,4 12,3 57,8
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-3} \cdot A (t_{w0} - t_{z0}) / R$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	kW	18,5 12,4 44,6	4,8 1,9 8,0	4,3 1,7 7,3

6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U})O_z + 12(q_{0U} - q_{1U})O_m$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	zł/a		1165 845 4913	1203 859 5013
7	Cena jednostkowa usprawnienia - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	zł/m <sup>2</sup>		28 31 29	30 35 31
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	zł		16936 7608 27661	17867 8362 29454
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	lata		14,5 9 5,6	15,1 9,7 5,9
10	$U_0, U_1$ - Strop Ackerman nad starą częścią - Strop nad małą salą gimnastyczną - Strop DZ3 nad nową częścią	W/m <sup>2</sup> ·K	0,82 1,41 1,22	0,21 0,21 0,22	0,19 0,19 0,2
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Ceny jednostkowe ocieplenia przyjęto na podstawie oferty firmy Rockwool dla wełny granulowanej „GRANROCK”. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni stropodachu. Ceny jednostkowe robót przyjęto na podstawie oferty firmy CER-BUD, 37-122 Albigowa 538a</p> <p><b>Uwagi:</b> W przypadku Stropu Ackermana oraz Stropu nad małą salą gimnastyczną pominięto koszty robocizny, ze względu na możliwość rozłożenia izolacji we własnym zakresie. Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia wełną mineralną wg. katalogu firmy „ISOVER”. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej oraz powierzchni stropu, podlegającej dociepleniu. Koszty materiałowe obejmują: koszt paroizolacji, wełny mineralnej oraz wiatroizolacji.</p>					
<p><b>Wybrany wariant:</b> - Strop Ackerman nad starą częścią – <b>wariant 1</b> - Strop nad małą salą gimnastyczną – <b>wariant 1</b> - Strop DZ3 nad nową częścią – <b>wariant 1</b></p>		<p><b>Koszt:</b> - Strop Ackerman nad starą częścią – <b>16936 zł</b> - Strop nad małą salą gimnastyczną – <b>7608 zł</b> - Strop DZ3 nad nową częścią – <b>27661 zł</b></p>		<p><b>SPBT=</b> - Strop Ackerman nad starą częścią – <b>14,5 lat</b> - Strop nad małą salą gimnastyczną – <b>9 lat</b> - Strop DZ3 nad nową częścią – <b>5,6 lat</b></p>	

**7.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji.**

Przedsięwzięcie : wymiana okien

Dane: powierzchnia okien

$$A_{OK} = 312,95 \text{ m}^2 \quad V_{nom} = 7145 \text{ m}^3/\text{h} \quad C_w = 1$$

**Opis wariantów usprawnienia:**

Usprawnienie obejmuje wymianę okien istniejących na okna szczelne o lepszych współczynnikach U:

**wariant 1** - okno z PCV z jednokomorową szybą zespoloną o całkowitym współczynniku przenikania  $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  oraz nawiewniki ciśnieniowe i higroskopijne

**wariant 2** - okno z PCV z jednokomorową szybą zespoloną o całkowitym współczynniku przenikania  $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien $U$	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,6	1,8	1,5
2	$0,0000864 S_d \cdot A_{OK} \cdot U$	GJ/a	273,2	189,1	157,6
3	Współczynniki $C_r$ $C_m$	$C_r$	-	1,2	0,7
		$C_m$	-	1,3	1,0
4	$0,0000294 C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	979,6	571,5	571,5
5	$Q_0, Q_1 = (2) + (4)$	GJ/a	1252,8	760,6	729,1
6	$10^{-3} \cdot A_{OK} (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U$	kW	32,55	22,53	18,78
7	$3,4 \cdot 10^{-4} \cdot C_m \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	kW	126,32	97,17	97,17
8	$q_0, q_1 = (6) + (7)$	kW	158,87	119,7	115,95
9	$\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw} =$	zł/rok		8315	8848
10	Koszt wymiany okien $N_{OK}$	Zł		137342	141398
11	$SPBT = (N_{OK} + N_W) / (\Delta Q_{rok} + \Delta Q_{rw})$	Lata		16,5	16

**Podstawa przyjętych wartości  $N_U$** 

Przyjęto ceny jednostkowe wymiany okien w zł/m<sup>2</sup> wg firmy „AKAR” 35-011 Rzeszów, ul. Puławskiego 9/54:

438,9 zł/m<sup>2</sup>, dla okna o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

451,9 zł/m<sup>2</sup>, dla okna o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Ceny jednostkowe obejmują: cenę okien, nawiewników ciśnieniowych oraz koszty montażu.

