

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

**SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 12**

**ul. Staffa 26**

**95 – 100 Zgierz**



**Zamawiający: Gmina Miasto Zgierz**

**pl. Jana Pawła II 16**

**95 – 100 Zgierz**

**Termin zakończenia pracy: maj 2017 roku**

# 1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku

1. Dane identyfikacyjne budynku				
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej		1.2 Rok budowy	
			1993	
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Gmina Miasto Zgierz		1.4 Adres budynku	
	ul.	Staffa		nr bud.
				26
	kod	95-100		mięscowość
	Zgierz	Zgierz		
	pl.	Jana Pawła II	nr	
			16	
	kod	95-100	mięscowość	
		Zgierz	Zgierz	
	tel.	-	fax	
		-	-	
2. Nazwa, adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:				
..... "ELEKO" Franciszek Radomyski 05-230 Kobyłka, ul. Nadarzyn 2a; REGON 010492283.....				
3. Imię i nazwisko adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis:				
mgr inż. Barbara Kosowska			<i>Blasowska</i>	
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.	mgr inż. Barbara Kosowska	Opracowanie kompleksowe: - zapotrzebowanie na ciepło - warianty termomodernizacji - analiza ekonomiczna	Kurs audytorów energetycznych FPE	
5. Mięscowość Kobyłka data wykonania opracowania: Maj 2017				
6. Spis treści				
1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku.....			1	
2. Karta audytu energetycznego budynku .....			2	
3. Podstawa opracowania .....			4	
3.1 Cel i zakres opracowania .....			4	
3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu .....			4	
3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) .....			5	
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku .....			6	
5. Ocena stanu technicznego budynku .....			7	
5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku .....			7	
5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania .....			8	
5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u. ....			9	
5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji .....			9	
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego. ....			9	
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....			9	
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło .....			10	
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne .....			10	
7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji .....			17	
7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne .....			21	
7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku .....			21	
7.6 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego .....			23	
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....			26	
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji .....			28	
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych .....			31	
ZAŁĄCZNIKI .....			32	
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła .....			32	
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją .....			33	
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji .....			34	
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację .....			36	
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego .....			36	
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła .....			36	
Z-7 Projektowana strata ciepła .....			37	
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego .....			38	
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu .....			39	
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 .....			40	
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 .....			41	
Z-12 Sprawności systemu grzewczego .....			42	
Z-13 Ciepła woda użytkowa .....			43	
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne .....			44	
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej .....			46	
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego .....			47	
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące .....			48	

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Szkieletowa	Szkieletowa
2.	Liczba kondygnacji	3	3
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	24 509	24 509
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	6 159	6 159
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	6 159	6 159
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	641	641
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	centralna	centralna
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,319	0,319
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	0,834	0,225
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,766	0,171
3	Strop nad piwnicą	-	-
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,383	0,306
5	Okna, drzwi balkonowe	3,000	1,100
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,500	1,500
7	Inne	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,95	0,95
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	0,90	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	0,95	0,95

<b>4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</b>					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,91	0,91	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
<b>5. Charakterystyka systemu wentylacji</b>					
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)		naturalna	naturalna	
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza		okna /kanały	okna /kanały	
3.	Strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /h]	16 065	16 065	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,88	0,88	
<b>6. Charakterystyka energetyczna budynku</b>					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	408,13	256,14	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	52,62	52,62	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 015,99	1 838,82	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	3 672,27	1 958,87	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	339,12	339,12	
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła)	[GJ/rok]	-	-	
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku ( bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	136,02	82,93	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	165,61	88,34	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
<b>7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)</b>					
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku	[zł/GJ]	59,21	59,21	
2.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	10 995,78	10 995,78	
3.	Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej	[zł/m <sup>3</sup> ]	24,12	24,12	
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc	[zł/(MW m-c)]	-	-	
5.	Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej	[zł/(m <sup>2</sup> m-c)]	3,67	2,03	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
<b>8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b>					
Planowana kwota kredytu <sup>1)</sup>	[zł]	3 223 907,07	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	42,71
Planowane koszty całkowite <sup>2)</sup>	[zł]	3 223 907,07	Premia termomodernizacyjna	[zł]	243 013,44
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	121 506,72			

<sup>1)</sup> W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną.

<sup>2)</sup> Podane koszty są kosztami szacunkowymi.

### **3. Podstawa opracowania.**

#### **3.1 Cel i zakres opracowania.**

Celem opracowania jest wybór optymalnego wariantu termomodernizacji budynku Szkoły Podstawowej w Zgierzu, ul. Staffa 26 i sprawdzenie, czy spełnione są wymagania ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, konieczne do przyznania premii termomodernizacyjnej.

#### **3.2 Materiały wykorzystane w opracowaniu.**

1. Ustawa z dnia 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów - (Dz. U. Nr 223, poz. 1459),
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termo modernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3.09.2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. 2015, poz. 1606).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z późniejszymi zmianami).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2015, poz. 376).
6. Polska Norma PN-EN-ISO 6946; 2008 „Elementy budowlane i części budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metody obliczeń”.
7. Polska Norma PN-EN-ISO 13 790; 2009; „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”.
8. Polska Norma PN-EN-ISO 12831; 2006, „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowanego obciążenia cieplnego.
9. Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków

10. Polska Norma PN-EN-ISO 14683; „Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne”.
11. Normy związane
12. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej Nr 334/2002 „Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków”, Warszawa 2002.
13. Pogorzelski J.A. „Fizyka budowli – część X – Wartości obliczeniowe właściwości fizycznych” „Materiały budowlane” nr 3/2005
14. Inwentaryzacja techniczna budynku.
15. Wizje lokalne i wywiady z właścicielami i administratorem budynku.
16. Program komputerowy AUDYT wersja 6.1.
17. Oferty dostawców materiałów i urządzeń.

### **3.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi Inwestora (Zleceniodawcy) .**

1. Maksymalne obniżenie kosztów ponoszonych na ogrzewanie budynku.
2. Maksymalne wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie termomodernizacyjnej.

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4.1 Dane identyfikujące budynku			
Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	Rok budowy	1993
Adres budynku	ul. Staffa 26, 95 – 100 Zgierz	Właściciel	Gmina Miasto Zgierz, pl. Jana Pawła II 16, 95 – 100 Zgierz
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Szkieletowa		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	1	3	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	24 509	0	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	6 159	0	
Współczynnik kształtu	0,319		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,3	2,7	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	641	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	13	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Stropodach wentylowany</b>		2 152,93	0,766
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>		2 437,34	0,834
<b>Ściana poniżej gruntu [SG-1]</b>		614,24	0,492
<b>Okna nowe</b>	S	35,00	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	220,20	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	39,60	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	263,31	1,500
	SE	0,00	1,500

Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Okna stare</b>	S	46,04	3,000
	SW	0,00	3,000
	W	38,38	3,000
	NW	0,00	3,000
	N	28,54	3,000
	NE	0,00	3,000
	E	86,65	3,000
	SE	0,00	3,000
<b>Drzwi wejściowe stare</b>		5,84	3,000
<b>Drzwi wejściowe nowe</b>		33,31	1,700
<b>Podłoga na gruncie</b>		320,13	0,383
<b>Podłoga na gruncie w piwnicy</b>		1 832,79	0,468

## 5. Ocena stanu technicznego budynku

### 5.1 Ocena stanu technicznego i izolacyjności cieplnej budynku.

W opracowaniu analizie poddano budynek Szkoły Podstawowej Nr 12, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Staffa 26. Budynek wybudowany w 1993 roku, jest częściowo podpiwniczony wykonany w technologii szkieletowej w systemie SPS. Ściany zewnętrzne wykonane prefabrykowanych płyt wielkopłytowych grubości 22cm, ocieplone styropianem 4 cm. Ściany ogrzewanej piwnicy wykonane z prefabrykatów i cegły pełnej grubości 31 cm, ocieplone styropianem 4 cm. Nad budynkiem zastosowano stropodach wentylowany, wykonany z płyt panwiowych, kryty papą termozgrzewalną, ocieplony płytami wełny mineralnej grubości 5 cm. W budynku zastosowano stropy kanałowe, żelbetowe. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna przegród zewnętrznych.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród nieprzezroczystych powinna wynosić

- dla dachów, stropodachów - 0,18 W/m<sup>2</sup>K,
- dla ścian zewnętrznych - 0,23 W/m<sup>2</sup>K,
- dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą - 0,25 W/m<sup>2</sup>K,



- dla podłogi na gruncie - 0,30 W/m<sup>2</sup>K.

