

#### 5.4. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek w zabudowie plombowej w układzie narożnikowym o czterech kondygnacjach nadziemnych, trzech klatkach schodowych, całkowicie podpiwniczony. W piwnicach mieszczą się ogrzewane pomieszczenia dydaktyczne wraz z zapleczem oraz nieogrzewane magazyny. W budynku znajdują się dwa lokale usługowe: Bar "Rzeszowska" i "Punkt ksero" oraz dwa lokale mieszkalne. Pozostałą część budynku stanowią pomieszczenia dydaktyczne wraz z zapleczem, gabinety i sanitariaty.

Konstrukcja budynku murowana. Ściany zewnętrzne wykonane z cegły pełnej ceramicznej o gr. 45 cm, 51 cm, 57 cm i 63 cm. Stropy między kondygnacjami żelbetowe. Nad salą wykładową nr 4 stropodach niewentylowany, żelbetowy jednonadobowy pokryty papą, ocieplony styropianem laminowanym gr. 15 cm. Nad pozostałą częścią budynku strop niewentylowany, żelbetowy. Część okien wymieniona na nowoczesne z PCV, pozostałe drewniane zespolone, szklone szybą ze szkła zwykłego. Drzwi zewnętrzne częściowo wymienione, pozostałe drewniane o znacznym stopniu zużycia.

Budynek wyposażony jest w instalacje: elektryczną, wod.- kan., c.o., 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	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Ściany zewnętrzne gr. 64 cm	N	22	0,964					
		W	199		67,7	1,60	2,0	1,40	
2.	Ściany zewnętrzne gr. 57 cm	E	337	1,056	127,0	2,60	8,25	2,50	
					8,4	1,60	3,26	1,40	
		N	119			37,5	2,60		
		W	52			33,3	2,60		
3.	Ściany zewnętrzne gr. 51 cm	N	91	1,151	8,6	2,60	2,5	2,50	
					18,6	1,60			
4.	Ściany zewnętrzne gr. 45 cm	W	12	1,264					
		S	121		6,7	2,60	2,00	2,50	
					5,7	1,60			
5.	Stropodachy		239	0,226					
			610	1,212					
6.	Strop nad nieogrzewanymi piwnicami		257	1,264					
7.	Podłoga na gruncie		592	0,351					
8.	Ściany przy dylatacji		124	0,828					

### 5.5. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Obliczeniowa moc cieplna (obciążenie cieplne dla c.o.) $q_{moc}$	305,0 kW
2.	Zamówiona moc cieplna dla c.o.*	153,9 kW
3.	Zapotrzebowanie na moc cieplną na c.w.u. (qśr.)	11,4 kW
4.	Zamówiona moc cieplna dla c.w.u.	brak danych
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego, $Q_H$	1 643,4 GJ/rok
6.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło $E = Q_H/V$	203,5 kWh/m <sup>3</sup> a
7.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, $Q_S$	2 559,8 GJ/rok
8.	Oplaty dla ogrzewania (z VAT): Oплата zmienna Oплата stała Koszty energii pomocniczej dla ogrzewania	47,92 zł/GJ 11 740,37 zł/MW/m-c 2 170,12 zł/rok
9.	Oplaty dla przygotowania c.w.u. (z VAT): Oплата zmienna: szczytowa pozaszczytowa Oплата stała Oplaty stałe (abonamentowa i handlowa)	0,8468 zł/kWh 0,5000 zł/kWh 3 628,50 zł/MW/m-c 29,96 zł/m-c

\* - Wartość mocy zamówionej określona została na podstawie obliczeń normy, która już nie obowiązuje. Różnica między wyliczoną mocą, a zamówioną wynika głównie ze zmiany sposobu określenia strumienia powietrza wentylacyjnego zgodnie z obowiązującą normą, który ma znaczny wpływ na wynik końcowy.

### 5.6. Charakterystyka systemu ogrzewania

Budynek posiada ogrzewanie centralne zasilane z indywidualnego jednofunkcyjnego węzła cieplnego wymiennikowego (własność Uniwersytetu Rzeszowskiego). Węzeł jest nowoczesny, wyposażony w automatykę pogodową i ciepłomierz.

Instalacja c.o. wodna, pompowa, o parametrach oblicz. 90/70°C, dwururowa, systemu zamkniętego, wykonana jest z rur stalowych czarnych, spawanych, prowadzonych po wierzchu ścian, wyposażona w grzejniki żeliwne stalowe i stalowe płytowe (pomieszczenia po adaptacji), przestarzałą technologicznie armaturę regulacyjną i odcinającą.

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Typ instalacji	tradycyjna, wodna, pompowa, dwururowa, systemu zamkniętego, z rozdziałem dolnym
2	Parametry pracy instalacji	90/70 °C
3	Przewody w instalacji	stalowe, czarne, spawane, przewody poziome izolowane termicznie, pionowe nieizolowane.
4	Rodzaje grzejników	żeliwne członowe, stalowe płytowe
5	Oslonięcie grzejników	-
6	Zawory termostacyjne	brak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego (zał.nr 1)	$\eta_g = 0,93$ $\eta_d = 0,92$ $\eta_e = 0,75$ $\eta_s = 1,00$
8	Liczba dni ogrzewania w tygodniu, liczba godzin ogrzewania na dobę	7 / 24
9	Modernizacja instalacji po roku 1985	wykonana częściowo w ramach adaptacji pomieszczeń (wymiana części grzejników żeliwnych na stalowe płytowe)

**5.7. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa przygotowywana lokalnie w podgrzewaczach elektrycznych zamontowanych przy punktach poboru
2	Zużycie ciepłej wody	ok. 70,3 m <sup>3</sup> /m-c

**5.8. Charakterystyka systemu wentylacji**

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1	Rodzaj instalacji	grawitacyjna: nawiew przez nieuszczelności stolarki, wywiew - kanałami wentylacyjnymi
2	Strumień powietrza wentylacyjnego m <sup>3</sup> /h	8 296,8

**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 (1,264 W/m<sup>2</sup>K, 1,151 W/m<sup>2</sup>K, 1,056 W/m<sup>2</sup>K, 0,964 W/m<sup>2</sup>K), ścian przy gruncie (0,828 W/m<sup>2</sup>K, 0,679 W/m<sup>2</sup>K), stropodachu (1,212 W/m<sup>2</sup>K) stropu nad nieogrzewanymi piwnicami (1,262 W/m<sup>2</sup>K) i starych okien (2,60 W/m<sup>2</sup>K), drzwi zewnętrznych starych (2,50 W/m<sup>2</sup>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.