Ceny nawiewników przyjęto wg. cennika firmy Flop System.

Wybrany wariant : 1

Koszt 141398 zł

SPBT = 16 lat

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

<b>L.p.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót, zł</b>	<b>SPBT lat</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1.	Docieplenie stropodachu i stropów	52205	7,5
2.	Wymiana okien wraz z zastosowaniem nawiewników	141398	16
3.	Izolacja ścian zewnętrznych	138110	20,5

**Uwagi:**

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

Dane :  $Q_{0co} = 2088.41$  GJ/a       $w_{t0} = 1$        $w_{d0} = 0,98$        $\eta_0 = 0,636$

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

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

L.p.	Rodzaj usprawnienia	Zmiana wartości współczynników sprawności
1	Wytwarzanie ciepła - <b>bez zmian</b>	$\eta_w = 0,83$
2	Przesyłanie ciepła - <b>bez zmian</b>	$\eta_p = 0,95$
3	Regulacja systemu ogrzewania – <b>zamontowanie głowic zaworów termostatycznych</b>	$\eta_r = 0,95$
4	Wykorzystanie ciepła	$\eta_e = 0,95$
5	Sprawność całkowita systemu $\eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e =$	$\eta = 0,71$
6	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	$w_t = 1$
7	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	$w_d = 0,98$

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia

l.p.	Omówienie	jednostka	Stan istn.	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzew. $\eta$	-	0,636	0,71
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych $w_t$	-	1	1
3	Uwzględnienie przerw dobowych $w_d$	-	0,98	0,98
4	Oszczędność kosztów	zł/a		3 925
5	Koszt przedsięwzięcia      Nco	zł		15531,6
6	SPBT	lata		4

Koszty materiałowe zaworów wg. oferty handlowej RCMB Rzeszów.

- koszt głowic zaworów termostatycznych firmy DANFOS:

a) Głowica termostatyczna (RTS EVERIS 4230) 26 szt x 42,30 zł/szt = 1099,8 zł

b) Głowica termostatyczna wzmocniona (RTD 3120): 201 szt x 71,80 zł/szt = 14431,8 zł

#### Uwagi:

Montaż głowic we własnym zakresie.

#### 7.4 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

##### 7.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W poniższej tabeli stosuje się skrótowe określenia usprawnień zestawionych w p. 7.2.4 oraz 7.3.:

-Docieplenie stropodachu i stropu -**stropodach (52205 zł)**

-Izolacja ścian zewnętrznych -**ściany zewnętrzne (138110 zł)**

-Wymiana okien wraz z instalacją nawiewników - **okna (141398 zł)**

-Usprawnienie instalacji c.o (montaż głowic zaworów termostatycznych) - **instalacja c.o. (15532 zł)**

Rozpatruje się następujące warianty:

Zakres	Nakłady zł	SPBT lata	Nr wariantu			
			1	2	3	4
Stropodach	52205 zł	7,5	X	X	X	
Ściany zewnętrzne	138110 zł	20,5	X	X		
Okna	141398 zł	16	X			
Instalacja c.o.	15532 zł	4	X	X	X	X
Nakłady finansowe na poszczególne warianty		zł	347245	205847	67737	15532

