

#### 5.4. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek w zabudowie półzwartej, czterokondygnacyjny, niepodpiwniczony. Konstrukcja budynku murowana. Ściany zewnętrzne warstwowe, wykonane z cegły ceramicznej pełnej gr. 12 cm i pustaków gazobetonowych gr. 24 cm. Wnęki okienne wykonane z pustaków gazobetonowych gr. 24 cm. Stropy międzykondygnacyjne typu DZ-3. Stropodach ocieplony płytami z wełny mineralnej gr. 5 cm. Dach kryty blachą trapezową. Okna nowoczesne z PCV wymienione w 2009 roku. Drzwi zewnętrzne stare drewniane o znacznym stopniu zużycia.

Obiekt wyposażony jest w instalacje: elektryczną, wod.-kan., c.o., c.w.u., telefoniczną, wentylację grawitacyjną.

**Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych**

L.p.	Opis	Położenie	Pow. do obl. strat ciepła m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> *K)	Pow. okien m <sup>2</sup>	U okna W/(m <sup>2</sup> *K)	Pow. drzwi m <sup>2</sup>	U drzwi W/(m <sup>2</sup> *K)
1.	Ściany zewnętrzne	S	202,7	0,952				
			142,8	1,118	153,3	1,60		
		E	110,3	0,952				
			12,5	1,118	7,2	1,60	2,7	2,50
		N	268,5	0,952				
			156,2	1,118	106,5	1,60		
		W	53,5	0,952				
			12,0	1,118	4,2	1,60		
2.	Podłoga na gruncie		496	0,351				
3.	Stropodach		562	0,698				

#### 5.5. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Obliczeniowa moc cieplna (obciążenie cieplne dla c.o.) $q_{moc}$	157,1 kW
2.	Zamówiona moc cieplna dla c.o.	- kW
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u. (qśr.)	33,6 kW
4.	Zamówiona moc cieplna dla c.w.u.	- kW
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego, $Q_H$	1 088,9 GJ/rok
6.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło $E = Q_H/V$	161,7 kWh/m <sup>3</sup> a
7.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, $Q_S$	1 578,1 GJ/rok
8.	Oplaty dla ogrzewania i przygotowania c.w.u. (z VAT): Oплата zmienna* Oплата stała* Oплата abonamentowa* Koszty ogrzewania (z wyłączeniem kosztów gazu ziemnego) $K_{sco}^{**}$ Koszty przygot. c.w.u. (z wyłączeniem kosztów gazu ziemnego) $K_{scwu}^{***}$	51,91 zł/GJ 4 384,44 zł/MW/m-c 148,83 zł/m-c 460,06 zł/m-c 124,68 zł/m-c

\* - wyliczone w oparciu o obowiązującą taryfę dla paliw gazowych PGNiG S.A. i Polskiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. - Oddział w Tarnowie (zał. nr 2 i nr 6)

\*\* - określone w załączniku nr 2

\*\*\* - określone w załączniku nr 6

## 5.6. Charakterystyka systemu ogrzewania

Budynek Domu Studenta w Weryni posiada ogrzewanie centralne zasilane z kotłowni gazowej stanowiącej własność Zespołu Szkół Agrotechniczno - Ekonomicznych w Weryni, zlokalizowanej w odrębnym budynku. Kotłownia wyposażona jest w dwa kotły niskotemperaturowe z palnikami modulowanymi. Kotłownia pracuje w układzie zamkniętym. Poza funkcją przygotowania wody grzewczej dla celów centralnego ogrzewania, kotłownia stanowi również źródło ciepła dla celów przygotowania ciepłej wody użytkowej w okresie całego roku. Kotłownia funkcjonuje bez zastrzeżeń.

Instalacja c.o. funkcjonuje od początku użytkowania budynku (ok. 41 lat). Wykonana jest jako wodna, dwururowa, z rozdziałem dolnym, z grzejnikami członowymi żeliwnymi. Posiada przestarzałą technologicznie armaturę odcinającą i regulacyjną. Wykonana jest z rur stalowych czarnych, spawanych. Piony prowadzone są po wierzchu ścian. Izolacja termiczna poziomów jest w bardzo złym stanie technicznym, bądź jej nie ma w ogóle. Podczas eksploatacji instalacji notowano liczne awarie grzejników i przewodów c.o.