Przed przystąpieniem do robót ociepleniowych budynku niezbędne jest wcześniejsze osuszenie i odgrzybienie ścian piwnic oraz wykonanie nowej izolacji przeciwwilgociowej.

**6.2. System grzewczy**

Budynek wyposażony jest w instalację centralnego ogrzewania wodną z rozdziałem dolnym, prowadzoną po wierzchu ścian o parametrach 90/70°C, pracującą w układzie zamkniętym, z odpowietrzeniem centralnym. Pomieszczenia ogrzewane są za pomocą grzejników żeliwnych członowych i stalowych płytowych (pomieszczenia po adaptacji). Stan techniczny instalacji c.o. jest niezadawalający. Pierwotnie instalacja c.o. zasilana była z kotłowni węglowej pracującej na wodzie wodociągowej nieuzdatnionej. Stąd niektóre fragmenty pionów są zarośnięte "kamieniem kotłowym", instalacja pracuje nierównomiernie, grzejniki są zamulone, widoczne ogniska korozji. Instalacja wyregulowana jest poprzez krzyżowanie (nieoszczędna). Aktualnie budynek podłączony jest do miejskiej sieci ciepłowniczej, a instalacja zasilana jest z nowoczesnego węzła wymiennikowego z automatyką pogodową.

**6.3. System przygotowania ciepłej wody użytkowej**

Układ przygotowania ciepłej wody użytkowej 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 = 1,264 U = 1,151 U = 1,056 U = 0,964</p> <p>- ścian przy gruncie U = 0,828 U = 0,679</p> <p>- stropodachy U = 0,226 U = 1,212</p> <p>- podłoga na gruncie U = 0,351</p> <p>- stropu nad nieogrzewanymi piwnicami U = 1,264</p> <p>- ścian przy dylatacji U = 1,063</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 ścian przy gruncie <math>U \leq 0,25</math></p> <p>- dla stropodachów <math>U \leq 0,20</math></p> <p>- dla podłogi na gruncie <math>U \leq 0,30</math></p> <p>- dla stropu nad nieogrzewanymi piwnicami <math>U \leq 0,25</math></p> <p>- dla ścian przy dylatacji <math>U \leq 1,00</math></p>
2	<p><u>Okna i drzwi</u></p> <p>Stare okna i drzwi (dotychczas niewymienione) zewnętrzne są w złym stanie technicznym i mają niezadawalającą wartość współczynnika przenikania ciepła U</p> <p>- okna U = 2,60 U = 1,60</p> <p>- drzwi zewnętrzne U = 2,50 U = 1,40</p>	<p>Stare okna należy wymienić na nowe o współczynniku U nie większym niż 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Stare drzwi zewnętrzne należy wymienić na nowe o współczynniku 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. Wg oceny użytkownika budynku wentylacja funkcjonuje poprawnie.</p>	<p>Należy zakończyć wymianę okien na nowoczesne z nawiewnikami powietrza.</p>
4	<p><u>System grzewczy</u></p> <p>Instalacja c.o. funkcjonuje nierównomiernie (brak skutecznej regulacji hydraulicznej), grzejniki są zamulone, przewody częściowo zarośnięte "kamieniem kotłowym", armatura odcinająca i przygrzejnikowa jest przestarzała technologicznie i niesprawa, występuje krążenie wody między pionami. Ponadto instalacja jest nieoszczędna, gdyż brak w niej elementów automatycznej regulacji (zaworów termostatycznych)</p>	<p>W celu poprawy sprawności systemu grzewczego budynku zakłada się wymianę instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi, zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi i odpowietrzeniem indywidualnym na pionach.</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 Ocieplenie stropu nad nieogrzewanymi piwnicami
2	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat na podgrzanie powietrza wentylacyjnego	Wymiana starych okien i drzwi (dotychczas niewymienionych)
3	Modernizacja systemu grzewczego	Wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi, 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 i na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie ścian zewnętrznych Ocieplenie stropodachu Ocieplenie stropu nad nieogrzewanymi piwnicami  Wymiana starych okien i drzwi (dotychczas niewymienionych)
Modernizacja systemu grzewczego	Wymiana instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi, 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:

- oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne,
- oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody wewnętrzne,
- oceny opłacalności i wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego,
- 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
$t_{wo\ \bar{s}r}$	18,9	18,9	$^{\circ}C$
$t_{zo}$	-20,0	-20,0	$^{\circ}C$
$t_{piwnic\ nieogr.\ obl. -\ przed/po\ ociepl.}$ stropu	12,1	5,4	$^{\circ}C$
$Sd$ dla przegród zewnętrznych	3 691,40	3 691,40	dzień $^{\circ}K\ a$
$Sd$ dla stropu nad nieogr. piwnicami*	1 034,50	2 213,30	dzień $^{\circ}K\ a$
$O_{0m}, O_{1m}$	11 740,37	11 740,37	zł/MW/m-c
$O_{0z}, O_{1z}$	47,92	47,92	zł / GJ
$A_{b0}, A_{b1}$	-	-	zł / m-c
$K_0, K_1$ (koszty energii pomocniczej)	2 170,12	2 170,12	zł / rok

\* - wyliczenie liczby stopniocdni w oparciu o metodę bilansową zamieszczono w załączniku nr 1

Uwaga:

- teoretyczne roczne zużycie ciepła oraz moc cieplną w stanie istniejącym i w poszczególnych wariantach termomodernizacyjnych przypisano do rozpatrywanych części budynku kluczem udziału powierzchni danej przegrody występującej w tych częściach budynku.