Współczynniki przenikania ciepła przegród zewnętrznych analizowanego budynku wynoszą:

- stropodach - 0,766 W/m<sup>2</sup>K,  
- ściany zewnętrzne - 0,492; 0,834 W/m<sup>2</sup>K,  
- podłoga na gruncie - 0,383; 0,468 W/m<sup>2</sup>K

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji podłogi na gruncie.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 podłoga na gruncie w ogrzewanym pomieszczeniu powinna mieć izolację cieplną obwodową z materiału izolacyjnego w postaci warstwy o oporze cieplnym co najmniej 2,0 m<sup>2</sup>K/W, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowano ocieplenie ścian poniżej gruntu do poziomu jednego metra poniżej gruntu.

Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U dla przegród przezroczystych powinna wynosić:

- okna -1,3 W/m<sup>2</sup>K  
- drzwi -1,7 W/m<sup>2</sup>K

W budynku część starej drewnianej, stolarki okiennej wymieniono na okna o współczynniku przenikania ciepła 1,5 W/m<sup>2</sup>K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie tylko wymiana starej stolarki okiennej.

W budynku część starej drewnianej stolarki drzwiowej wymieniono na drzwi o współczynniku przenikania ciepła 1,7 W/m<sup>2</sup>K. Wymieniona stolarka jest w dobrym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie tylko wymiana drzwi drewnianych.

## 5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.

Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza, a w budynku zainstalowano węzeł cieplny, z automatyką pogodową oraz automatyką ograniczającą pracę w porze nocnej. Właścicielem węzła jest dostawca energii cieplnej. Węzeł jest w dobrym stanie technicznym i jego wymiana nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

Instalacja c.o. została wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej 90/70°C z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. Instalacja została wykonana z rur stalowych czarnych, spawanych, prowadzonych po wierzchu bez zaworów podpionowych. Przewody poziome izolowane (zły stan izolacji), pionowe nieizolowane. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi oraz rury grzejne fawieri. Stan techniczny grzejników i instalacji jest

zły, w związku z tym w opracowaniu zostanie przeanalizowana kompleksowa modernizacja instalacji c.o., z wymianą i izolacją rurociągów, montażem nowych grzejników z zaworami regulacyjnymi z głowicami termostatycznymi.

### **5.3 Ocena stanu technicznego i rozwiązań instalacji c.w.u.**

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z sieci miejskiej. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym i jej modernizacja nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

### **5.4 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu wentylacji.**

W budynku zastosowano wentylację grawitacyjną, w dobrym stanie technicznym.

## **6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego.**

Zmniejszenie zużycia energii cieplnej w rozpatrywanym obiekcie można osiągnąć wykonując następujące przedsięwzięcia:

- ocieplenie stropodachu wentylowanego,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- ocieplenie ścian poniżej gruntu,
- wymianę okien,
- wymianę drzwi,
- kompleksową wymianę instalacji c.o., montaż nowych grzejników z zaworami z głowicami termostatycznymi,
- montaż Systemu Zarządzania Energią.

## **7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

Poniżej dokonano wstępnej optymalizacji usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło rozpatrywanego budynku poprzez zmniejszenie strat przez przenikanie, wentylację i przygotowanie ciepłej wody użytkowej.

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

Lp.	Grupa usprawnień	Rodzaje usprawnień
1	2	3
1	Usprawnienie dotyczące zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz na ogrzanie powietrza wentylacyjnego	Ocieplenie stropodachu Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]. Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1]. Wymiana okien. Wymiana drzwi.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana instalacji c.o. Wymiana grzejników. Montaż zaworów z głowicami termostatycznymi. Montaż Systemu Zarządzania Energią.

## 7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez przegrody zewnętrzne.

Optymalne usprawnienia prowadzące do zmniejszenia strat ciepła przez ściany, stropy i stropodachy są to takie usprawnienia, dla których prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną. Dla wyznaczenia optymalnego usprawnienia przegrody skorzystano z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_u}{\sum_n \Delta O_{rU}}, [\text{lata}] \quad (1)$$

gdzie:

- $N_u$  - planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody, zł,
- $\Delta O_{rU}$  - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania ulepszenia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne lata z  $n$  wykorzystywanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii  $\Delta O_{rU}$  dla  $n$ -tego źródła oblicza się wg. wzoru:

$$\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{Ou} * O_{0z} - x_1 * Q_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

- $Q_{0z}, Q_{1z}$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, GJ/rok,
- $O_{0z}, O_{1z}$  - opłata związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za ciepło i zmiennej opłacie za usługi przesyłowe, zł/GJ,
  - dla energii elektrycznej - sumie stawek za energię czynną, systemową opłatę przesyłową i zmienny składnik stawki sieciowej przeliczonej na zł/GJ,
  - dla gazu - stawce opłaty zmiennej na przesłane paliwo  $\text{zł/m}^3$  przeliczonej na zł/GJ,
  - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem - stawce opłaty zmiennej określonej wg kalkulacji kosztów rodzajowych przeliczonej na zł/GJ,
- $Y_0, Y_1$  - udział  $n$ -tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $q_{0u}, q_{1u}$  - zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,
- $O_{0m}, O_{1m}$  - opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii wykorzystywanej do ogrzewania przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego dla  $n$ -tego źródła, odpowiadająca:
- dla ogrzewania zdalaczynnego - opłacie za zamówioną moc cieplną i opłacie stałej za usługi przesyłowe, zł/(MW\*miesiąc),
  - dla gazu - składnikowi stałemu wyznaczonemu na jednostkę mocy umownej w miesięcznym okresie rozliczeniowym przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),
  - dla energii elektrycznej - składnikowi stałemu stawki sieciowej zł/(kW\*miesiąc), przeliczonemu na zł/(MW\*miesiąc),
  - dla własnego źródła zasilanego dowolnym paliwem -składnikowi miesięcznych kosztów stałych, określonych zgodnie z kalkulacją kosztów rodzajowych, odniesionych do mocy źródła, zł/(MW\*miesiąc),
- $Ab_0, Ab_1$  - miesięczna opłata abonamentowa przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, zł.

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie ciepła  $Q_{0u}, Q_{1u}$ ,

oblicza się wg wzoru:

$$Q_{0u}, Q_{1u} = 8,64 * 10^{-5} * Sd * A * U_c, \quad [\text{GJ/rok}] \quad (3)$$

gdzie:

- $U_c$  - wartość współczynnika przenikania ciepła przegrody budowlanej przed i po termomodernizacji,  $\text{W}/(\text{m}^2 * \text{K})$ , przy czym maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła po termomodernizacji jest przyjmowana zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,
- $A$  - powierzchnia całkowita izolowanej przegrody przed i po termomodernizacji,  $\text{m}^2$ ,
- $Sd$  - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4),  $\text{dzień} * \text{K}/\text{rok}$ ,

Liczbę stopniodni  $Sd$  oblicza się wg wzoru:

$$Sd = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_c(m)] Ld(m), \quad [\text{dzień} \cdot \text{K}/\text{rok}] \quad (4)$$

gdzie:

- $t_{wo}$  - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,  $^{\circ}\text{C}$ ,
- $t_c(m)$  - średnia wieloletnia temperatura miesiąca  $m$ , przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi dla danej lokalizacji, a w przypadku stropów nad nieogrzewanymi piwnicami lub pod nieogrzewanymi poddaszami - temperatura wynikająca z obliczeń bilansu cieplnego budynku,  $^{\circ}\text{C}$ ,
- $Ld(m)$  - liczba dni ogrzewania w miesiącu  $m$ , podana w tabeli 1 lub przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji,
- $L_g$  - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

Wartość zapotrzebowania na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie  $q_{0u}$ ,  $q_{1u}$  przed i po wykonaniu ulepszenia termomodernizacyjnego oblicza się wg wzoru:

$$q_{0u}, q_{1u} = 10^{-6} * A * (t_{wo} - t_{zo}) * U_c, \quad [\text{MW}] \quad (5)$$

gdzie:

- $t_{wo}$  - jak we wzorze (4),
- $t_{zo}$  - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych,  $^{\circ}\text{C}$

A - jak we wzorze (3),

$U_c$  - jak we wzorze (3),

**UWAGA:** Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z Ministerstwo Infrastruktury - Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków - dla miasta Łódź:

Miesiąc	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII
$T_e(m)$	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7
Ld(m)	31	28	31	30	5	5	31	30	31

Obliczeniowa temperatura zewnętrzna,  $T_{emin} = - 20,0^{\circ}C$

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:

## Usprawnienia dotyczące stropodachu wentylowanego

Rozpatruje się ocieplenie stropodachu wentylowanego granulatem wełny mineralnej o optymalnej grubości

$$\begin{aligned} \text{Pow. obliczeniowa} &= 2152,93 \quad [\text{m}^2] & R_0 &= 1,306 \quad [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}] \\ \text{Pow. ocieplenia} &= \text{ok.} 1938 \quad [\text{m}^2] \\ \text{Materiał: granulata} & & U_0 &= 0,766 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \\ \lambda &= 0,044 \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \end{aligned}$$

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wrzesień 2015r.