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	tradycyjna, wodna, pompowa, dwururowa, z rozdziałem dolnym, systemu zamkniętego
2	Parametry pracy instalacji	95/70 °C
3	Przewody w instalacji	stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu
4	Rodzaje grzejników	żeliwne członowe
5	Oslonięcie grzejników	-
6	Zawory termostatyczne	brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego (zał.nr 1)	$\eta_g = 1,00$ $\eta_d = 0,92$ $\eta_e = 0,75$ $\eta_s = 1,00$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu, liczba godzin ogrzewania na dobę	7 / 24
9	Modernizacja instalacji po roku 1985	nie wykonano

## 5.7. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa dla celów higieniczno-socjalnych przygotowywana jest centralnie w kotłowni gazowej jak wyżej
2	Zużycie ciepłej wody	ok. 130,0 m <sup>3</sup> /m-c

## 5.8. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	grawitacyjna: nawiew przez nieszczelności okien i drzwi, wywiew - kanałami wentylacyjnymi
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	5 042

## **6. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku**

### **6.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku**

Stan ogólny elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry, lecz budynek nie spełnia wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej. Współczynniki przenikania ciepła  $U$  dla ścian zewnętrznych ( $0,952 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $1,118 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), stropodachu ( $0,698 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), drzwi starych ( $2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) są znacznie zawyżone w stosunku do obowiązujących przepisów. Powyższe powoduje nadmierne straty ciepła budynku i tym samym zawyżone koszty jego utrzymania. Elewacja budynku wymaga remontu, pokrycie dachu z blachy trapezowej ze względu na zły stan techniczny wymaga wymiany. Stare drzwi zewnętrzne ze względu na znaczny stopień zużycia wymagają wymiany na nowe.

### **6.2. System grzewczy**

Obecna instalacja c.o. funkcjonuje od początku użytkowania budynku tj.ok. 41 lat, jest zamulona i zarośnięta "kamieniem kotłowym", posiada centralną sieć odpowietrzającą i przestarzałą technologicznie armaturę odcinającą. Funkcjonuje nierównomiernie - nie posiada regulacji automatycznej (zaworów termostatycznych). Występuje krążenie czynnika grzewczego między pionami. Poziomy nie posiadają izolacji termicznej w ogóle, bądź jest ona w złym stanie technicznym. Stan techniczny instalacji c.o. i jej wyposażenie wymuszają konieczność wymiany instalacji na nową - nowoczesną, o mniejszej pojemności i wyższej sprawności.

### **6.3. System przygotowania ciepłej wody użytkowej**

System przygotowania ciepłej wody użytkowej dla potrzeb higieniczno-socjalnych studentów i personelu funkcjonuje poprawnie i nie wymaga modernizacji.

### **6.4. System wentylacji**

Wg informacji zarządcy budynku system wentylacji grawitacyjnej funkcjonuje bez uwag. Stan techniczny przewodów kominowych kontrolowany jest okresowo, zgodnie z wymaganiami obow. przepisów.

## 6.5. Ocena stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	<p><u>Przegrody zewnętrzne</u></p> <p>Przegrody zewnętrzne mają niezadawalające wartości współczynnika przenikania ciepła U</p> <p>- ściany zewnętrzne U = 0,952 U = 1,118</p> <p>- stropodach U = 0,698</p> <p>- podłoga na gruncie U = 0,351</p>	<p>Należy ocieplić przegrody zewnętrzne tak, aby zapewnić opór cieplny zgodny z ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz współczynnik przenikania ciepła zgodny z warunkami technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:</p> <p>- dla ścian zewnętrznych <math>U \leq 0,25</math></p> <p>- dla stropodachu <math>U \leq 0,20</math></p> <p>- dla podłogi na gruncie <math>U \leq 0,30</math></p>
2	<p><u>Okna i drzwi</u></p> <p>Drzwi zewnętrzne są w złym stanie technicznym i mają niezadawalającą wartość współczynnika przenikania ciepła U</p> <p>- okna U = 1,60</p> <p>- drzwi zewnętrzne U = 2,50</p>	<p>Stare drzwi zewnętrzne należy wymienić na nowe o współczynnika U nie większym niż 1,7 W/m<sup>2</sup>K.</p>
3	<p><u>Wentylacja grawitacyjna</u></p> <p>Nawiew powietrza odbywa się przez nieszczelności okien i drzwi. Wywiew kanałami wentylacyjnymi. Funkcjonuje poprawnie.</p>	<p>Nie wymaga modernizacji</p>
4	<p><u>System grzewczy</u></p> <p>Instalacja c.o. funkcjonuje nierównomiernie, grzejniki są zamulone, piony i poziomy zarośnięte "kamieniem kotłowym". Instalacja nie posiada regulacji hydraulicznej. Armatura jest niesprawna. Ponadto instalacja jest nieoszczędna, gdyż brak w niej elementów automatycznej regulacji (zaworów termostatycznych przygrzejnikowych).</p>	<p>W celu poprawy sprawności systemu grzewczego budynku zakłada się wymianę instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi, drabinkowymi w łazienkach, zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi.</p>
5	<p><u>System przygotowania c.w.u.</u></p> <p>Funkcjonuje poprawnie.</p>	<p>Nie wymaga modernizacji</p>