8.2.1 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie		Przegroda:	
		Ściany zewnętrzne	
Dane: Powierzchnia przegród do obliczenia strat ciepła			
<b>A: część dydaktyczna</b>			
	ściany gr. 64 cm	$A_1 =$	221 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 57 cm	$A_2 =$	500 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 51 cm	$A_3 =$	3 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 45 cm	$A_4 =$	98 m <sup>2</sup>
	ściany przy gruncie gr. 64 cm	$A_5 =$	69 m <sup>2</sup>
	ściany przy gruncie gr. 45 cm	$A_6 =$	4 m <sup>2</sup>
<b>B: część mieszkalna</b>			
	ściany gr. 51 cm	$A_7 =$	36 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 45 cm	$A_8 =$	26 m <sup>2</sup>
<b>C: część usługowa</b>			
	ściany gr. 57 cm	$A_9 =$	9 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 51 cm	$A_{10} =$	52 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 45 cm	$A_{11} =$	9 m <sup>2</sup>
Powierzchnia przegród do obliczenia kosztu usprawnienia:			
<b>A: część dydaktyczna</b>			
	ściany gr. 64 cm	$A_{\text{koszt1}} =$	230 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 57 cm	$A_{\text{koszt2}} =$	526 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 51 cm	$A_{\text{koszt3}} =$	3 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 45 cm	$A_{\text{koszt4}} =$	100 m <sup>2</sup>
	ściany przy gruncie gr. 64 cm	$A_{\text{koszt5}} =$	69 m <sup>2</sup>
	ściany przy gruncie gr. 45 cm	$A_{\text{koszt6}} =$	4 m <sup>2</sup>
<b>B: część mieszkalna</b>			
	ściany gr. 51 cm	$A_{\text{koszt7}} =$	45 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 45 cm	$A_{\text{koszt8}} =$	28 m <sup>2</sup>
<b>C: część usługowa</b>			
	ściany gr. 57 cm	$A_{\text{koszt9}} =$	11 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 51 cm	$A_{\text{koszt10}} =$	59 m <sup>2</sup>
	ściany gr. 45 cm	$A_{\text{koszt11}} =$	10 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>			
<p>Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych z zejściem ok. 1 m poniżej poziomu terenu w części budynku z ogrzewanymi piwnicami i 40-50 cm poniżej poziomu parteru w części budynku z nieogrzewanymi piwnicami, metodą bezspoinową lekką mokrą, z zastosowaniem izolacji termicznej z płyt styropianowych (XPS - poniżej terenu), 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 <math>\lambda</math>, należy przeliczyć grubość warstwy izolacji tak, aby osiągnąć opór conajmniej wyliczony w niniejszym audycie.</p> <p>Roboty dociepleniowe należy wykonać po odgrzybieniu i osuszeniu ścian piwnic oraz wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych. Koszty wykonania w/w zadania w całości przypisano do usprawnienia związanego z ociepleniem ścian zewnętrznych części dydaktycznej budynku.</p> <p>Współczynnik przewodności styropianu <math>\lambda_{\text{obl}} =</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 12,0 cm (nie spełnia wymagań wielkości oporu cieplnego <math>R \geq 4,0</math> (m<sup>2</sup>K)/W)</p> <p>wariant 2 - o grubości warstwy izolacji 13,0 cm</p> <p>wariant 3 - o grubości warstwy izolacji 14,0 cm</p>			

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 ΔR	(m²*K)/W		3,16	3,42	3,68	
3	Opór cieplny komponentu Ri/suma oporów przejm. i przew. dla ścian przy gruncie	ściany gr. 64 cm	(m²*K)/W	1,037	4,195	4,458	4,722
		ściany gr. 57 cm	(m²*K)/W	0,947	4,105	4,368	4,631
		ściany gr. 51 cm	(m²*K)/W	0,869	4,027	4,290	4,553
		ściany gr. 45 cm	(m²*K)/W	0,791	3,949	4,212	4,475
		ściany przy gruncie gr. 64 cm	(m²*K)/W	1,473	5,065	5,366	5,666
		ściany przy gruncie gr. 45 cm	(m²*K)/W	1,208	4,806	5,107	5,409
	Współczynnik przenikania ciepła komponentu U <sub>i</sub>	ściany gr. 64 cm	W/ (m²*K)	0,964	0,238	0,224	0,212
		ściany gr. 57 cm	W/ (m²*K)	1,056	0,244	0,229	0,216
		ściany gr. 51 cm	W/ (m²*K)	1,151	0,248	0,233	0,220
		ściany gr. 45 cm	W/ (m²*K)	1,264	0,253	0,237	0,223
		ściany przy gruncie gr. 64 cm	W/ (m²*K)	0,679	0,197	0,186	0,176
		ściany przy gruncie gr. 45 cm	W/ (m²*K)	0,828	0,208	0,196	0,185
4	Człon korekcyjny ΔU <sub>1,2,3</sub> = (ΔU <sub>g</sub> +ΔU <sub>f</sub> ) = U''*(R <sub>f</sub> /R <sub>T</sub> )² + nf*χ *	ściany gr. 64 cm	(m²*K)/W	0,000	0,006	0,006	0,006
		ściany gr. 57 cm	(m²*K)/W	0,000	0,006	0,006	0,006
		ściany gr. 51 cm	(m²*K)/W	0,000	0,006	0,006	0,007
		ściany gr. 45 cm	(m²*K)/W	0,000	0,006	0,007	0,007
		ściany przy gruncie gr. 64 cm	(m²*K)/W	0,000	0,000	0,000	0,000
		ściany przy gruncie gr. 45 cm	(m²*K)/W	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Całkowity współczynnik przenikania ciepła**	ściany gr. 64 cm	W/ (m²*K)	0,964	0,244	0,230	0,218
		ściany gr. 57 cm	W/ (m²*K)	1,056	0,250	0,235	0,222
		ściany gr. 51 cm	W/ (m²*K)	1,151	0,254	0,239	0,227
		ściany gr. 45 cm	W/ (m²*K)	1,264	0,259	0,244	0,230
		ściany przy gruncie gr. 64 cm	W/ (m²*K)	0,679	0,197	0,186	0,176
		ściany przy gruncie gr. 45 cm	W/ (m²*K)	0,828	0,208	0,196	0,185
	Całkowity opór cieplny R <sub>ci</sub> **	ściany gr. 64 cm	(m²*K)/W	1,037	4,092	4,342	4,591
		ściany gr. 57 cm	(m²*K)/W	0,947	4,006	4,256	4,506
		ściany gr. 51 cm	(m²*K)/W	0,869	3,932	4,182	4,412
		ściany gr. 45 cm	(m²*K)/W	0,791	3,858	4,092	4,339
		ściany przy gruncie gr. 64 cm	(m²*K)/W	1,473	5,065	5,366	5,666
		ściany przy gruncie gr. 45 cm	(m²*K)/W	1,208	4,806	5,107	5,409