Izolacja	$\Delta R$	$R_1$	$U$	$Q_1$	$q_1$	Nu	$\Delta K_{\text{ogrz}}$	SPBT
[m]	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,136	2,442	0,409	281,53	0,035	271 320,00	18 553,50	14,624
0,06	1,364	2,670	0,375	257,56	0,032	275 389,80	20 368,74	13,520
0,07	1,591	2,897	0,345	237,35	0,030	279 459,60	21 899,15	12,761
0,08	1,818	3,124	0,320	220,09	0,028	283 529,40	23 206,89	12,217
0,09	2,045	3,351	0,298	205,16	0,026	287 599,20	24 337,27	11,817
0,10	2,273	3,579	0,279	192,13	0,024	291 669,00	25 324,07	11,517
0,11	2,500	3,806	0,263	180,66	0,023	295 738,80	26 193,01	11,291
0,12	2,727	4,033	0,248	170,48	0,021	299 808,60	26 964,03	11,119
0,13	2,955	4,260	0,235	161,39	0,020	303 878,40	27 652,78	10,989
0,14	3,182	4,488	0,223	153,21	0,019	307 948,20	28 271,78	10,892
0,15	3,409	4,715	0,212	145,83	0,018	312 018,00	28 831,10	10,822
0,16	3,636	4,942	0,202	139,12	0,017	316 087,80	29 338,98	10,774
0,17	3,864	5,170	0,193	133,00	0,017	320 157,60	29 802,20	10,743
0,18	4,091	5,397	0,185	127,40	0,016	324 227,40	30 226,41	10,727
0,19	4,318	5,624	0,178	122,26	0,015	328 297,20	30 616,33	10,723
0,20	4,545	5,851	0,171	117,51	0,015	332 367,00	30 975,97	10,730
0,21	4,773	6,079	0,165	113,11	0,014	336 436,80	31 308,71	10,746
0,22	5,000	6,306	0,159	109,04	0,014	340 506,60	31 617,46	10,770
0,23	5,227	6,533	0,153	105,24	0,013	344 576,40	31 904,74	10,800
0,24	5,455	6,760	0,148	101,71	0,013	348 646,20	32 172,70	10,837
0,25	5,682	6,988	0,143	98,40	0,012	352 716,00	32 423,23	10,878

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 19 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania  $U$  dla stropu nad najwyższą kondygnacją wynosi  $0,18 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 19cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

## Usprawnienia dotyczące ścian zewnętrznych budynku

Rozpatruje się ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1] budynku wełną mineralną lub styropianem metodą bezspoinową.

$$\begin{aligned} \text{Pow. obliczeniowa} &= 2\,437,34 \quad [\text{m}^2] & R_0 &= 1,200 \quad [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}] \\ \text{Pow. ocieplenia} &= \text{ok. } 2\,438 \quad [\text{m}^2] \\ \text{Materiał:} & \text{styropian} & U_0 &= 0,834 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \\ \lambda &= 0,040 \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \end{aligned}$$

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wrzesień 2015 r.

Izolacja	$\Delta R$	$R_1$	$U$	$Q_i$	$q_i$	Nu	$\Delta K_{ogr}$	SPBT
[m]	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,250	2,450	0,408	317,78	0,040	701 953,92	25 079,94	27,989
0,06	1,500	2,700	0,370	288,35	0,036	707 742,60	27 308,78	25,916
0,07	1,750	2,950	0,339	263,91	0,033	714 689,02	29 159,80	24,509
0,08	2,000	3,200	0,313	243,29	0,030	722 793,18	30 721,55	23,527
0,09	2,250	3,450	0,290	225,66	0,028	732 055,07	32 056,94	22,836
0,10	2,500	3,700	0,270	210,41	0,026	742 474,70	33 211,84	22,356
0,11	2,750	3,950	0,253	197,09	0,025	754 052,06	34 220,53	22,035
0,12	3,000	4,200	0,238	185,36	0,023	766 787,16	35 109,13	21,840
0,13	3,250	4,450	0,225	174,94	0,022	780 680,00	35 897,88	21,747
0,14	3,500	4,700	0,213	165,64	0,021	795 730,58	36 602,71	21,740
0,15	3,750	4,950	0,202	157,27	0,020	811 938,89	37 236,33	21,805
0,16	4,000	5,200	0,192	149,71	0,019	829 304,94	37 809,03	21,934
0,17	4,250	5,450	0,184	142,84	0,018	847 828,72	38 329,18	22,120
0,18	4,500	5,700	0,175	136,57	0,017	867 510,24	38 803,70	22,356
0,19	4,750	5,950	0,168	130,84	0,016	888 349,50	39 238,34	22,640
0,20	5,000	6,200	0,161	125,56	0,016	910 346,49	39 637,93	22,967
0,21	5,250	6,450	0,155	120,69	0,015	933 501,22	40 006,53	23,334
0,22	5,500	6,700	0,149	116,19	0,015	957 813,69	40 347,63	23,739
0,23	5,750	6,950	0,144	112,01	0,014	983 283,89	40 664,19	24,181
0,24	6,000	7,200	0,139	108,12	0,014	1 009 911,83	40 958,76	24,657
0,25	6,250	7,450	0,134	104,49	0,013	1 037 697,51	41 233,56	25,166

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 14 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Maksymalna wartość współczynnika przenikania  $U$  - dla ścian zewnętrznych wynosi  $0,23 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 14 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry



## Usprawnienia dotyczące ścian poniżej gruntu

Rozpatruje się ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1] na głębokość 1 m styroporem lub styropianem XPS o optymalnej grubości

Pow. obliczeniowa =	614,24	[m <sup>2</sup> ]	$R_0 = 2,032$	[(m <sup>2</sup> *K)/W]
Pow. ocieplenia =	615	[m <sup>2</sup> ]		
Materiał: styropor			$U_0 = 0,492$	[W/(m <sup>2</sup> *K)]
$\lambda =$	0,032	[W/(m*K)]		

Cena Nu zawiera całkowity koszt wszystkich prac remontowych z podatkiem VAT, ceny rynkowe wrzesień 2015 r.

Izolacja	$\Delta R$	$R_1$	U	$Q_1$	$q_1$	Nu	$\Delta K_{ogr}$	SPBT
[m]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[(m <sup>2</sup> *K)/W]	[W/(m <sup>2</sup> *K)]	[GJ/a]	MW	[zł]	[zł]	[lata]
0,05	1,563	3,595	0,278	54,57	0,007	193 485,60	3 017,90	64,113
0,06	1,875	3,907	0,256	50,21	0,006	197 900,45	3 348,44	59,102
0,07	2,188	4,220	0,237	46,49	0,006	203 198,27	3 630,03	55,977
0,08	2,500	4,532	0,221	43,28	0,005	209 379,06	3 872,78	54,064
0,09	2,813	4,845	0,206	40,49	0,005	216 442,82	4 084,22	52,995
0,10	3,125	5,157	0,194	38,04	0,005	224 389,55	4 270,03	52,550
0,11	3,438	5,470	0,183	35,86	0,004	233 219,25	4 434,61	52,591
0,12	3,750	5,782	0,173	33,93	0,004	242 931,92	4 581,41	53,026
0,13	4,063	6,095	0,164	32,19	0,004	253 527,56	4 713,15	53,792
0,14	4,38	6,407	0,156	30,62	0,004	265 006,17	4 832,04	54,844
0,15	4,688	6,720	0,149	29,19	0,004	277 429,17	4 939,87	56,161
0,16	5,000	7,032	0,142	27,90	0,003	290 673,72	5 038,12	57,695
0,17	5,313	7,345	0,136	26,71	0,003	304 801,24	5 128,00	59,439
0,18	5,625	7,657	0,131	25,62	0,003	319 811,73	5 210,56	61,378
0,19	5,938	7,970	0,125	24,61	0,003	335 705,19	5 286,63	63,501
0,20	6,250	8,282	0,121	23,69	0,003	352 481,62	5 356,97	65,799
0,21	6,563	8,595	0,116	22,82	0,003	370 141,02	5 422,19	68,264
0,22	6,875	8,907	0,112	22,02	0,003	388 683,39	5 482,84	70,891
0,23	7,188	9,220	0,108	21,28	0,003	408 108,73	5 539,37	73,674
0,24	7,500	9,532	0,105	20,58	0,003	428 417,04	5 592,20	76,610
0,25	7,813	9,845	0,102	19,93	0,002	449 608,32	5 641,67	79,694

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 10 cm. Zgodnie z Warunkami Technicznymi 2017 "Minimalny opór cieplny warstwy materiału izolacyjnego izolacji obwodowej podłogi na gruncie wynosi 2,0 m<sup>2</sup>K/W". Wartość ta jest spełniona dla ocieplenia o grubości 10 cm i tę wartość przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

### 7.3 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, polegający na wymianie okien lub drzwi oraz na poprawie systemu wentylacji jest to taki wariant, dla którego prosty czas zwrotu nakładów SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień technicznych.

Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = (N_{Ok} + N_W) / \sum (\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}), \quad [\text{lata}] \quad (6)$$

gdzie:

- $N_{Ok}$  – planowane koszty robót związane z wymianą okien lub drzwi, zł,
- $N_W$  – planowane koszty robót związane z modernizacją wentylacji, zł,
- $\Delta O_{rOk}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z wymiany okien lub drzwi, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,
- $\Delta O_{rW}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z modernizacji wentylacji, przypadająca na poszczególne z n wykorzystywanych źródeł energii, zł,

Wartość łącznej rocznej oszczędności kosztów energii  $\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW}$  dla n-tego źródła oblicza się z wzoru:

$$\Delta O_{rOk} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \quad [\text{zł/rok}] \quad (7)$$

gdzie:

- $x_0, x_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $Q_0, Q_1$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, wówczas gdy okna i drzwi nie pełnią funkcji doprowadzenia powietrza, w przypadku gdy pełnią taką rolę (powietrze dostaje się do pomieszczeń przez nieszczelności okien, drzwi, nawiewniki okienne lub ścienne) jest to zapotrzebowanie na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, GJ/rok,

$O_{0z}, O_{1z}$  - suma opłat jak we wzorze (2),

$y_0, y_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,

$q_0, q_1$  - zapotrzebowanie na moc cieplną odpowiednio na pokrycie strat przez przenikanie oraz infiltrację lub na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego, przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego, MW,

$O_{0m}, O_{1m}$  - jak we wzorze (2),

$Ab_0, Ab_1$  - miesięczna opłata abonamentowa jak we wzorze (2).

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{Ok} * U + Q_{inf}, \quad [GJ/rok] \quad (8)$$

gdzie:

$S_d$  - jak we wzorze (4),

$U$  - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji,  $W/(m^2 * K)$ , przy czym przed termomodernizacją – w przypadku okien lub drzwi przewidzianych do wymiany przyjęty z dokumentacji technicznej lub Polskiej Normy i powiększony o nie więcej niż 20% w zależności od oceny stanu technicznego okna lub drzwi, a w przypadku wymienionych okien lub drzwi przyjęty na podstawie deklaracji właściwości użytkowych lub aprobaty technicznej; po termomodernizacji wartość ta nie może być wyższa niż wartość określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi,

$A_{Ok}$  - powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed i po termomodernizacji,  $m^2$ ,

$Q_{inf}$  - roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi, obliczane według wzoru (12), GJ/rok.

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = (8,64 * S_d * A_{Ok} * U + 2,94 * c_r * c_w * V_{nom} * S_d) * 10^{-5}, \quad [GJ/rok] \quad (9)$$

gdzie:

$S_d$  - jak we wzorze (4),

- U - jak we wzorze (8),  
 A<sub>Ok</sub> - jak we wzorze (8),  
 V<sub>nom</sub> - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków projektowych dla wentylacji naturalnej; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, m<sup>3</sup>/h,  
 c<sub>r</sub> - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2,  
 c<sub>w</sub> - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną q<sub>0</sub>, q<sub>1</sub> w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{Ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 1,65 * 10^{-8} * a * l * (t_{w0} - t_{z0})^{5/3}, \quad [MW] \quad (10)$$

gdzie:

- t<sub>w0</sub> - jak we wzorze (4),  
 t<sub>z0</sub> - jak we wzorze (5),  
 A<sub>Ok</sub> - jak we wzorze (8),  
 U - jak we wzorze (8),  
 a - współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określane w oparciu o tabelę 1 część 3 załącznika do Rozporządzenia, m<sup>3</sup>/(m\*h\*daPa<sup>2/3</sup>),  
 l - długość zewnętrznych szczelin przylgowych okien lub drzwi, przed i po termomodernizacji, m.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną q<sub>0</sub>, q<sub>1</sub> w, przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki okienne lub ściennie, okna lub drzwi oblicza się wg wzoru:

$$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{Ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U + 3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0}), \quad [MW] \quad (11)$$

gdzie:

- t<sub>w0</sub> - jak we wzorze (4),  
 t<sub>z0</sub> - jak we wzorze (5),  
 A<sub>Ok</sub> - jak we wzorze (8),

U - jak we wzorze (8),

$V_{obl}$  - strumień powietrza zewnętrznego odniesiony do warunków obliczeniowych dla instalacji ogrzewczych; w przypadku braku danych należy przyjąć minimalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej wentylacji w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej lub zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw, pomnożony przez współczynnik korekcyjny  $c_m$  zgodnie z tabelą 2,  $m^3/h$ ,

Wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi  $Q_{0inf}$ ,  $Q_{1inf}$ , oblicza się ze wzoru:

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (12)$$

gdzie:

a - jak we wzorze (10),

l - jak we wzorze (10),

$t_{wo}$ ,  $t_e(m)$ - jak we wzorze (4),

$Ld(m)$  - jak we wzorze (4).

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu okien (o powierzchni około 199,61  $m^2$ ) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	$c_r$	$c_w$	Q	q	$\Delta O$	N	SPBT
	$W/m^2 \cdot K$	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	3,0	1,1	1,0	758,09	0,027	-	-	-
1	1,3	1,0	1,0	598,18	0,013	9 617,21	221 567,10	23,04
2	1,1	1,0	1,0	585,43	0,011	10 389,69	233 543,70	22,48
3	0,9	1,0	1,0	572,68	0,010	11 162,16	273 465,70	24,50

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących okien jest rozwiązanie drugie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła  $U=1,1 W/m^2K$  i to rozwiązanie przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi (o powierzchni około 5,84 m<sup>2</sup>) zestawiono w tabeli poniżej:

WARIANT	U	c <sub>r</sub>	c <sub>w</sub>	Q	q	ΔO	N	SPBT
	W/m <sup>2</sup> *K	-	-	GJ	MW	zł/rok	zł	lata
0	3,0	1,3	1,0	5,74	0,001	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	3,28	0,000	148,90	7 887,38	52,97
2	1,6	1,0	1,0	3,09	0,000	160,20	8 471,63	52,88
3	1,5	1,0	1,0	2,91	0,000	171,51	9 055,88	52,80

Na podstawie wyników obliczeń przedstawionych w powyższej tabeli, można stwierdzić, że najbardziej opłacalnym przedsięwzięciem termomodernizacyjnym polegającym na wymianie istniejących drzwi jest rozwiązanie trzecie. Polega ono na zastosowaniu stolarki o współczynniku przenikania ciepła U=1,5 W/m<sup>2</sup>K i to rozwiązanie przyjmuje się do dalszej analizy. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne bądź lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

#### 7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne.

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	328 297,20	10,72
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	795 730,58	21,74
3	Wymiana okien	233 543,70	22,48
4	Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1]	224 389,55	52,55
5	Wymiana drzwi	9 055,88	52,80

#### 7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku.

Poniżej w tabelach zestawiono przewidywane koszty modernizacji budynku dla poszczególnych wariantów. W kosztach uwzględniono wszystkie czynniki (robocizną, materiały, sprzęt itd.). Grubości warstw dociepleń przyjęto na podstawie powyższej analizy. Powierzchnie wymiany ciepła obliczono na podstawie projektu technicznego budynku.

**Tabela 7a. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu I**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	328 297,20	10,72
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	795 730,58	21,74
3	Wymiana okien	233 543,70	22,48
4	Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1]	224 389,55	52,55
5	Wymiana drzwi	9 055,88	52,80
	Ogółem	1 591 016,91	

**Tabela 7b. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu II**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	328 297,20	10,72
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	795 730,58	21,74
3	Wymiana okien	233 543,70	22,48
4	Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1]	224 389,55	52,55
	Ogółem	1 581 961,03	

**Tabela 7c. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu III**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	328 297,20	10,72
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	795 730,58	21,74
3	Wymiana okien	233 543,70	22,48
	Ogółem	1 357 571,48	

**Tabela 7d. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu IV**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	328 297,20	10,72
2	Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1]	795 730,58	21,74
	Ogółem	1 124 027,78	

**Tabela 7e. Szacowane koszty modernizacji budynku wg wariantu V**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacowany koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Ocieplenie stropodachu	328 297,20	10,72
	Ogółem	328 297,20	

### 7.6 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności cieplnej systemu grzewczego jest to wariant, dla którego prosty czas zwrotu SPBT przyjmuje wartość minimalną, przy czym porównuje się warianty o tym samym zakresie usprawnień.

Do wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego korzysta się z zależności określonej wzorem:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, \text{ [lata]} \quad (17)$$

gdzie:

$N_{CO}$  – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,

$\Delta O_{rCO}$  – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z n wykorzystanych źródeł energii, zł/rok.