## 7. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropodachu
2	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe ocieplone
3	Modernizacja instalacji c.o.	Wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi i grzejnikami łazienkowymi drabinkowymi, zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi i odpowietrzeniem indywidualnym na pionach

## 8. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

### 8.1. Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło

Grupa usprawnień	Rodzaj usprawnień
1	2
Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropodachu Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe ocieplone
Modernizacja instalacji c.o.	Wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi i grzejnikami łazienkowymi drabinkowymi, zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi i odpowietrzeniem indywidualnym na pionach

## 8.2. Ocena opłacalności i wybór usprawnień dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło do ogrzania powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonano:

- a) oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne,
- b) oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez stropodach,
- c) zestawiono optymalne usprawnienia i przedsięwzięcia 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
$t_{wo\ \acute{s}r}$	19,2	19,2	$^{\circ}C$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}C$
Sd dla przegród zewnętrznych	3 758,00	3 758,00	dzień $^{\circ}K$ a
$O_{0m}, O_{1m}$	4384,44	4384,44	zł/MW/m-c
$O_{0z}, O_{1z}$	51,91	51,91	zł / GJ
$A_{b0}, A_{b1}$	148,83	148,83	zł / m-c
$K_{co\ 0}, K_{co\ 1,}$	460,06	460,06	zł / m-c

8.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda:			
				Ściany zewnętrzne			
Dane:	powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła	SZ gr. 38 cm	$A_1 =$	635	$m^2$		
		SZ gr. 24 cm	$A_2 =$	323	$m^2$		
	powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia	SZ gr. 38 cm	$A_{koszt1} =$	659	$m^2$		
		SZ gr. 24 cm	$A_{koszt2} =$	345	$m^2$		
Opis wariantów usprawnienia:							
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych z zejściem ok. 40-50 cm poniżej poziomu posadzki parteru, z zastosowaniem izolacji termicznej np. z płyt styropianowych, z ociepleniem ościeży okiennych styropianem gr. 2-3 cm, z tynkiem mineralnym lub akrylowym, zgodnie z projektem budowlanym. W przypadku zastosowania materiału o innym współczynniku przewodności $\lambda$ , należy przeliczyć grubość warstwy izolacji tak, aby osiągnąć opór co najmniej wyliczony w niniejszym audycie.							
Roboty ociepleniowe należy wykonać po uprzednim wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych. Koszty wykonania w/w zadania w całości przypisano do usprawnienia związanego z ociepleniem ścian zewnętrznych.							
Współczynnik przewodności styropianu $\lambda =$ 0,038 W/mK							
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:							
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji 12,0 cm							
wariant 2 - o grubości warstwy izolacji 13,0 cm (spełnia wymagania wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0 (m^2K)/W$ )							
wariant 3 - o grubości warstwy izolacji 14,0 cm							
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniej.	Warianty			
				1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,12	0,13	0,14	
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$(m^2 \cdot K)/W$		3,16	3,42	3,68	
3	Opór cieplny komponentu $R_i$	SZ gr. 38 cm	$(m^2 \cdot K)/W$	1,050	4,208	4,471	4,735
		SZ gr. 24 cm	$(m^2 \cdot K)/W$	0,894	4,052	4,316	4,579
	Współczynnik przenikania ciepła komponentu $U_i$	SZ gr. 38 cm	$W/(m^2 \cdot K)$	0,952	0,238	0,224	0,211
		SZ gr. 24 cm	$W/(m^2 \cdot K)$	1,118	0,247	0,232	0,218
4	Człon korekcyjny $\Delta U_{1,2,3} = (\Delta U_g + \Delta U_f) = U'' \cdot (R_i/R_T)^2 + n_f \cdot \chi$	$(m^2 \cdot K)/W$	0,000	0,006	0,006	0,006	
5	Całkowity współczynnik przenikania ciepła**	SZ gr. 38 cm	$W/(m^2 \cdot K)$	0,952	0,244	0,230	0,217
		SZ gr. 24 cm	$W/(m^2 \cdot K)$	1,118	0,253	0,238	0,224
	Całkowity opór cieplny $R_{ci}$	SZ gr. 38 cm	$(m^2 \cdot K)/W$	1,050	4,105	4,355	4,604
		SZ gr. 24 cm	$(m^2 \cdot K)/W$	0,894	3,956	4,207	4,456
6	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot \sum A_i / R_i$	GJ / a	313,53	76,74	72,28	68,32	
7	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot \sum A_i / R_i$	MW	0,03785	0,00926	0,00873	0,00825	
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 46\% \cdot 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (K_{rco0} - K_{rco1})$	zł / a		13795,98	14055,39	14286,20	