1	2	3	4	5	6	7
6	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot \Sigma A_i / R_i$	A:	GJ / a	292,95	69,99	65,92
		B:	GJ / a	23,70	5,07	4,77
		C:	GJ / a	25,75	5,68	5,34
7	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot \Sigma A_i / R_i$	A:	MW	0,03573	0,00854	0,00804
		B:	MW	0,00289	0,00062	0,00058
		C:	MW	0,00314	0,00069	0,00062
8	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m}) + K_0 - K_1$	A:	zł / a		14514,89	14780,37
		B:	zł / a		1212,56	1232,57
		C:	zł / a		1306,92	1328,85
9	Cena jednostkowa ocieplenia ścian zewnętrznych		zł / m <sup>2</sup>		199,50	205,00
10	Koszt osuszania, odgrzybiania i wykonania nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych budynku		zł		72 000	72 000
11	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	A:	zł		257934,00	263060,00
		B:	zł		14563,50	14965,00
		C:	zł		15960,00	16400,00
12	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$ dla całego usprawnienia		lata		16,93	16,98
13	$U_{0i}, U_{1i}$	ściany gr. 64 cm	W/(m <sup>2</sup> *K)	0,964	0,244	0,230
		ściany gr. 57 cm	W/(m <sup>2</sup> *K)	1,056	0,250	0,235
		ściany gr. 51 cm	W/(m <sup>2</sup> *K)	1,151	0,254	0,239
		ściany gr. 45 cm	W/(m <sup>2</sup> *K)	1,264	0,259	0,244
		ściany przy gruncie gr. 64 cm	W/(m <sup>2</sup> *K)	0,679	0,197	0,186
		ściany przy gruncie gr. 45 cm	W/(m <sup>2</sup> *K)	0,828	0,208	0,196

\* 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  $\chi = 0,00$  W/K, szczelinę bez cyrkulacji  $\Delta U'' = 0,00$  W/m<sup>2</sup> K - dla ścian fundamentowych i szczelinę bez cyrkulacji, ale mogącą przechodzić przez całą warstwę izolacji  $\Delta U'' = 0,01$  W/m<sup>2</sup> K - dla ścian zewnętrznych

\*\* Zgodnie z ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów minimalny opór cieplny dla ścian zewnętrznych wynosi  $R \geq 4,0$  (m<sup>2</sup> K)/W, co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła  $U \leq 0,25$  W/(m<sup>2</sup> 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.  $U \leq 0,25$  W/(m<sup>2</sup> K), co odpowiada oporowi cieplnemu  $R \geq 4,5$  (m<sup>2</sup> K)/W.

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Ceny jednostkowe ocieplenia 1 m<sup>2</sup> ścian zewnętrznych oraz koszty osuszania, odgrzybiania i 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 osuszania, odgrzybiania i wykonania izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych.

Wybrano wariant: 2	Koszt całkowity:	294 425	zł, w tym	SPBT =	17,0	lat
	A: część dydaktyczna	263 060	zł			
	B: część mieszkalna	14 965	zł			
	C: część usługowa	16 400	zł			

8.2.2 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda:		
				Stropodach dotychczas nieocieplony		
Dane: Powierzchnia przegrody do obliczenia strat ciepła				$A_1 =$	560	$m^2$
<b>A: część dydaktyczna</b>				$A_2 =$	50	$m^2$
<b>B: część mieszkalna</b>						
Powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia				$A_{\text{koszt1}} =$	571	$m^2$
<b>A: część dydaktyczna</b>				$A_{\text{koszt2}} =$	50	$m^2$
<b>B: część mieszkalna</b>						
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropodachu pełnego za pomocą styropianu laminowanego papą, zabezpieczonego nową papą termozgrzewalną - wg technologii określonej w projekcie 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.						
Współczynnik przewodn. izolacji $\lambda =$ 0,038 W/mK						
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1- o grubości warstwy izolacji 15,0 cm (nie spełnia wymagania wielkości oporu cieplnego $R \geq 5,0 (m^2K)/W$ )						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacji 16,0 cm						
wariant 3 - o grubości warstwy izolacji 17,0 cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniej.	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,15	0,16	0,17
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	$(m^2K)/W$		3,95	4,21	4,47
3	Opór cieplny $R^*$	$(m^2K)/W$	0,825	4,772	5,036	5,299
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot \sum A_i / R_i$	A: GJ / a	216,47	37,42	35,47	33,71
		B: GJ / a	19,33	3,34	3,17	3,01
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot (t_{wo} - t_{zo}) \cdot \sum A_i / R_i$	A: MW	0,02640	0,00456	0,00433	0,00411
		B: MW	0,00236	0,00041	0,00039	0,00037
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m}) + K_0 - K_1$	A: zł / a		11656,42	11783,74	11898,42
		B: zł / a		1040,75	1052,12	1062,36
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł / $m^2$		185,50	190,00	194,50
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	A: zł		105920,50	108490,00	111059,50
		B: zł		9275,00	9500,00	9725,00
9	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		9,07	9,19	9,32
10	$U_0, U_1$	$W/(m^2K)$	1,212	0,210	0,199	0,189
* - zgodnie z ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów wymagany opór dla stropodachów nie może być niższy niż $R \geq 4,5 (m^2 K)/W$ , co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła $U \leq 0,22 W/(m^2 K)$ , 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. $U \leq 0,20 W/(m^2 K)$ , co odpowiada oporowi cieplnemu $R \geq 5,0 (m^2 K)/W$ .						
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
Ceny jednostkowe ocieplenia $1 m^2$ przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni stropodachu do ocieplenia.						
Wybrano wariant: 2	Koszt całkowity:		117 990	zł, w tym	SPBT = 9,2 lat	
	A: część dydaktyczna		108 490	zł		
	B: część mieszkalna		9 500	zł		
	C: część usługowa		-	zł		