7.4.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego										
$Q_0 = w_{d0} \cdot Q_{0CO} / \eta_0 + Q_{0CW}$ $q_0 = q_{0CO} + q_{0CW}$ $O_{0r} = Q_0 \cdot C_j / Wop + Kob$ $\Delta O_r = O_{r1} - O_{r0}$					$Q_1 = w_{d1} \cdot Q_{1CO} / \eta_1 + Q_{1CW}$ $q_1 = q_{1CO} + q_{1CW}$ $O_{1r} = Q_1 \cdot C_j / Wop + Kob$					
Nr wariant	$Q_{0CO}$ $Q_{1CO}$ GJ/a	$q_{0CO}$ $q_{1CO}$ kW	$\eta_0, W_{d0}$ $\eta_1, W_{d1}$	$Q_{0CW}$ $Q_{1CW}$ GJ	$q_{0CW}$ $q_{1CW}$ kW	$Q_0$ $Q_1$ GJ/a	$q_0$ $q_1$ kW	$O_{0r}$ $O_{1r}$ zł	$\Delta O_r$ zł	N zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istn.	2088,41	341,8	0,636 0,98	-	-	3218,0	341,8	53986		
1	1382,45	233,9	0,710 0,98	-	-	1908,2	233,9	38657	15329	347245
2	1475,09	247,8		-	-	2036	247,8	40154	13833	205847
3	1821,63	301,7		-	-	2514,4	301,7	45752	8235	67737
4	2088,41	341,8		-	-	2882,6	341,8	50062	3925	15531

**Uwaga:**

$Q_0, Q_1$  – roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji, GJ/rok,

$O_{0r}, O_{1r}$  – roczne opłaty za zużytą energię przed i po termomodernizacji, zł/rok;

$N$  – planowane koszty całkowite naabrany wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, obejmujące koszty robót wraz z kosztami opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej, zł;

$\Delta O_r$  – oszczędności roczne po zrealizowaniu wybranego wariantu, zł/rok;

$C_j$  – jednostkowa cena paliwa zł/kg;

$Wop$  – wartość opałowa paliwa, GJ/kg;

$Kob$  – koszty obsługi zł/rok.



**7.4.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

L.p.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania energii [ $Q_0 - Q_1 / Q_0$ ] 100% [%]	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu [zł, %] [zł, %]	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów energii i miesięczną ratą kapitałową wraz z odsetkami [zł/miesiąc]
1	2	3	4	5	6	7
1	Stropodach, Ściany zewnętrzne, Okna, Instalacja c.o.	347245	15329	40,7 %	<u>194457 [56%]</u> 153345 [44%]	0
2	Stropodach, Ściany zewnętrzne, Instalacja c.o.	205847	13833	36,7 %	<u>67467 [33%]</u> 138380 [67%]	0
3	Stropodach, Instalacja c.o.	67737	8235	21,8 %	<u>13547 [20%]</u> 54190 [80%]	234,83
4	Instalacja c.o.	15531	3925	10,4 %	<u>3106,2 [20%]</u> 12424,8 [80%]	223,58

**Uwaga :**

Stopa procentowa kredytu została przyjęta na podstawie oferty banku BGŻ Oddział Regionalny w Rzeszowie. Stopa procentowa stanowi sumę składników:

WIBOR 3M oraz marży Banku- 1,5 pp.

$r = \text{WIBOR 3M} + 1,5 \text{ pp}$

WIBOR 3M = 4,51 % (wartość stopy referencyjnej na dzień 02-03-2006)

dla  $r = 6,01\%$   $q = 1 + \frac{0,0601}{12} = 1,005008$

okres kredytowania:  $m = 120 \text{ m-cy}$

Kwota płatności:

$$A = 0,75 \cdot S \cdot \frac{q^m \cdot (q - 1)}{q^m - 1}$$

#### **7.4.4 Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

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

- Izolacja stropodachu
- Izolacja ścian zewnętrznych
- Wymiana okien wraz z instalacją nawiewników ciśnieniowych
- Usprawnienie instalacji c.o.

Przedsięwzięcie to spełnia warunki ustawowe:

1. oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie **40,7 %**, czyli powyżej **15%**
2. planowany kredyt, stanowiący **44%** kosztów, jest zgodny z warunkami ustawowymi;
3. środki własne inwestora wyniosą **194457 zł**, co spełnia oczekiwania inwestora;
4. różnica pomiędzy 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczna rata kredytu i odsetek wynosi **0 zł**, czyli możliwa jest spłata kredytu i odsetek z bieżących oszczędności kosztów ciepła .