1	2	3	4	5	6	7
9	Cena jednostkowa ocieplenia ścian zewnętrznych	zł / m <sup>2</sup>		194,50	200,00	205,50
10	Koszt wykonania nowej izolacji przeciwilgociowej ścian fundamentowych budynku	zł		52000,00	52000,00	52000,00
11	Koszt realizacji usprawnienia N <sub>U</sub>	zł		247278,00	252800,00	258322,00
12	SPBT = N <sub>U</sub> / ΔO <sub>ru</sub> dla całego usprawnienia	lata		17,92	17,99	18,08
13	U <sub>0</sub> , U <sub>1</sub>	SZ gr. 38 cm W/(m <sup>2</sup> *K)	0,952	0,244	0,230	0,217
		SZ gr. 24 cm W/(m <sup>2</sup> *K)	1,118	0,253	0,238	0,224

\* Zgodnie z wymaganiami W.T. w obliczeniach całkowitego współczynnika przenikania ciepła uwzględniono poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji oraz łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną wyliczone wg PN-EN ISO 6946:1999 "Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynniki przenikania ciepła. Metoda obliczania" oraz PN-EN ISO 10211 "Mostki cieplne w budynkach - Strumienie ciepła i temperatury powierzchni - Obliczenia szczegółowe". Do obliczeń przyjęto łączniki z trzpieniem z tworzywa o współczynniku przenikania ciepła w danym punkcie  $\chi = 0,00 \text{ W/K}$  i szczelinę bez cyrkulacji po cieplejszej stronie izolacji, ale mogącą przechodzić przez całą warstwę izolacji  $\Delta U'' = 0,01 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

\*\* Zgodnie z ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów minimalny opór cieplny dla ścian zewnętrznych wynosi  $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ , co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła  $U \leq 0,25 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ . Wymaganie w/w ustawy jest zbieżne z wymaganiem maksymalnego współczynnika przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej określonego w rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 t. poz. 926) tj.  $U \leq 0,25 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$  co odpowiada oporowi cieplnemu  $R \geq 4,0 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$ .

#### Podstawa przyjętych wartości N<sub>U</sub>

Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> ścian zewnętrznych oraz koszty wykonania izolacji p.wilgociowej ścian fundamentowych przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt ocieplenia ścian zewnętrznych stanowi sumę iloczynu ceny jednostkowej i powierzchni ścian do ocieplenia oraz kosztu wykonania izolacji przeciwilgociowej ścian fundamentowych.

Wybrano wariant: 2	Koszt: 252 800 zł	SPBT = 18,0 lat
--------------------	-------------------	-----------------