8.2.3 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda:		
				Strop nad nieogrzewanymi piwnicami		
Dane: Powierzchnia przegrody do obliczenia strat						
<b>A: część dydaktyczna</b>				$A_1$	=	86 m <sup>2</sup>
<b>C: część usługowa</b>				$A_2$	=	171 m <sup>2</sup>
Powierzchnia przegrody do obliczenia kosztu usprawnienia						
<b>A: część dydaktyczna</b>				$A_{\text{koszt1}}$	=	69 m <sup>2</sup>
<b>C: część usługowa</b>				$A_{\text{koszt2}}$	=	137 m <sup>2</sup>
<b>Opis wariantów usprawnienia:</b>						
Przewiduje się ocieplenie stropu od strony piwnic metodą natryskową pianką poliuretanową, zgodnie z projektem budowlanym. W przypadku zastosowania materiału o innym współczynniku przewodności $\lambda$ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej opór wyliczony w niniejszym audycie.						
Współczynnik przewodn. izolacji $\lambda =$ 0,025 W/mK						
Rozpatruje się trzy warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1 - o grubości warstwy izolacji 8,0 cm (nie spełnia wymagania wielkości oporu cieplnego $R \geq 4,0$ (m <sup>2</sup> K)/W)						
wariant 2 - o grubości warstwy izolacji 9,0 cm						
wariant 3 - o grubości warstwy izolacji 10,0 cm						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniej.	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	m		0,08	0,09	0,10
2	Zwiększenie oporu cieplnego $\Delta R$	(m <sup>2</sup> *K)/W		3,20	3,60	4,00
3	Opór cieplny R	(m <sup>2</sup> *K)/W	0,79	3,99	4,39	4,79
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot \Sigma A_i / R_i$	A: GJ / a	9,72	4,12	3,75	3,43
		C: GJ / a	19,32	8,19	7,45	6,83
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot \Sigma A_i / R_i$	A: MW	0,00074	0,00029	0,00026	0,00024
		C: MW	0,00147	0,00058	0,00053	0,00048
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0u} \cdot O_{0z} - Q_{1u} \cdot O_{1z}) + 12(q_{0u} \cdot O_{0m} - q_{1u} \cdot O_{1m}) + K_0 - K_1$	A: zł / a		331,29	353,01	371,11
		C: zł / a		658,74	701,92	737,90
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł / m <sup>2</sup>		130,00	144,00	158,00
8	Koszt realizacji usprawnienia $N_U$	A: zł		8970,00	9936,00	10902,00
		C: zł		17810,00	19728,00	21646,00
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		27,05	28,12	29,35
10	$U_0, U_1$	W/(m <sup>2</sup> *K)	1,264	0,251	0,228	0,209
<b>Podstawa przyjętych wartości <math>N_U</math></b>						
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 stropu do ocieplenia.						
<b>Wybrano wariant: 2</b>	<b>Koszt całkowity:</b>		<b>29 664</b>	<b>zł, w tym</b>	<b>SPBT = 28,1 lat</b>	
	A: część dydaktyczna		<b>9 936</b>	<b>zł</b>		
	B: część mieszkalna		<b>-</b>	<b>zł</b>		
	C: część usługowa		<b>19 728</b>	<b>zł</b>		

8.2.4 Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie oraz zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego			Przedsięwzięcie:		
			Wymiana starych okien - dotychczas niewymienionych		
Dane: Powierzchnia starych okien do obliczenia strat ciepła (stan istniejący):					
$A_d = 213,0 \quad m^2$					
Powierzchnia okien do kosztu usprawnienia:					
A: część dydaktyczna		B: część mieszkalna			
$A_{ok1} = 201,3 \quad m^2$		$A_{ok2} = 11,7 \quad m^2$			
$V_{nom1} = 5293,3 \quad m^3/h$		$V_{nom2} = 120,0 \quad m^3/h$			
Usprawnienie obejmuje wymianę starych okien drewnianych na nowe np. z PCV, o współcz. $U \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ , $a < 0,3$ (z nawiewnikami regulowanymi automatycznie), wg projektu budowlanego.					
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniej.	Warianty	
				1	2
1	Współczynnik przenikania okien starych	W/m²K	2,60	1,30	1,00
2	$0,0000864 * S_d * (A_{oki} * U_{oki})$	A: GJ / a	166,93	83,46	64,20
		B: GJ / a	9,70	4,85	3,73
3	Współczynnik $C_r$	-	1,2	0,7	0,7
4	Współczynnik $C_w$	-	1,0	1,0	1,0
5	Współczynnik $C_m$	-	1,3	1,0	1,0
6	$0,0000294 * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	A: GJ / a	689,36	402,13	402,13
		B: GJ / a	15,63	9,12	9,12
7	$Q_0, Q_1 = (2) + (6)$	A: GJ / a	856,29	485,59	466,33
		B: GJ / a	25,33	13,97	12,85
8	$10^{-6} * (A_{oki} * U_{oki}) * (t_{wo} - t_{zo})$	A: MW	0,02036	0,01018	0,00783
		B: MW	0,00118	0,00059	0,00046
9	$3,4 * 10^{-7} * C_m * V_{nom} * (t_{wo} - t_{zo})$	A: MW	0,09101	0,07001	0,07001
		B: MW	0,00206	0,00159	0,00159
10	$q_0, q_1 = (8) + (9)$	A: MW	0,11137	0,08019	0,07784
		B: MW	0,00325	0,00218	0,00204
11	$DO_{rok} + \Delta O_{rw}$	A: zł / rok		22156,9	23410,8
		B: zł / rok		694,9	767,8
12	Cena jednostkowa usprawnienia	zł / m²		700,00	780,00
13	Koszt usprawnienia $N_d$	A: zł		140 910	157 014
		B: zł		8 190	9 126
14	$SPBT = (N_{ok}) / (\Delta O_{rok} + \Delta O_{rw})$	lata		6,52	6,87
Podstawa przyjętych wartości $N_U$					
Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni okien do wymiany.					
Wybrano wariant:1	Koszt całkowity:	149 100	zł, w tym	SPBT = 6,5 lat	
	A: część dydaktyczna	140 910	zł		
	B: część mieszkalna	8 190	zł		
	C: część usługowa	-	zł		

<b>8.2.5 Ocena opłacalności i wybór wariantu</b> <b>zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie oraz</b> <b>zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło na ogrzewanie</b> <b>powietrza wentylacyjnego</b>	<b>Przedsięwzięcie:</b>
	<b>Wymiana drzwi zewnętrznych - dotychczas niewymienionych</b>

Dane: Powierzchnia starych drzwi zewnętrznych do obliczenia strat ciepła (stan istniejący):

$$A_d = 12,7 \text{ m}^2$$

Powierzchnia drzwi do kosztu usprawnienia:

**A: część dydaktyczna**

**C: część usługowa**

$$A_{d1} = 8,6 \text{ m}^2$$

$$A_{d2} = 4,1 \text{ m}^2$$

$$V_{nom1} = 225,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{nom2} = 101,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi zewnętrznych (4 szt.) na nowe stalowe, aluminiowe lub z PCV ocieplone, o współcz.  $U \leq 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , wg projektu budowlanego.