Wartość rocznej oszczędności kosztów energii  $\Delta O_{rCO}$  dla n-tego źródła obliczono wg wzoru:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \text{ [zł/rok]} \quad (18)$$

gdzie:

$x_0, x_1$  – udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu ciepła przed i po wykonaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego,

$Q_{OCO}$  – sezonowe zapotrzebowanie budynku na ciepło przed termomodernizacją, określone zgodnie z Polską Normą dotyczącą obliczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych



z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych wg tabeli 2 Rozporządzenia,  
GJ/rok,

- $\eta_0, \eta_1$  - całkowita sprawność systemu grzewczego przed i po modernizacji obliczona wg wzoru (19),
- $W_{t0}, W_{t1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przyjęte na podstawie tabeli (4) Rozporządzenia,
- $W_{d0}, W_{d1}$  - współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przyjęte na podstawie tabeli (5) Rozporządzenia,
- $O_{0z}, O_{1z}$  - jak we wzorze (2),
- $y_0, y_1$  - udział n-tego źródła w zapotrzebowaniu na moc cieplną przed i po wykonaniu modernizacji,
- $q_{0m}, q_{1m}$  - zapotrzebowanie budynku na moc cieplną przed i po zastosowaniu wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego budynku, określone zgodnie z Polską Normą lub projektu technicznego instalacji ogrzewania, MW,
- $Ab_0, Ab_1$  - jak we wzorze (2).

Całkowitą sprawność systemu grzewczego  $\eta_0, \eta_1$ , oblicza się z zależności:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (19)$$

gdzie:

- $\eta_w$  – sprawność wytwarzania ciepła określona zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi kotłów grzewczych, wodnych, niskotemperaturowych, gazowych oraz kotłów grzewczych stalowych o mocy grzewczej do 50 kW lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_p$  – sprawność przesyłania ciepła określana zgodnie z Polską Normą dotyczącą izolacji cieplnej rurociągów, armatury i urządzeń lub przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,
- $\eta_r$  – sprawność regulacji i wykorzystania systemu grzewczego przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej,

$\eta_e$  – sprawność akumulacji ciepła przyjmowana zgodnie z przepisami rozporządzenia dotyczącego sporządzania świadectw lub z dokumentacji technicznej.

Jak wspomniano w części opisowej Audytu zarówno instalacja c.o. jak i grzejniki są w złym stanie technicznym, w związku z tym przewidziano kompleksową modernizację instalacji c.o., polegającą na montażu nowego orurowania wraz z izolacjami, nowych grzejników oraz zainstalowanie przy grzejnikach zaworów regulacyjnych z głowicami termostatycznymi. Dodatkowo przewidziano montaż Systemu Zarządzania Energią.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istniejący	Stan po modernizacji
1	Obliczeniowa moc cieplna CO	MW	0,4081	0,4081
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	3 016	3 016
3	Ogólna sprawność CO	-	0,7022	0,8026
4	Obniżenie nocne <sup>1)</sup>	-	0,95	0,95
5	Obniżenie tygodniowe <sup>1)</sup>	-	0,90	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	4 295	3 213
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	254 310,50	190 235,81
8	Roczna opłata stała	zł/rok	53 848,53	53 848,53
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło C.W.U	GJ/rok	186,51	186,51
10	Ogólna sprawność C.W.U	-	0,5500	0,5500
11	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CWU z uwzględnieniem sprawności	GJ/rok	339,12	339,12
12	Cena ciepła C.W.U	zł/GJ	69,84	69,84
13	Koszt ciepła CO	zł	308 159,03	244 084,34
14	Koszt ciepła CWU	zł	23 685,21	23 685,21
15	Koszt ciepła	zł	331 844,24	267 769,55
16	Oszczędność kosztów	zł		64 074,69
17	Szacowany koszt modernizacji	zł		1 632 890,16
18	SPBT	lat		25,48

<sup>1)</sup> Uwzględnienie Systemu Zarządzania Energią

## **8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego**

W celu wyznaczenia optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, o którym mowa w § 6 pkt 4 rozporządzenia, dla poszczególnych wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, składających się z zestawu usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zmniejszenia strat ciepła przez przegrody budowlane, modernizacji systemu wentylacji i instalacji ciepłej wody użytkowej i uzupełnionych o optymalny wariant przedsięwzięcia poprawiającego sprawność całkowitą systemu grzewczego, oblicza się kolejno:

- a) planowane koszty całkowite  $N$ , w tym koszty opracowania audytu energetycznego i dokumentacji technicznej oraz koszty związane ze spełnieniem obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych, również w przypadku gdy działanie to nie przynosi oszczędności energii,
- b) kwotę rocznych oszczędności  $\Delta O_r$  przewidzianą do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia,
- c) zmniejszenie (w %) zapotrzebowania na ciepło w stosunku do stanu wyjściowego przed termomodernizacją, z uwzględnieniem sprawności całkowitej,
- d) kwotę środków własnych i kwotę kredytu,
- e) obliczenie wysokości premii termomodernizacyjnej wg art. 5 ust. 1 i 2 ustawy,

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli poniżej:

Obliczenie oszczędności kosztów dla wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

wariant	CO				CWU				CO+CWU				Oszczędności		
	q <sub>co</sub>	Q <sub>co</sub>	η	w	q <sub>cwu</sub>	MW	Q <sub>cwu</sub>	Oplata CWU	Q <sub>co+cwu</sub>	KOSZT	GJ/rok	%	zł/rok		
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	zł/rok					
0	0,4081	3 015,99	0,7022	0,855	3 672,27	0,027	339,12	271 283,64	4 011	294 968,85	1 713	42,71	121 506,72		
I+A	0,2561	1 838,82	0,8026	0,855	1 958,87	0,027	339,12	149 776,92	2 301	173 650,93	1 711	42,65	121 317,92		
II+A	0,2564	1 841,18	0,8026	0,855	1 961,39	0,027	339,12	149 965,72	2 365	178 528,95	1 646	41,04	116 439,90		
III+A	0,2643	1 901,99	0,8026	0,855	2 026,17	0,027	339,12	154 843,74	2 480	185 706,06	1 532	38,18	109 262,79		
IV+A	0,2673	2 009,43	0,8026	0,855	2 140,62	0,027	339,12	162 020,85	3 122	233 940,40	889	22,16	61 028,45		
V+A	0,3445	2 612,62	0,8026	0,855	2 783,19	0,027	339,12	210 255,19	3 552	267 769,55	459	11,45	27 199,30		
A	0,4081	3 015,99	0,8026	0,855	3 212,90	0,027	339,12	244 084,34							

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu			Premia termomodernizacyjna		
					[zł]	[zł/rok]	[%]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności
					[zł]	[zł]	[%]	[zł]	[zł]	[zł]
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	I+A	3 223 907,07	121 506,72	42,71	0,00 3 223 907,07	0,00 100,00	644 781,41	515 825,13	243 013,44	
2	II+A	3 214 851,19	121 317,92	42,65	0,00 3 214 851,19	0,00 100,00	642 970,24	514 376,19	242 635,84	
3	III+A	2 990 461,64	116 439,90	41,04	0,00 2 990 461,64	0,00 100,00	598 092,33	478 473,86	232 879,80	
4	IV+A	2 756 917,94	109 262,79	38,18	0,00 2 756 917,94	0,00 100,00	551 383,59	441 106,87	218 525,58	
5	V+A	1 961 187,36	61 028,45	22,16	0,00 1 961 187,36	0,00 100,00	392 237,47	313 789,98	122 056,90	
6	A	1 632 890,16	27 199,30	11,45	0,00 1 632 890,16	0,00 100,00	326 578,03	261 262,43	54 398,60	

## **9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji.**

Optymalnym wariantem jest wariant Nr 1 (I+A) i spełnia on wszystkie wymogi Ustawy. Również pozostałe warianty mogą być realizowane, ponieważ spełniają wszystkie wymogi Ustawy. Biorąc pod uwagę kompleksowość termomodernizacji oraz największą oszczędność energii proponuje się modernizację budynku według wariantu pierwszego.