8.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przełomada:		
				Stropodach		
Dane: powierzchnia przełomady do obliczenia strat				$A_1$	=	526 m <sup>2</sup>
powierzchnia przełomady do obliczenia kosztu usprawnienia				$A_{\text{koszt1}}$	=	562 m <sup>2</sup>
<p><b>Opis wariantów usprawnienia:</b></p> <p>Przewiduje się ocieplenie stropodachu pełnego np. za pomocą płyt z wełny mineralnej, po wcześniejszym zdemontowaniu starego nieszczelnego pokrycia z blachy trapezowej. Zabezpieczenie izolacji termicznej należy wykonać zgodnie z technologią określoną w projekcie budowlanym. W przypadku zastosowania materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodności <math>\lambda</math>, należy przeliczyć grubość warstwy izolacji tak, aby osiągnąć opór co najmniej wyliczony w niniejszym audycie.</p> <p>Współczynnik przewodn. izolacji <math>\lambda</math> = 0,038 W/mK</p> <p>Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:</p> <p>wariant 1- o grubości warstwy izolacji 13,0 cm (nie spełnia wymagania wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 5,0</math> (m<sup>2</sup>K)/W)</p> <p>wariant 2- o grubości warstwy izolacji 14,0 cm (spełnia wymagania wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 5,0</math> (m<sup>2</sup>K)/W )</p> <p>wariant 3 - o grubości warstwy izolacji 15,0 cm</p>						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniej.	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,13	0,14	0,15
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> *K)/W		3,42	3,68	3,95
3	Opór cieplny $R_i$ *	(m <sup>2</sup> *K)/W	1,43	4,85	5,12	5,38
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot \Sigma A_i / R_i$	GJ / a	119,21	35,19	33,38	31,74
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot \Sigma A_i / R_i$	MW	0,01439	0,00425	0,00403	0,00383
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 46\% \cdot 12 \cdot (q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m}) + 12 \cdot (K_{rc01} - K_{rc02})$	zł / a		4895,33	5000,77	5095,89
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł / m <sup>2</sup>		221,50	226,00	230,50
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	zł		124 483,00	127 012,00	129 541,00
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		25,43	25,40	25,42
10	$U_0, U_1$	W/(m <sup>2</sup> *K)	0,698	0,206	0,195	0,186
<p>* Zgodnie z ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów wymagany opór dla stropodachów nie może być niższy niż <math>R \geq 4,5</math> (m<sup>2</sup> K)/W, co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła <math>U \leq 0,22</math> W/(m<sup>2</sup> K), jednakże przy optymalizacji grubości izolacji termicznej jako wartość graniczną współczynnika przenikania ciepła dla stropodachu przyjęto wartość maksymalną, określoną w rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 t. poz. 926) tj. <math>U \leq 0,20</math> W/(m<sup>2</sup> K), co odpowiada oporowi cieplnemu <math>R \geq 5,0</math> (m<sup>2</sup> K)/W.</p>						
<p><b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b></p> <p>Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni stropodachu do ocieplenia wraz z zabezpieczeniem izolacji przed czynnikami atmosferycznymi.</p>						
Wybrano wariant: 2	Koszt: 127 012 zł		SPBT = 25,4 lat			

8.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie			Przedsięwzięcie:		
			Wymiana drzwi zewnętrznych		
Dane: Powierzchnia drzwi zewnętrznych do obliczenia strat ciepła (stan istniejący): <div><math>A_{ok} = 2,7 \text{ m}^2</math></div> <div>Powierzchnia drzwi do kosztu usprawnienia: powierzchnia <math>A_{ok} = 2,7 \text{ m}^2</math> do wymiany na nowe</div> <div><math>V_{nom} = 49,7 \text{ m}^3/\text{h}</math></div> <div>Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi zewnętrznych (1 szt.) na nowe stalowe, aluminiowe lub z PCV ocieplone, o współcz. <math>U \leq 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}</math>, wg projektu budowlanego.</div>					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniej.	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania drzwi starych	W/m <sup>2</sup> K	2,50	1,70	1,40
2	$0,0000864 * S_d *(A_d*U_d )$	GJ / a	2,19	1,49	1,23
3	Współczynnik $C_r$	-	1,2	1,00	1,00
4	Współczynnik $C_w$	-	1,0	1,00	1,00
5	Współczynnik $C_m$	-	1,3	1,00	1,00
6	$0,0000294 * C_r *C_w *V_{nom} *S_d$	GJ / a	6,59	5,49	5,49
7	$Q_0, Q_1 = (2) + (6)$	GJ / a	8,78	6,98	6,72
8	$10^{-6}*(A_d*U_d)*(t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,00026	0,00018	0,00015
9	$3,4 * 10^{-7} * C_m * V_{nom} (t_{wo}-t_{zo})$	MW	0,00086	0,00066	0,00066
10	$q_0, q_1 = (8) + (9)$	MW	0,00113	0,00084	0,00081
11	$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw}$	zł / rok		108,33	123,65
12	Cena jednostkowa usprawnienia	zł / m <sup>2</sup>		1 100,00	1 280,00
13	Koszt usprawnienia $N_d$	zł		2 970,00	3 456,00
14	$SPBT = (N_d) / (\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw})$	lata		27,4	28,0
Podstawa przyjętych wartości $N_U$ Ceny jednostkowe wymiany okien przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj podkarpackiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni drzwi do wymiany.					
Wybrano wariant: 1		Koszt: 2970 zł	SPBT =	27,4	lat

**8.2.4 Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT**

<b>Lp.</b>	<b>Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego</b>	<b>Planowane koszty robót zł</b>	<b>SPBT lata</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych	252 800	18,0
2	Ocieplenie stropodachu	127 012	25,4
3	Wymiana drzwi zewnętrznych	2 970	27,4

*Uwaga - planowane koszty robót nie obejmują kosztów opracowania audytu energetycznego oraz projektu budowlano - konstrukcyjnego dla zakresu robót jak w tabeli 8.2.4.*

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

Dane:

$$Q_{0co} = 1088,9 \text{ GJ / a}$$

$$q_{0co} = 157,1 \text{ kW}$$

$$w_{t0} = 1,00$$

$$w_{d0} = 1,00$$

W celu poprawy sprawności systemu grzewczego budynku zakłada się wymianę instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi i drabinkowymi w łazienkach, zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi i odpowietrzeniem indywidualnym na pionach - zgodnie z projektem budowlanym.