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 <sub>d</sub> * (A <sub>d</sub> *U <sub>d</sub> )	A: GJ / a	6,86	4,66	3,84
		C: GJ / a	3,27	2,22	1,83
3	Współczynnik C <sub>r</sub>	-	1,2	1,00	1,00
4	Współczynnik C <sub>w</sub>	-	1,0	1,00	1,00
5	Współczynnik C <sub>m</sub>	-	1,3	1,00	1,00
6	0,0000294 * C <sub>r</sub> * C <sub>w</sub> * V <sub>nom</sub> * S <sub>d</sub>	A: GJ / a	29,38	24,48	24,48
		C: GJ / a	13,17	10,98	10,98
7	Q <sub>0</sub> , Q <sub>1</sub> = (2) + (6)	A: GJ / a	36,24	29,15	28,32
		C: GJ / a	16,44	13,20	12,81
8	10 <sup>-6</sup> *(A <sub>d</sub> *U <sub>d</sub> )*(t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )	A: MW	0,00084	0,00057	0,00047
		C: MW	0,00040	0,00027	0,00022
9	3,4 * 10 <sup>-7</sup> * C <sub>m</sub> * V <sub>nom</sub> (t <sub>wo</sub> -t <sub>zo</sub> )	A: MW	0,00388	0,00298	0,00298
		C: MW	0,00174	0,00134	0,00134
10	q <sub>0</sub> , q <sub>1</sub> = (8) + (9)	A: MW	0,00472	0,00355	0,00345
		C: MW	0,00214	0,00161	0,00156
11	DO <sub>rok</sub> + Δ O <sub>rw</sub>	A: zł / rok		503,6	557,2
		C: zł / rok		229,8	255,4
12	Cena jednostkowa usprawnienia	zł / m <sup>2</sup>		1 100,00	1 250,00
13	Koszt usprawnienia N <sub>d</sub>	A: zł		9 460,00	10 750,00
		C: zł		4 510,00	5 125,00
14	SPBT = (N <sub>d</sub> ) / (ΔO <sub>rok</sub> + Δ O <sub>rw</sub> )	lata		19,05	19,54

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

Ceny jednostkowe przyjęto na podstawie ofert lokalnych wykonawców z terenu woj. podkarpackiego. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej i powierzchni drzwi do wymiany.

<b>Wybrano wariant:1</b>	<b>Koszt całkowity:</b>	<b>13 970</b>	<b>zł, w tym</b>	<b>SPBT = 19,0 lat</b>
	A: część dydaktyczna	<b>9 460</b>	<b>zł</b>	
	B: część mieszkalna	<b>-</b>	<b>zł</b>	
	C: część usługowa	<b>4 510</b>	<b>zł</b>	

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

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót zł	SPBT lata
1	2	3	4
1	Wymiana starych okien - dotychczas niewymienionych	149 100,00	6,5
2	Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego	117 990,00	9,2
3	Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim odgrzybieniu i osuszeniu ścian piwnic oraz wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych	294 425,00	17,0
4	Wymiana starych drzwi zewnętrznych - dotychczas niewymienionych	13 970,00	19,0
5	Ocieplenie stropu nad nieogrzewanymi piwnicami	29 664,00	28,1

*Uwaga - planowane koszty robót nie obejmują kosztów opracowania audytu energetycznego oraz dokumentacji projektowej dla zakresu robót jak w tabeli 8.2.6*

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

Dane:

$Q_{0co} =$	1643,4	GJ / a
$q_{0co} =$	305,0	kW
$w_{t0} =$	1,00	
$w_{d0} =$	1,00	
$\eta_{tot} =$	0,642	

W celu poprawy sprawności systemu grzewczego budynku zakłada się wymianę instalacji c.o. na nową z grzejnikami stalowymi płytowymi, zaworami termostatycznymi przygrzejnikowymi i odpowietrzeniem indywidualnym na pionach (z pozostawieniem do dalszego wykorzystania zamontowanych w ostatnich latach grzejników stalowych płytowych) - 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	$\eta_w =$	0,93	0,93
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	$\eta_{tot} =$	0,642	0,822
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	$\eta_{tot} =$	-	0,642	0,822
2	Uwzgl. przerw tygodniowych	$w_t =$	-	1,00	1,00
3	Uwzgl. przerw dobowych	$w_d =$	-	1,00	1,00
4	Oszczędność kosztów	$\Delta Q_{rco}$	zł/a		26 861,22
5	Koszt przedsięwzięcia	$N_{co} =$	zł		<b>142 100,00</b>
	w tym koszty przypisane do:				
	części dydaktycznej i klatki schodowej		zł		126 150,00
	części mieszkalnej		zł		8 700,00
	części usługowej		zł		7 250,00
6	SPBT		lata		<b>5,3</b>

#### Kalkulacja kosztów usprawnienia:

Na podstawie ofert lokalnych wykonawców koszt wymiany instalacji c.o. przyjęto:

**142 100 zł**

(ilość punktów instalacyjnych w stanie istniejącym - 98 szt., średni jednostkowy koszt wymiany instalacji c.o. - 1450 zł/punkt).

*Uwaga: Koszty wymiany instalacji centralnego ogrzewania przypisano oddzielnie do każdej części budynku, dzieląc koszty całkowite usprawnienia proporcjonalnie do ilości punktów instalacyjnych w każdej z części budynku.*

**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 na termomodernizację)

**8.4.1 Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

Zakres	Nr wariantu						
	1	2	3	4	5	6	
Wymiana starych okien - dotychczas niewymienionych	X	X	X	X	X		
Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego	X	X	X	X			
Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim odgrzybieniu i osuszeniu ścian piwnic oraz wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych	X	X	X				
Wymiana starych drzwi zewnętrznych - dotychczas niewymienionych	X	X					
Ocieplenie stropu nad nieogrzewanymi piwnicami	X						
Wymiana instalacji c.o.	X	X	X	X	X	X	

Zakres	Kalkulacja kosztów dla poszczególnych wariantów DLA CAŁEJ INWESTYCJI						
	1	2	3	4	5	6	
Wymiana starych okien - dotychczas niewymienionych	149 100	149 100	149 100	149 100	149 100		
Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego	117 990	117 990	117 990	117 990			
Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim odgrzybieniu i osuszeniu ścian piwnic oraz wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych	294 425	294 425	294 425				
Wymiana starych drzwi zewnętrznych - dotychczas niewymienionych	13 970	13 970					
Ocieplenie stropu nad nieogrzewanymi piwnicami	29 664						
Wymiana instalacji c.o.	142 100	142 100	142 100	142 100	142 100	142 100	
Koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej	55 000	52 500	50 000	32 000	24 000	19 000	
<b>SUMA:</b>	802 249	770 085	753 615	441 190	315 200	161 100	