Według tego wariantu należy wykonać:

1. Ocieplenie ścian zewnętrznych [SZ-1] o powierzchni około 2 478 m<sup>2</sup> należy wykonać płytami z wełny mineralnej lub ze styropianu o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^*\text{K}$ , warstwą o grubości minimum 14 cm. Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,213 W/m<sup>2</sup>\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: ocieplenie ościeży, wymianę parapetów zewnętrznych, rur spustowych, rynien, obróbki blacharskie, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
2. Ocieplenie ścian poniżej gruntu [SG-1] o powierzchni około 615 należy wykonać płytami ze styroporu lub styropianu XPS warstwą o grubości minimum 10 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^*\text{K}$ . W pierwszej kolejności należy usunąć istniejącą opaskę betonową. Następnie, po odkopaniu ściany należy pokryć ją dwukrotnie pionową warstwą izolacji przeciwwilgociowej na całej głębokości oraz zamontować płyty ze styroporu lub styropianu XPS na głębokość 1m. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: odkopanie ściany, zasypanie i otworzenie nawierzchni oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
3. Ocieplenie stropodachu wentylowanego  
Ocieplenie stropodachu wentylowanego o powierzchni około 1 938 m<sup>2</sup> należy wykonać poprzez wdmuchanie granulatu wełny mineralnej grubości minimum 19 cm i współczynniku przewodzenia  $\lambda = 0,044 \text{ W/m}^*\text{K}$ . Współczynnik przenikania ciepła po wykonaniu przedsięwzięcia nie wyniesie więcej niż 0,171 W/m<sup>2</sup>\*K. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze,

w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. obróbki blacharskie, prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.

4. Wymianę okien o powierzchni około 199,61 m<sup>2</sup> na okna o współczynniku przenikania  $U=1,1$  W/m<sup>2</sup>K z nawiewnikami higrosterowanymi, zgodnie z Aprobata Techniczną oraz zaleceniami producenta. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. demontaż i utylizacja starych futryn i okien, montaż i obróbka nowych okien ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
5. Wymianę drzwi o powierzchni około 5,84 m<sup>2</sup> na drzwi o współczynniku przenikania  $U=1,5$  W/m<sup>2</sup>K zgodnie z Aprobata Techniczną oraz zaleceniami producenta. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np. demontaż i utylizacja starych futryn i drzwi, montaż i obróbka nowych drzwi ect. oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
6. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
  - wymianę rurociągów oraz ich izolację w pomieszczeniach nieogrzewanych,
  - wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe (około 208 szt.),
  - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (około 208 szt.),
  - montaż zaworów podpionowych,
  - montaż automatycznych odpowietrzników,
  - montaż instalacji zmieszania pompowego za węzłem cieplnym,
  - regulację instalacji grzewczej,
  - dostosowanie węzła cieplnego do pracy z Systemem Zarządzania Energią, (koszty leżące po stronie gestora sieci i są wyłączone poza projekt),
  - dostosowanie instalacji c.o. do pracy z Systemem Zarządzania Energią,
  - prace instalacyjne, odtworzeniowe i inne, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
7. Instalację Systemu Zarządzania Energią uwzględniającą montaż urządzeń niezbędnych do funkcjonowania systemu, odczyt oraz analizę pomiarów mediów takich jak: energia elektryczna, energia cieplna dla potrzeb instalacji c.o., energia cieplna dla potrzeb instalacji c.w.u, woda,

z udziałem elektronicznego narzędzia, które ma umożliwiać bieżącą kontrolę oraz zmianę parametrów pracy instalacji c.o. w sposób zdalny z dowolnego miejsca za pośrednictwem komputera wyposażonego w dostęp do Internetu. Celem systemu będzie utrzymanie optymalnych parametrów pracy, w sposób zapewniający optymalne zużycie energii z jednoczesnym zachowaniem komfortu cieplnego w okresie użytkowania budynku. W kosztach inwestycji uwzględniono inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia, w tym szkolenie w zakresie działania systemu.

System Zarządzania Energią powinien zapewnić:

- monitorowanie zużyć mediów: energii cieplnej, energii elektrycznej, wody,
- optymalizację parametrów pracy instalacji c.o. w celu zminimalizowania strat ciepła,
- oszczędne gospodarowanie czynnikami energetycznymi przy zachowaniu normatywnych parametrów pracy instalacji i obiektu,
- pomiar referencyjnych temperatur, temperatury zewnętrznej, temperatur zasilania i powrotu w pomieszczeniu źródła.
- rejestrację wyników pomiarów (minimum co 15 min), archiwizację danych, podgląd mierzonych wartości w czasie rzeczywistym, tworzenie raportów, graficzne odzwierciedlenie pomiarów oraz tworzenie wykresów do ich analizy,
- zdalny dostęp do danych pomiarowych (za pośrednictwem Internetu),
- możliwość porównywania obiektu do innych obiektów objętych pomiarem w celu uzyskania oceny energochłonności obiektu,
- automatyczne tworzenie raportów o zużyciu w otwartych, publicznych formatach plików (np. PDF, XLS), w zadeklarowanych przez użytkownika profilach,
- zdalny dostęp do danych pomiarowych za pośrednictwem Internetu,
- wizualizację danych aktualnych i historycznych oraz analizy porównawczej pomiędzy innymi obiektami objętymi pomiarem na ogólnodostępnym panelu zamontowanym w obiekcie,
- rejestrację użytkowników i parametryzację poziomów dostępowych w zależności od typu użytkownika,
- zastosowanie w systemie urządzeń pomiarowych co najmniej II klasy dokładności oraz umożliwiać komunikację opartą na otwartych protokołach komunikacyjnych.

## 10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych

1	Calkowity koszt robót szacuje się na	3 223 907,07 zł
2	Przewidywana premia termomodernizacyjna	243 013,44 zł
3	Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji	121 506,72 zł
4	Czas zwrotu nakładów SPBT	26,53 lat



*mgr inż. Barbara Kosowska*



## ZAŁĄCZNIKI

### Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

		Ceny bez VAT	Ceny z VAT 23%
Opłata stała za moc zamówioną	zł(MW*m-c)	4 646,22	5 714,85
Przesył	zł(MW*m-c)	4 293,44	5 280,93
Razem opłata stała	zł(MW*m-c)	8 939,66	10 995,78
Opłata zmienna za ciepło	zł/GJ	32,83	40,38
Przesył	zł/GJ	15,31	18,83
Razem opłata zmienna	zł/GJ	48,14	59,21
Abonament	zł/(pkt.*m-c)	0,00	0,00

## Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją.

Przegroda	Wyszczególnienie	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	[W/m <sup>2</sup> K]
Stropodach wentylowany	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,766
	Szlichta cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Płyty panwiowe	8,0	0,080	1,000	0,080	
	Pustka powietrzna	40,0	0,4			
	Płyty wełny mineralnej	5,0	0,05	0,052	0,962	
	Strop kanałowy	26,0	0,26		0,180	
	Tynk cem.-wap.	2,0	0,0200	0,820	0,024	
	$R$				1,166	
	$R_{si}$				0,100	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				1,306	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	Mur z betonu	4,0	0,040	1,000	0,040	0,834
	Styropian	4,0	0,040	0,045	0,889	
	Żelbet	14,0	0,140	1,700	0,082	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	$R$				1,030	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				1,200	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	Mur z betonu	15,0	0,150	1,000	0,150	0,492
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Styropian	4,0	0,040	0,045	0,889	
	Mur z cegły pełnej	12,0	0,120	0,770	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	$R$				1,296	
	Opór zastępczy gruntu				0,736	
	$R_T$				2,032	
Podłoga na gruncie	Klepka	1,9	0,019	0,220	0,086	0,383
	Podkład cementowy	3,5	0,035	1,00	0,035	
	Styropian	2,0	0,02	0,05	0,444	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Żwiroboton	10,0	0,1	1,30	0,077	
	Piasek	20,0	0,2	0,40	0,500	
	$R$				1,226	
	Opór zastępczy gruntu				1,386	
	$R_T$				2,612	
Podłoga na gruncie w piwnicy	Terakota	1,0	0,010	1,050	0,010	0,468
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,00	0,020	
	Podkład betonowy	4,0	0,04	1,05	0,038	
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Żwiroboton	10,0	0,1	1,30	0,077	
	Piasek	10,0	0,1	0,40	0,250	
	$R$				0,478	
	Opór zastępczy gruntu				1,660	
	$R_T$				2,138	
Okna nowe				$U_0$	Wsp.	$U$
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,500	1,0	1,500
Okna stare				2,500	1,2	3,000
Drzwi wejściowe nowe				1,700	1,0	1,700
Drzwi wejściowe stare				2,500	1,2	3,000

### Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji.