Możliwa jest także w ramach Ustawy realizacja **wariantów: 2 oraz 3**

## 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 stropu:

- Strop Ackermana nad starą częścią - 14 [cm] maty z wełny mineralnej. Do wykonania: 242,1 [m<sup>2</sup>] izolacji. Suma kosztów: 16936 [zł]
- Strop nad małą salą gimnastyczną - 16 [cm] maty z wełny mineralnej. Do wykonania: 598,19 [m<sup>2</sup>] izolacji. Suma kosztów: 7608 [zł]
- Strop DZ3 nad nową częścią - ocieplenie stropu 16 [cm] granulowaną wełną mineralną metodą wdmuchiwaną. Do wykonania 949,14 [m<sup>2</sup>] izolacji. Suma kosztów: 27661 [zł]

#### 2. Ocieplenie ścian zewnętrznych

- Ściana w starej części o grubości 0,6[m] - 13 [cm] oraz ściana w nowej części o grubości 0,3[m] - 12 [cm] warstwą styropianu metodą lekką moką. Do realizacji 3210,07 [m<sup>2</sup>]. Suma kosztów: 138110 [zł].

#### 3. Wymiana okien na PCV z jednokomorową szybą zespoloną o całkowitym współczynniku przenikania $U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ wraz z montażem nawiewników ciśnieniowych. Do wymiany 95 okien o łącznej powierzchni 335,16 [m<sup>2</sup>] oraz montaż nawiewników. Suma kosztów tych usprawnień: 141398 zł.

#### 4. Modernizacja instalacji c.o. obejmuje montaż głowic zaworów termostatycznych. Suma kosztów: 15531,6 [zł]. Hermetyzacja nie jest możliwa.

### 8.2 Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie	347245 zł
Udział środków własnych inwestora	194457 zł
Kredyt bankowy	153345 zł
Przewidywana premia termomodernizacyjna	38336 zł
Wielkość raty miesięcznej (przy $r=6,01\%$ )	1277,4 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT 347245/15329	22,6 lat

### 8.3 Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej;
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót
3. Realizacja robót i odbiór techniczny
4. Wystąpienie o premię termo-modernizacyjną
5. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym)

---

# Załączniki do audytu

1. Załącznik nr 1  
Obliczenie współczynników przenikania przegród
2. Załącznik nr 2  
Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
3. Załącznik nr 3  
Określenie sprawności systemu grzewczego
4. Załącznik nr 4  
Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie
5. Załącznik nr 5.  
Rysunki 1-7 – rzuty i przekroje szkoły.

## Załącznik nr 1

## Obliczenie współczynników przenikania ciepła przegród w stanie istniejącym (U)

Nr	Typ	Opis warstw	Grubość m	$\lambda$ W/m·K	R m <sup>2</sup> ·K/W	U, $\Delta U$ , $U_k$ W/m <sup>2</sup> ·K
1	Ściany szczytowe					
	a) część stara	-tynk zewn. cem. – wapienny -mur z cegły pełnej ceramicznej -tynk wew. wapienny  $R_{se}+R_{si}=0.17$	0,010 0,58 0,010	0,82 0,77 0,82	0,012 0,753 0,012 <b>0,777</b>	U=1,149 $\Delta U=0$  $U_k=1,15$
					R=0,87	
	a) część nowa	-tynk zewn. cem. – wapienny -mur z gazobetonu -tynk wew. wapienny  $R_{se}+R_{si}=0.17$	0,010 0,28 0,010	0,82 0,174 0,82	0,012 1,609 0,012 <b>1,633</b>	U=1,149 $\Delta U=0$  $U_k=1,15$
				R=1,804		
2	Ściany podłużne					
	a) część stara	-tynk zewn. cem. – wapienny -mur z cegły pełnej ceramicznej -tynk wew. wapienny  $R_{se}+R_{si}=0.17$	0,010 0,58 0,010	0,82 0,77 0,82	0,012 0,753 0,012 <b>0,777</b>	U=1,149 $\Delta U=0,05$  $U_k=1,20$
					R=0,87	
	b) część nowa	-tynk zewn. cem. – wapienny -mur z gazobetonu -tynk wew. wapienny  $R_{se}+R_{si}=0.17$	0,010 0,28 0,010	0,82 0,174 0,82	0,012 1,609 0,012 <b>1,633</b>	U=1,149 $\Delta U=0$  $U_k=1,15$
				R=1,804		
3	Stropodach					
	a) część stara					$U_k=1,362$
	b) część nowa					$U_k=0,337$
4	Strop					$U_k=0,766$
	część stara					