Zakres	Kalkulacja kosztów dla poszczególnych wariantów dotycząca części budynku, w której Wnioskodawca nie prowadzi działalności gospodarczej konkurencyjnej, czyli w przypadku budynku C4 Wydziału Prawa i Administracji z wyłączeniem dwóch lokali usługowych i dwóch lokali mieszkalnych (powierzchnie wynajmowane przez Wnioskodawcę)						
	1	2	3	4	5	6	
Wymiana starych okien - dotychczas niewymienionych	140 910	140 910	140 910	140 910	140 910		
Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego	108 490	108 490	108 490	108 490			
Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim odgrzybieniu i osuszeniu ścian piwnic oraz wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych	263 060	263 060	263 060				
Wymiana starych drzwi zewnętrznych - dotychczas niewymienionych	9 460	9 460					
Ocieplenie stropu nad nieogrzewanymi piwnicami	9 936						
Wymiana instalacji c.o.	126 150	126 150	126 150	126 150	126 150	126 150	
Koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej	55 000	52 500	50 000	32 000	24 000	19 000	
<b>SUMA:</b>	713 006	700 570	688 610	407 550	291 060	145 150	

*Uwaga: W planowanych nakładach inwestycyjnych koszty opracowania audytu energetycznego oraz dokumentacji projektowej przypisano do części dydaktycznej budynku*

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 2** - obejmujący następujące usprawnienia termomodernizacyjne:

- Wymiana starych okien - dotychczas niewymienionych
- Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego
- Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim odgrzybieniu i osuszeniu ścian piwnic oraz wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych
- Wymiana starych drzwi zewnętrznych - dotychczas niewymienionych
- Wymiana instalacji c.o.

Przedsięwzięcie to przynosi roczną oszczędność zapotrzebowania ciepła w wysokości: 59,3% (czyli powyżej 25% wymaganego ustawą o wspieraniu termomodernizacji i remontów; istotne w przypadku ubiegania się o uzyskanie kredytu na termomodernizację).

## 8.4.2 Obliczenie oszczędności kosztów dla wybranego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

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

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

$$O_i = Q_{ico} * O_{zco} + q_{ico} * O_{mco} * I_2 + K_{rcw} + K_{rel.c.o.}$$

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

Nr wariantu	$Q_{oco}, Q_{ico}$	$q_{oco}, q_{ico}$	$\eta_{oco}, W_{do}, \eta_{ico}, W_{dl}$	$Q_{ocwu}, Q_{icwu}$	$q_{ocwu}, q_{icwu}$	$Q_o, Q_1$	$q_o, q_1$	$O_{or}, O_{1r}$	$\Delta O_r$	N				
-	GJ	kW	-	GJ	kW	GJ	kW	zł	zł	zł				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
stan istniejący	1471,7	278,0	0,642	173,1	10,3	2465,5	288,3	188 787,29						
			1,00											
	78,8	13,5	0,642	6,8	0,3	129,5	13,8	9 347,53						
			1,00											
	92,9	13,5	0,642	7,1	0,8	151,8	14,3	10 566,57						
			1,00											
stan po termomodernizacji /wariant nr 2/	665,3	186,2	0,822	173,1	10,3	982,5	196,5	104 788,74	83 998,55	700 570,00				
			1,00											
	31,4	7,8	0,822	6,8	0,3	45,0	8,1	4 495,25			4 852,28	41 355,00		
			1,00											
	67,9	10,5	0,822	7,1	0,8	89,7	11,3	7 168,09					3 398,48	28 160,00
			1,00											

Uwagi:

1. W stanie istniejącym odrębnie dla części dydaktycznej (wiersz 1), części mieszkalnej (wiersz 2), części usługowej (wiersz 3) podano roczne zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną dla celów c.o. i c.w.u., roczne koszty energii oraz roczną oszczędność kosztów energii.
2. W stanie po termomodernizacji odrębnie dla części dydaktycznej (wiersz 1), części mieszkalnej (wiersz 2), części usługowej (wiersz 3) podano roczne zapotrzebowanie na ciepło i moc cieplną dla celów c.o. i c.w.u., roczne koszty energii, roczną oszczędność kosztów oraz nakłady inwestycyjne przypisane dla poszczególnych części budynku.
3.  $Q_o, Q_1$  - oznacza roczne zapotrzebowanie na ciepło przed i po termomodernizacji [GJ/rok]
4.  $O_{or}, O_{1r}$  - oznacza roczne koszty ogrzewania budynku i przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji [zł/rok]
5.  $\Delta O_r$  - roczna oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania c.w.u. przed i po termomodernizacji [zł/rok] budynku [zł/rok]
6. N - nakłady inwestycyjne na termomodernizację budynku [zł/rok]

### 8.4.3 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	
1	Wariant II (zgodnie z pkt. 8.4.1)	A:	770 085	92 249,31	59,3%	700 570	91%			
						69 515	9%			
		B:	700 570	83 998,55	60,2%	700 570	100%	140 114,00	<u>112 091,20</u>	167 997,10
						0	0%			
		C:	41 355	4 852,28	65,3%	0	0%			
						41 355	100%			
		D	28 160	3 398,48	40,9%	0	0%			
						28 160	100%			

Oznaczenia:

A - CAŁY BUDYNEK

B - część dydaktyczna i klatka schodowa

C - część mieszkalna

D - część usługowa

#### 8.4.4 Zestawienie zapotrzebowania na ciepło oraz oszczędności ciepła związanych z termomodernizacją części budynku, w której Wnioskodawca nie prowadzi działalności gospodarczej konkurencyjnej (zgodnie z zakresem robót jak w pkt. 8.4.1 wariant 2)

Zgodnie z kryteriami programu NFOŚiGW System Zielonych Inwestycji (GIS-Green Investment Scheme) dofinansowaniem może być objęta tylko ta część budynku, w której Wnioskodawca nie prowadzi działalności gospodarczej konkurencyjnej, czyli w przypadku budynku C4 Wydziału Prawa i Administracji z wyłączeniem dwóch lokali usługowych i dwóch lokali mieszkalnych (powierzchnie wynajmowane przez Wnioskodawcę).

Wyszczególnienie	$Q_{c.o.}$ GJ	$\eta/w_t, w_d$ -	$Q_{K,H}$ GJ	$Q_{w,nd}$ kWh/rok	$\eta_{w,tot}$ -	$Q_{K,W}$ kWh/rok	$Q_{K,W}$ GJ/rok	$E_{el,pom,H}$ kWh/rok	$E_{el,pom,W}$ kWh/rok
stan istniejący	1471,7	0,642 1,00	2292,4	40879,7	0,85	48093,8	173,1	3082,3	-
stan po termomodernizacji	665,3	0,822 1,00	809,4	40879,7	0,85	48093,8	173,1	3082,3	-

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

Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię (c.o.+c.w.u.) dla rozpatrywanej części budynku (bez powierzchni wynajmowanych) wyniesie: **60,2%**

Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania dla rozpatrywanej części budynku (bez powierzchni wynajmowanych) wyniesie: **64,7%**

Wyszczególnienie	$q_{c.o.}$ kW	$q_{c.w.u.}$ kW
stan istniejący	278,0	10,3
stan po termomodernizacji	186,2	10,3

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 budynku

### 9.1. Opis robót

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

#### 1. Wymiana starych okien - dotychczas niewymienionych

Przewiduje się wymianę starych okien drewnianych na nowe np. z PCV, o współcz.  $U \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ , a  $\alpha < 0,3$  (z nawiewnikami regulowanymi automatycznie), zgodnie z projektem budowlanym.