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

L.p.	Rodzaj usprawnienia		Zmiana wartości wsp. sprawności	
			przed modernizacją	po modernizacji
1	Wytwarzanie ciepła	$\eta_w =$	1,00	1,00
2	Przesyłanie ciepła	$\eta_d =$	0,92	0,95
3	Regulacja i wykorzystania ciepła	$\eta_e =$	0,75	0,93
4	Akumulacja ciepła	$\eta_s =$	1,00	1,00
5	Sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	0,690	0,884
6	Uwzgl. przerw w ogrzewaniu w okresie tygodnia	$w_t =$	1,00	1,00
7	Uwzgl. przerw w ogrzewaniu w ciągu doby	$w_d =$	1,00	1,00

#### Ocena proponowanego przedsięwzięcia:

L.p.	Omówienie		Jedn.	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
1	Sprawność całkowita systemu	$\eta_{tot} =$	-	0,690	0,884
2	Uwzgl. przerw tygodniowych	$w_t =$	-	1,00	1,00
3	Uwzgl. przerw dobowych	$w_d =$	-	1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów	$\Delta Q_{tco}$	zł/a		17 977,92
5	Koszt przedsięwzięcia	$N_{co} =$	zł		133 400,00
6	SPBT		lata		7,4

#### Kalkulacja kosztów usprawnienia:

1) Na podstawie ofert lokalnych wykonawców koszt wymiany instalacji c.o. przyjęto: **133 400 zł**

(ilość punktów instalacyjnych w stanie istniejącym - 92 szt., średni jednostkowy koszt wymiany instalacji c.o. - 1450 zł/punkt).

#### 8.4. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a) wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- b) ocenę wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pod względem spełnienia wymagań ustawowych (dotyczy wyłącznie przypadku korzystania przez Inwestora z kredytu termomodernizacyjnego)

##### 8.4.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

Zakres	Nr wariantu					
	1	2	3	4	5	6
Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych	X	X	X			
Ocieplenie stropodachu	X	X				
Wymiana drzwi zewnętrznych	X					
Modernizacja instalacji c.o.	X	X	X	X		

##### 8.4.2. Kalkulacja kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych z uwzględnieniem ulepszeń wykonanych w roku 2009

Zakres	Kalkulacja kosztów dla całej inwestycji					
	1	2	3	4	5	6
Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych	252 800	252 800	252 800			
Ocieplenie stropodachu	127 012	127 012				
Wymiana drzwi zewnętrznych	2 970					
Modernizacja instalacji c.o.	133 400	133 400	133 400	133 400		
Koszt wymiany okien w roku 2009 (wg faktury wykonawcy robót)	28330,09	28330,09	28330,09	28330,09		
Koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej	40 000	25 000	17 000	14 000		
<b>SUMA:</b>	584 512	566 542	431 530	175 730		

Mając na względzie konieczność uzyskania wymiernych efektów oszczędności ciepła (zmniejszenia kosztów utrzymania budynku) w stosunku do koniecznych do poniesienia na ten cel nakładów finansowych, jako optymalny ocenia się **wariant Nr 1** - obejmujący następujące usprawnienia termomodernizacyjne:

- Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych
- Ocieplenie stropodachu
- Wymiana drzwi zewnętrznych
- Modernizacja instalacji c.o.

Przedsięwzięcie to łącznie z wymianą okien w 2009 roku, przynosi roczną oszczędność zapotrzebowania ciepła w wysokości:

**44,0%**

#### 8.4.3 Obliczenie oszczędności kosztów dla wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

$$Q_i = W_{di} * Q_{ico} / \eta_i + Q_{icw}$$

$$q_i = q_{ico} + q_{icw}$$

$$O_i = Q_{ico} * O_{zco} + q_{ico} * O_{mco} * 12 + 46\% * Ab + K_{rc.w.} + K_{rc.o.}$$

$$\Delta O_r = Q_{r1} - O_{r2}$$

Wariant	$Q_{oco}, Q_{ico}$	$q_{oco}, q_{ico}$	$\eta_{oco}, W_{do}, \eta_{ico}, W_{dl}$	$Q_{ocwu}, Q_{icwu}$	$q_{ocwu}, q_{icwu}$	$Q_o, Q_i$	$q_o, q_i$	$O_{or}, O_{ir}$	$\Delta O_r$	N
-	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł	zł	zł
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
stan istniejący	1088,9	157,1	0,690	565,7	33,6	2143,8	190,7	129 158,59		
			1,00							
stan po termomodernizacji	560,8	91,1	0,884	565,7	33,6	1200,1	124,70	76 698,65	52 459,94	584 512,09
			1,00							