5	Podłoga parteru na gruncie I strefa	-klepka dębowa	0,005	0.220	0.023	U <sub>k</sub> =0,83	
		-beton 2200	0,135	1.300	0.104		
		-papa asfaltowa	0,010	0.180	0.056		
		-żwir	0,20	0.900	0.222		
		-opór gruntu R <sub>g</sub>	-	-	0,405		
		R <sub>si</sub> =0.17			R=0,904		
		-lastryko	0.005	0.720	0.007		
		-beton	0.135	1.300	0.104		
		-płyty wiórowo –cementowe	0.01	0.180	0.056		
		-beton	0.2	0.900	0.222		
		-opór gruntu R <sub>g</sub>	-	-	0,389		
		R <sub>si</sub> =0.17			R=0,889		U <sub>k</sub> =0,83
6	Podłoga parteru na gruncie II strefa	-terakota	0.005	1.050	0.005	U <sub>k</sub> =0,83	
		-beton	0.135	1.300	0.104		
		-płyty wiórowo –cementowe	0.01	0.180	0.056		
		-beton	0.2	0.900	0.222		
		-opór gruntu R <sub>g</sub>	-	-	0,387		
		R <sub>si</sub> =0.17			R=0,886		
		-klepka dębowa	0,005	0.220	0.023		U <sub>k</sub> =0,62
		-beton	0,135	1.300	0.104		
		-płyty wiórowo –cementowe	0,010	0.180	0.056		
		-beton	0,20	0.900	0.222		
		-opór gruntu R <sub>g</sub>	-	-	0,405		
		R <sub>si</sub> =0.17			R=1,924		
-lastryko	0.005	0.720	0.007				
-beton	0.135	1.300	0.104				
-płyty wiórowo –cementowe	0.01	0.180	0.056				
-beton	0.2	0.900	0.222				
-opór gruntu R <sub>g</sub>	-	-	0,389				
R <sub>si</sub> =0.17			R=1,909	U <sub>k</sub> =0,62			
6	Podłoga parteru na gruncie II strefa	-terakota	0.005	1.050	0.005	U <sub>k</sub> =0,62	
		-beton	0.135	1.300	0.104		
		-płyty wiórowo –cementowe	0.01	0.180	0.056		
		-beton	0.2	0.900	0.222		
		-opór gruntu R <sub>g</sub>	-	-	0,387		
		R <sub>si</sub> =0.17			R=1,906		

## Załącznik nr 2

*Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego*

<b>l.p.</b>	<b>Pomieszczenia</b>	<b>Liczba pomieszczeń</b>	<b>Norma, m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Strumień powietrza wentylacyjnego m<sup>3</sup>/h</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Sale Użytkowe	129	1 wym/h	8933,6
2	Korytarze	9	1 wym/h	3978
3	Kuchnie	1	1 wym/h	122,4
4	WC	12	1 wym/h	123
5	Umywalnie	13	1 wym/h	518
<b>Ogółem</b>				<b>13675</b>

***Określenie sprawności systemu grzewczego w stanie istniejącym*****1. Sprawność wytwarzania**

$$\eta_w = 0,83$$

**2. Sprawność przesyłania**

$$\eta_p = 0,95$$

**3. Sprawność regulacji**

$$\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) \cdot 2 \sqrt{GLR}$$

$$\eta_{co} = 0,636$$

$$GLR = 0,407$$

$$\eta_r = 1 - (1 - \eta_{co}) \times 2 \cdot (GLR)^{1/2}$$

$$\eta_r = 0,81$$

**4. Sprawność wykorzystania**

$$\eta_e = 0,95$$

**5. Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia**

$$w_t = 1$$

**6. Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby**

$$w_d = 0,98$$



Załącznik nr 4

**Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła $Q_H$ , GJ/a <sup>13)</sup>
1	233,9	1908,2
2	247,8	2036
3	301,7	2514,4
4	341,826	2882,6
Stan istniejący	341,826	3218,0

---

<sup>13)</sup> z uwzględnieniem sprawności