Do wymiany      213       $\text{m}^2$  okien      za kwotę      149 100      zł

#### 2. Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego

Przewiduje się ocieplenie stropodachu za pomocą styropianu laminowanego papą gr. 16 cm, o współczynnika przewodności  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ , układanego na istniejącym pokryciu z papy, następnie zabezpieczonego nową papą termozgrzewalną, zgodnie z technologią przyjętą w projekcie budowlanym. W przypadku zastosowania materiału izolacyjnego o innym współczynnika przewodności  $\lambda$ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej opór wyliczony w niniejszym audycie (pkt.8.2.2).

Do wykonania      621       $\text{m}^2$  ocieplenia      za kwotę      117 990      zł

#### 3. Ocieplenie ścian zewnętrznych po uprzednim odgrzybieniu i osuszeniu ścian piwnic oraz wykonaniu nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych

Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych z zejściem ok. 1 m poniżej poziomu terenu w części budynku z ogrzewanymi piwnicami i 40-50 cm poniżej poziomu parteru w części budynku z nieogrzewanymi piwnicami, metodą bezspoinową lekką moką, z zastosowaniem izolacji termicznej z płyt styropianowych (XPS poniżej terenu) o grubości 13 cm i współczynnika przewodności styropianu  $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$ , z tynkiem mineralnym lub akrylowym i ociepleniem ościeży okiennych styropianem gr. 2 - 3 cm, po uprzednim osuszeniu i odgrzybieniu ścian piwnic oraz wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych budynku, zgodnie z technologią przyjętą w projekcie budowlanym. W przypadku zastosowania materiału izolacyjnego o innym współczynnika przewodności  $\lambda$ , należy przeliczyć grubość warstwy ocieplenia tak, aby osiągnąć co najmniej opór wyliczony w niniejszym audycie (pkt.8.2.1).

Do wykonania      1085       $\text{m}^2$  ocieplenia      za kwotę      222 425      zł

Koszt osuszenia i odgrzybienia ścian piwnic oraz wykonania nowej izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych      72 000      zł

#### 4. Wymiana starych drzwi zewnętrznych - dotychczas niewymienionych

Przewiduje się wymianę starych drzwi zewnętrznych (4 szt.) na nowe ocieplone stalowe, aluminiowe lub z PCV o współczynnika przenikania ciepła  $U_{drz} \leq 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , zgodnie z projektem budowlanym.

Do wymiany      12,7       $\text{m}^2$  drzwi      za kwotę      13 970      zł

#### 5. Wymiana instalacji c.o.

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

Do wykonania      1      kpl.      za kwotę      142 100      zł

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

L.p.	Opis robót	Obmiar		Cena jedn.	Koszt całkowity
				zł	zł
1.	Wymiana okien	213,0	m <sup>2</sup>	700,00	149 100,00
2.	Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego	621	m <sup>2</sup>	190,00	117 990,00
3.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	1085	m <sup>2</sup>	205,00	222 425,00
	Osuszanie+odgrzybianie+izolacja p.wilgociowa	1	kpl.	72 000,00	72 000,00
4.	Wymiana drzwi	12,7	m <sup>2</sup>	1 100,00	13 970,00
5.	Wymiana instalacji c.o.	1	kpl.	142 100,00	142 100,00
6.	Audyt + dokumentacja projektowa	1	kpl.	52 500,00	52 500,00
				Razem:	<b>770 085,00</b>

**9.3. Uproszczony kosztorys robót dla optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczący części budynku, w której Wnioskodawca nie prowadzi działalności gospodarczej konkurencyjnej, czyli w przypadku budynku C4 Wydziału Prawa i Administracji z wyłączeniem dwóch lokali usługowych i dwóch lokali mieszkalnych (powierzchnie wynajmowane przez Wnioskodawcę)**

L.p.	Opis robót	Obmiar		Cena jedn.	Koszt całkowity
				zł	zł
1.	Wymiana okien	201,3	m <sup>2</sup>	700,00	140 910,00
2.	Ocieplenie stropodachu dotychczas nieocieplonego	571	m <sup>2</sup>	190,00	108 490,00
3.	Ocieplenie ścian zewnętrznych	932	m <sup>2</sup>	205,00	191 060,00
	Osuszanie+odgrzybianie+izolacja p.wilgociowa	1	kpl.	72 000,00	72 000,00
4.	Wymiana drzwi	8,6	m <sup>2</sup>	1 100,00	9 460,00
5.	Wymiana instalacji c.o.	1	kpl.	126 150,00	126 150,00
6.	Audyt + dokumentacja projektowa	1	kpl.	52 500,00	52 500,00
				Razem:	<b>700 570,00</b>

#### 9.4. Charakterystyka finansowa wariantu optymalnego

1. Kalkulowany koszt robót do wykonania dotyczący całego obiektu:	<b>770 085,00 zł</b>
w tym:	
a) koszt robót budowlanych:	<b>717 585,00 zł</b>
b) koszt opracowania audytu energetycznego i dokumentacji projektowej:	<b>52 500,00 zł</b>
1.1 Kalkulowany koszt robót budowlanych do wykonania dotyczący części dydaktycznej budynku i klatki schodowej:	<b>648 070,00 zł</b>
1.2 Kalkulowany koszt robót budowlanych do wykonania dotyczący części mieszkalnej budynku:	<b>41 355,00 zł</b>
1.3 Kalkulowany koszt robót budowlanych do wykonania dotyczący części usługowej budynku:	<b>28 160,00 zł</b>
2. Czas zwrotu nakładów SPBT (dla całej inwestycji)	<b>8,3 lat</b>

#### 9.5. 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 termomodernizację 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. Zmniejszenie zamówionej mocy cieplnej u dostawcy ciepła po realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
6. Analiza kosztów eksploatacyjnych ogrzewania obiektu w pierwszym roku po wykonaniu robót termomodernizacyjnych.