Uwagi:

1.  $Q_0, Q_1$  - oznacza roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji [GJ/rok]
2.  $O_{or}, O_{ir}$  - oznacza roczne koszty ogrzewania budynku i przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji [zł/rok]
3.  $\Delta O_r$  - roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji [zł/rok] budynku [zł/rok]
4. N - nakłady inwestycyjne na termomodernizację budynku (poniesione od 2009r. i planowane) [zł/rok]

**8.4.4 Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Uwaga - Dokumentację sporządzono jak dla inwestycji finansowanej z pomocą kredytu udzielanego na mocy ustawy o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. z 2008r. Nr 223, poz. 1459). W przypadku dofinansowania inwestycji z innych funduszy, tabela w zakresie kwoty kredytu i premii termomodernizacyjnej - poz. w kolumnach 6,7,8,9 - nie ma zastosowania.

L.p.	Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej) [%]	Optymalna kwota kredytu		Premia termomodernizacyjna		
					Planowana kwota kredytu i środków własnych [zł]/[%]		20% kredytu [zł]	16% kosztów całkowitych [zł]	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii [zł]
1	2	3	4	5	6		7	8	9
2	<b>Wariant I</b> (zgodnie z pkt. 8.4.1) + wymiana starych okien w 2009r.	584 512,09	52 459,94	44,0%	556 182	95%	111 236,40	<u>93 521,93</u>	104 919,88
					28 330,09	5%			

**8.4.5 Zestawienie zapotrzebowania na ciepło, oszczędności ciepła związanych z kompleksową termomodernizacją budynku rozpoczętą w 2009 roku (zgodnie z zakresem robót jak w pkt. 8.4.1 wariant 1 + wymiana starych okien na nowe w 2009 roku)**

Wariant	$Q_{c.o.}$	$\eta/w_t, w_d$	$Q_{K,H}$	$Q_{w,nd}$	$\eta_{w,tot}$	$Q_{K,W}$	$Q_{K,W}$	$E_{el,pom,H}$	$E_{el,pom,W}$
	GJ	-	GJ	KWh/rok	-	KWh/rok	GJ/rok	kWh/rok	kWh/rok
Stan istniejący	1088,9	0,690	1578,1	81705,0	0,52	157125,0	565,7	5424,0	2132,0
		1,00							
Stan po termomodernizacji	560,8	0,884	634,4	81705,0	0,52	157125,0	565,7	5424,0	2132,0
		1,00							

Oznaczenia:

$Q_{c.o.}$  - roczne zapotrzebowanie na ciepło - zgodnie z załącznikiem nr 5

$\eta$  - całkowita sprawność systemu grzewczego - zgodnie z załącznikiem nr 4

$w_t, w_d$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu - zgodnie z załącznikiem nr 5

$Q_{K,H}$  - roczne zużycie energii końcowej do ogrzewania wyliczone zgodnie ze wzorem:  $Q_{K,H} = w_t \cdot w_d \cdot Q_{c.o.} / \eta$

$Q_{w,nd}$  - zapotrzebowanie ciepła użytkowego do podgrzania ciepłej wody - zgodnie z załącznikiem nr 6

$\eta_{w,tot}$  - średnia sezonowa sprawność systemu przygotowania ciepłej wody - zgodnie z załącznikiem nr 6

$Q_{K,W}$  - roczne zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania ciepłej wody

$E_{el,pom,W}$  - energia pomocnicza dla systemu ogrzewania - zgodnie z załącznikiem nr 2

$E_{el,pom,H}$  - energia pomocnicza dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej - zgodnie z załącznikiem nr 6

Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na c.o.+ c.w.u. dla rozpatrywanej części budynku wyniesie: **44,0%**

Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania dla rozpatrywanej części budynku wyniesie: **59,8%**

Wariant	$q_{c.o.}$	$q_{c.w.u.}$
	kW	kW
Stan istniejący	157,1	33,6
Stan po termomodernizacji	91,1	33,6

Oznaczenia:

$q_{c.o.}$  - moc cieplna (obciążenie cieplne) systemu grzewczego - zgodnie z załącznikiem nr 5

$q_{c.w.u.}$  - moc cieplna na przygotowanie c.w.u. - zgodnie z załącznikiem nr 6

## 9. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

### 9.1. Opis robót

W ramach wskazanego w niniejszym audycie wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

#### 1. Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych

Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych z zejściem ok. 40-50 cm poniżej poziomu posadzki parteru, z zastosowaniem izolacji termicznej np. z płyt styropianowych o grubości 13 cm i współczynnika przewodności styropianu  $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$ , z tynkiem mineralnym lub akrylowym i ociepleniem ościeży okiennych styropianem gr. 2 - 3 cm, po uprzednim wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych, zgodnie z technologią przyjętą w projekcie budowlanym. W przypadku zastosowania materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodności  $\lambda$ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej opór wyliczony w niniejszym audycie (pkt.8.2.1).

Do wykonania 1004 m<sup>2</sup> ocieplenia za kwotę 200 800 zł

Koszt wykonania izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych 52 000 zł

#### 2. Ocieplenie stropodachu

Przewiduje się ocieplenie stropodachu pełnego np. za pomocą płyt z wełny mineralnej o grubości 14 cm i współczynnika przewodności styropianu  $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$ , po wcześniejszym zdemontowaniu starego nieuszczelnego pokrycia z blachy trapezowej i wykonaniem nowego zabezpieczenia izolacji przed warunkami atmosferycznymi, zgodnie z technologią określoną w projekcie budowlanym. W przypadku zastosowania materiału izolacyjnego o innym współczynniku przewodności  $\lambda$ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej opór wyliczony w niniejszym audycie (pkt.8.2.2).

Do wykonania 562 m<sup>2</sup> ocieplenia za kwotę 127 012 zł

#### 3. Wymiana drzwi zewnętrznych

Przewiduje się wymianę starych drzwi zewnętrznych (1 szt.) na nowe stalowe, aluminiowe lub z PCV ocieplone, o współcz.  $U \leq 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , zgodnie z projektem budowlanym.

Do wymiany 2,7 m<sup>2</sup> drzwi za kwotę 2 970 zł



#### 4. Wymiana instalacji c.o.

Przewiduje się wymianę instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi i łazienkowymi, zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi i odpowietrzeniem indywidualnym na pionach, zgodnie z projektem budowlanym.

Do wykonania 1 kpl. za kwotę 133 400 zł

#### 9.2. Uproszczony kosztorys robót dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

L.p.	Opis robót	Obmiar		Cena jedn.	Koszt całkowity
				zł	zł
1.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1 004	m <sup>2</sup>	200,00	200 800,00
	Osuszanie+odgrzybianie+izolacja p.wilgociowa	1	kpl.	52 000,00	52 000,00
2.	Ocieplenie stropodachu	562,0	m <sup>2</sup>	226,00	127 012,00
3.	Wymiana drzwi zewnętrznych	2,7	m <sup>2</sup>	1 100,00	2 970,00
4.	Wymiana instalacji c.o.	1	kpl.	133 400,00	133 400,00
5.	Audyt + dokumentacja projektowa	1	kpl.	40 000,00	40 000,00
Razem:					<b>556 182,00</b>

#### 9.3. Charakterystyka finansowa wariantu optymalnego

- Koszt brutto dla całego zadania termomodernizacyjnego (z uwzględnieniem kosztów poniesionych w roku 2009): **584 512,09 zł**
- Kalkulowany koszt brutto robót do wykonania (kontynuacja rozpoczętej termomodernizacji budynku) dla całego obiektu: **556 182,00 zł**  
w tym:
  - koszt robót budowlanych **516 182,00 zł**
  - koszt opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowo - kosztorysowej **40 000,00 zł**
- Koszt brutto wymiany okien w roku 2009 (wg faktury wykonawcy robót) **28 330,09 zł**
- Czas zwrotu nakładów SPBT **11,1 lat**  
(dla całej inwestycji)

#### 9.4. Dalsze działania inwestora

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku o udzielenie pomocy finansowej na realizację zadania w wybranej instytucji wspomagającej inwestycje z zakresu ochrony środowiska (w tym termomodernizacje budynków).
2. Wykonanie dokumentacji projektowo - kosztorysowej robót termomodernizacyjnych budynku uwzględniającej wnioski audytu energetycznego.
3. Po uzyskaniu środków na sfinansowanie inwestycji przeprowadzenie postępowania przetargowego i zawarcie umów z wykonawcami robót.
4. Realizacja inwestycji i odbiór techniczny robót potwierdzony stosownym protokołem odbioru przez inspektora nadzoru.
5. Analiza kosztów eksploatacyjnych ogrzewania obiektu w pierwszym roku po wykonaniu robót