Przegroda	Wyszczególnienie	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Stropodach wentylowany</b>	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,171
	Szlichta cementowa	3,0	0,030	1,000	0,030	
	Płyty panwiowe	8,0	0,080	1,000	0,080	
	Pustka powietrzna	40,0	0,400		0,000	
	Płyty wełny mineralnej	5,0	0,050	0,052	0,962	
	Strop kanałowy	26,0	0,260		0,180	
	Tynk cem.-wap.	2,0	0,020	0,820	0,024	
	Wełna mineralna	20,0	0,200	0,044	4,545	
	R				5,711	
	R <sub>si</sub>				0,100	
	R <sub>se</sub>				0,040	
	R <sub>T</sub>				5,851	
	<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>	Mur z betonu	4,0	0,04	1,000	
Styropian		4,0	0,04	0,045	0,889	
Żelbet		14,0	0,14	1,700	0,082	
Styropian		14,0	0,14	0,040	3,500	
Tynk cem.-wapienny		1,5	0,015	0,820	0,018	
R					4,530	
R <sub>si</sub>					0,130	
R <sub>se</sub>					0,040	
R <sub>T</sub>					4,700	
<b>Ściana poniżej gruntu [SG-1]</b>		Mur z betonu	15,0	0,15	1,000	0,150
	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	
	Styropian	4,0	0,04	0,045	0,889	
	Mur z cegły pełnej	12,0	0,12	0,770	0,156	
	Tynk cem.-wap.	1,5	0,015	0,820	0,018	
	Styropor	10,0	0,1	0,032	3,125	
	R				4,421	
	Opór zastępczy gruntu				1,319	
	R <sub>T</sub>				5,740	
	<b>Podłoga na gruncie</b>	Klepka	1,9	0,019	0,220	0,086
Podkład cementowy		3,5	0,035	1,000	0,035	
Styropian		2,0	0,02	0,045	0,444	
Papa asfaltowa		1,5	0,015	0,180	0,083	
Żwiroboton		10,0	0,1	1,300	0,077	
Piasek		20,0	0,2	0,400	0,500	
R					1,226	
Opór zastępczy gruntu					2,042	
R <sub>T</sub>					3,268	

Przegroda	Wyszczególnienie	$d_1$	$d$	$\lambda$	$R$	$U$
		[cm]	[m]	W/mK	$m^2K/W$	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Podłoga na gruncie w piwnicy</b>	Terakota	1,0	0,01	1,050	0,010	0,455
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,000	0,020	
	Podkład betonowy	4,0	0,04	1,050	0,038	
	Papa asfaltowa	1,5	0,02	0,180	0,083	
	Żwiroboton	10,0	0,10	1,300	0,077	
	Piasek	10,0	0,10	0,400	0,250	
	R				0,478	
	Opór zastępczy gruntu				1,719	
	R <sub>T</sub>				2,197	
<b>Okna nowe</b>				$U_0$	Wsp.	$U$
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,5	1,000	1,500
<b>Okna wymienione</b>				1,1	1,000	1,100
<b>Drzwi wejściowe wymienione</b>				1,7	1,000	1,700
<b>Drzwi wejściowe nowe</b>				1,5	1,000	1,500

#### Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza	
		obecnie	docelowo
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	18 238	
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	6 159	
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /s*m <sup>2</sup> ]	0,56*10 <sup>-3</sup>	
Średni strumień powietrza zewnętrznego	[m <sup>3</sup> /s]	3,45	
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	1,01	1,01
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	4,46	4,46
Współczynniki korekcyjne	$c_r$	-	1,0
	$c_w$	-	1,0
	$c_m$	-	1,0
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /s]	4,46	4,46
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	16 065	16 065
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	5 354,96	5 354,96
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,88	0,88

#### Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego.

	Wsp.	Kubatura	Krotność	Wsp. osł.	Wsp. wys.	Strumień
	-	[m <sup>3</sup> ]	[h <sup>-1</sup> ]	-	-	[m <sup>3</sup> /h]
Strumień higieniczny		18 238	0,5			9 118,8

#### Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	6 159	4,7	28 949

## Z-7 Projektowana strata ciepła.

Projektowana strata ciepła obecnie

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_t$	$\Delta\Theta$ [°C]	$\Phi$ [kW]	
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]			
Stropodach wentylowany	2 152,93	0,766	1,0	1 649	40	65,94	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	2 437,34	0,834	1,0	2 032		81,28	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	614,24	0,492	1,0	302		12,09	
Okna	558,11	1,500	1,0	837		33,49	
Okna stare	199,61	3,000	1,0	599		23,95	
Drzwi wejściowe stare	5,84	3,000	1,0	18		0,70	
Drzwi wejściowe nowe	33,31	1,700	1,0	57		2,26	
Podłoga na gruncie	320,13	0,383	1,0	123		4,90	
Podłoga na gruncie w piwnicy	1832,79	0,468	1,0	857		34,29	
Mostki liniowe	l	$\psi$	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	719,20	0,190	1,0	137		5,47	
nadproża	421,71	0,600	1,0	253		10,12	
podokien	421,71	0,570	1,0	240		9,61	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				7 103		284,11	
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$			
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]			
		9 119	0,34	3100	124,02		
OGÓLEM					408,13		

Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_{tr}$	$\Delta\Theta$ [°C]	$\Phi$ [kW]	
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]			
Stropodach wentylowany	2152,93	0,171	1,0	368	40	14,72	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	2437,34	0,213	1,0	519		20,75	
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	614,24	0,174	1,0	107		4,28	
Okna nowe	558,11	1,500	1,0	837		33,49	
Okna wymienione	199,61	1,100	1,0	220		8,78	
Drzwi wejściowe	5,84	1,700	1,0	10		0,40	
Drzwi wejściowe nowe	33,31	1,500	1,0	50		2,00	
Podłoga na gruncie	320,13	0,383	1,0	123		4,90	
Podłoga na gruncie w piwnicy	1832,79	0,468	1,0	857		34,29	
Mostki liniowe	l	$\psi$	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	719,20	0,050	1,0	36		1,44	
nadproża	421,71	0,200	1,0	84		3,37	
podokien	421,71	0,220	1,0	93		3,71	
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00	
Ogółem				3 303		132,13	
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$			
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]			
		9 119	0,34	3100	124,02		
OGÓLEM					256,14		

Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego.

	Pow.	Wsp. przep.	1	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
	[m <sup>2</sup> ]											[MJ]
Okna stare												
S	46,04	0,75	4 058	3 796	7 526	8 132	10 297	6 837	5 652	2 640	2 019	50 956
SW	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	38,38	0,75	1 595	1 852	4 093	5 921	8 013	4 838	3 171	1 484	1 161	32 130
NW	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	28,54	0,75	1 045	1 160	2 530	3 815	4 668	3 097	1 924	1 006	847	20 092
NE	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	86,65	0,75	3 708	4 294	10 449	14 363	19 791	10 622	6 906	3 337	2 684	76 154
SE	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	199,61		10 406	11 102	24 598	32 231	42 769	25 394	17 654	8 467	6 711	179 332
Okna nowe												
S	35,00	0,67	2 756	2 578	5 111	5 523	6 993	4 643	3 839	1 793	1 371	34 605
SW	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	220,20	0,67	8 174	9 493	20 979	30 347	41 070	24 799	16 254	7 608	5 952	164 676
NW	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	39,60	0,67	1 296	1 438	3 136	4 728	5 786	3 839	2 385	1 247	1 050	24 905
NE	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	263,31	0,67	10 066	11 656	28 365	38 991	53 725	28 834	18 749	9 060	7 286	206 731
SE	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	558,11		22 291	25 165	57 591	79 589	107 574	62 115	41 226	19 707	15 658	430 917
OGÓLEM	757,72		32 697	36 268	82 189	111 820	150 343	87 509	58 880	28 174	22 368	610 249

Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu.

	Pow.	Pow.netto	Wsp. przep.	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]											
Okna stare													
S	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	0,00	0,00	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	0,00	0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Okna nowe													
S	81,04	56,73	0,67	6 381	5 969	11 834	12 787	16 191	10 751	8 888	4 151	3 175	80 126
SW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	258,58	181,01	0,67	9 599	11 147	24 636	35 637	48 228	29 121	19 087	8 934	6 989	193 379
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	68,14	47,70	0,67	2 230	2 475	5 396	8 136	9 956	6 606	4 104	2 146	1 806	42 854
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	349,96	244,97	0,67	13 379	15 492	37 699	51 822	71 405	38 322	24 918	12 041	9 683	274 762
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	757,72	530,40		31 587	35 083	79 566	108 382	145 781	84 801	56 997	27 271	21 653	591 120
OGÓLEM	757,72	530,40		31 587	35 083	79 566	108 382	145 781	84 801	56 997	27 271	21 653	591 120



Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesiaca	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiacu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Straty	$H_{tr}, H_{ve}$										
Stropodach wentylowany	[MJ]	92 727	83 753	73 740	52 987	4 629	5 057	59 168	69 224	85 220	526 505
Sciana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	114 287	103 227	90 886	65 307	5 706	6 232	72 926	85 321	105 036	648 927
Sciana poniżej gruntu [SG-1]	[MJ]	16 999	15 354	13 519	9 714	849	927	10 847	12 691	15 623	96 523
Okna	[MJ]	47 088	42 531	37 446	26 907	2 351	2 568	30 046	35 153	43 276	267 365
Okna stare	[MJ]	33 682	30 422	26 785	19 247	1 682	1 837	21 492	25 145	30 955	191 248
Drzwi wejściowe stare	[MJ]	986	890	784	563	49	54	629	736	906	5 598
Drzwi wejściowe nowe	[MJ]	3 185	2 876	2 533	1 820	159	174	2 032	2 378	2 927	18 083
Mostki liniowe	[MJ]	35 438	32 008	28 182	20 250	1 769	1 932	22 613	26 456	32 569	201 218
Podłoga na gruncie	[MJ]	6 894	6 226	5 482	3 939	344	376	4 399	5 146	6 335	39 142
Podłoga na gruncie w piwnicy	[MJ]	48 220	43 553	38 346	27 554	2 407	2 629	30 769	35 998	44 316	273 794
Straty przez przegrody	[MJ]	399 505	360 843	317 701	228 288	19 945	21 786	254 922	298 248	367 164	2 268 402
Wentylacja	[MJ]	301 197	272 049	239 524	172 113	15 037	16 425	192 193	224 857	276 815	1 710 208
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	700 702	632 892	557 225	400 401	34 981	38 210	447 115	523 105	643 979	3 978 610
Zyski słoneczne	[MJ]	32 697	36 268	82 189	111 820	150 343	87 509	58 880	28 174	22 368	610 249
Zyski wewnętrzne	[MJ]	77 537	70 034	77 537	75 036	12 506	12 506	77 537	75 036	77 537	555 268
Razem zyski	[MJ]	110 235	106 301	159 727	186 856	162 849	100 015	136 417	103 211	99 906	1 165 517
Stosunek zysków do przeniesienia		0,1573	0,1680	0,2866	0,4667	4,6553	2,6175	0,3051	0,1973	0,1551	0,2929
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	6 159									
Pojemność cieplna	[J/K]	1 601 444 000									
Stała czasowa	[h]	36									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$		3,38									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		4,38									
$\eta$		0,9984	0,9980	0,9895	0,9580	0,2139	0,3728	0,9874	0,9967	0,9984	
Zyski ciepła	[MJ]	110 056	106 089	158 052	178 999	34 829	37 284	134 694	102 867	99 751	962 621
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	590 646	526 803	399 173	221 402	152	927	312 421	420 237	544 228	3 015 989

Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.

Wyszczególnienie	Jednostka	I	II	III	IV	V	IX	X	XI	XII	ogółem
Średnia temp. miesięczą	[°C]	-1,0	-1,0	3,3	7,6	13,5	12,9	6,6	3,8	0,7	
Różnica temperatur	[°C]	21,0	21,0	16,7	12,4	6,5	7,1	13,4	16,2	19,3	
Liczba dni w miesiącu		31	28	31	30	5	5	31	30	31	222
Liczba sekund w mies.	[Msek.]	2,678	2,419	2,678	2,592	0,432	0,432	2,678	2,592	2,678	19,181
Przegroda	Htr Hve										
Stropodach wentylowany	[MJ]	20 695	18 692	16 457	11 826	1 033	1 129	13 205	15 450	19 020	117 507
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	[MJ]	29 171	26 348	23 198	16 669	1 456	1 591	18 614	21 778	26 810	165 636
Ściana poniżej gruntu [SG-1]	[MJ]	6 019	5 436	4 786	3 439	300	328	3 840	4 493	5 531	34 174
Okna	[MJ]	47 088	42 531	37 446	26 907	2 351	2 568	30 046	35 153	43 276	267 365
Okna stare	[MJ]	12 350	11 155	9 821	7 057	617	673	7 881	9 220	11 350	70 124
Drzwi wejściowe stare	[MJ]	559	505	444	319	28	30	356	417	513	3 172
Mostki liniowe	[MJ]	11 985	10 825	9 531	6 849	598	654	7 647	8 947	11 015	68 051
Drzwi wejściowe nowe	[MJ]	2 810	2 538	2 235	1 606	140	153	1 793	2 098	2 583	15 955
Podłoga na gruncie	[MJ]	6 894	6 226	5 482	3 939	344	376	4 399	5 146	6 335	39 142
Podłoga na gruncie w piwnicy	[MJ]	48 220	43 553	38 346	27 554	2 407	2 629	30 769	35 998	44 316	273 794
Straty przez przegrody	[MJ]	185 789	167 810	147 747	106 165	9 275	10 131	118 551	138 700	170 749	1 054 919
Wentylacja	[MJ]	301 197	272 049	239 524	172 113	15 037	16 425	192 193	224 857	276 815	1 710 208
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	486 987	439 859	387 270	278 278	24 312	26 556	310 744	363 557	447 564	2 765 127
Zyski słoneczne	[MJ]	31 587	35 083	79 566	108 382	145 781	84 801	56 997	27 271	21 653	591 120
Zyski wewnętrzne	[MJ]	77 537	70 034	77 537	75 036	12 506	12 506	77 537	75 036	77 537	555 268
Razem zyski	[MJ]	109 125	105 117	157 103	183 418	158 287	97 307	134 534	102 308	99 190	1 146 389
Stosunek zysków do przeniesienia		0,2241	0,2390	0,4057	0,6591	6,5107	3,6642	0,4329	0,2814	0,2216	0,4146
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	6 159									
Pojemność ciepła	[J/K]	1 601 444 000									
Stała czasowa	[h]	51									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a <sub>H,0</sub>		1									
Stała czasowa odniesienia t <sub>H,0</sub>	[h]	15									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub>		4,43									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1		5,43									
η		0,9990	0,9986	0,9890	0,9398	0,1536	0,2723	0,9859	0,9974	0,9990	
Zyski ciepła	[MJ]	109 012	104 975	155 367	172 385	24 307	26 494	132 636	102 038	99 092	926 307
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	377 975	334 884	231 903	105 893	5	62	178 107	261 518	348 472	1 838 819

## Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

### Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,95	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,96	przewody w złym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,77	regulacja centralna, brak regulacji miejscowej
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,702	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	$w_t$	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	$w_d$	0,95	obniżenie nocne

### Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,95	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,96	przewody w dobrym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,88	regulacja centralna i regulacja miejscowa
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,80	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	$w_t$	0,90	obniżenie tygodniowe
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	$w_d$	0,95	obniżenie nocne

### Z-13 Ciepła woda użytkowa.

Wyszczególnienie	Jednostka	
Ciepło właściwe wody	$\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$	4,19
Gęstość wody	$\text{kg/dm}^3$	1
Powierzchnia pomieszczeń $A_f$	$\text{m}^2$	6 159
Liczba użytkowników	osoba	641
Zużycie jednostkowe	$\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{doba})$	0,80
Temperatura ciepłej wody	$^{\circ}\text{C}$	55
Temperatura wody zimnej	$^{\circ}\text{C}$	10
Współczynnik korekcyjny	-	0,55
Czas pracy instalacji cwu	doba	365
Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego	$\text{kWh/rok}$	51 809,3
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	186,5
Sprawność wytwarzania	-	0,910
Sprawność przesyłu	-	0,600
Sprawność akumulacji	-	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,550
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{kWh/rok}$	94 198,8
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	339,1
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	$\text{m}^3/\text{h}$	0,285
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	1,925
Zużycie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody	$\text{GJ/m}^3$	0,345
Max. moc c.w.u.	$\text{kW}$	52,62
Średnia moc c.w.u.	$\text{kW}$	27,3
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	15,3

#### Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 680 sztuk opraw o mocy 75 W oraz żarowe w ilości 165 sztuk opraw o mocy 60 W.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przeanalizowano zgodnie z "Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej".

Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia ocenianego budynku wyliczono według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$LENI$  - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia [kWh/rok],

$A_f$  - powierzchnia użytkowa pomieszczeń, w których modernizowane jest oświetlenie [ $\text{m}^2$ ].

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  obliczono na podstawie wzoru:

$$LENI = P_N/1000 \cdot t \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$$

gdzie:

$P_N$  - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w analizowanych pomieszczeniach [W/m],

$t$  - czas użytkowania oświetlenia [h/rok].

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Rodzaj opraw oświetleniowych	Jednostkowa moc opraw oświetleniowych W	Ilość sztuk	Moc opraw oświetleniowych W
przed modernizacją	75	680	51 000
	60	165	9 900
po modernizacji	45	680	30 600
	25	165	4 125

Powierzchnia użytkowa $A_f$	Moc zainstalowanych opraw oświetleniowych $P_{rzecz}$	Moc jednostkowa $P_N$		Czas użytkowania oświetlenia $t$
		przed modernizacją	po modernizacji	
[m <sup>2</sup> ]	[W]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[h/rok]
5 887	60 900	10,3	5,9	1 800

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	18,62	10,62
Zużycie energii do oświetlenia $E_L$	[kWh/rok]	109 620,00	62 505,00
Cena energii elektrycznej	[zł/kWh]	0,79	0,79
Koszt energii elektrycznej	[zł/rok]	86 599,80	49 378,95
Oszczędność zużycia energii	[kWh/rok]	47 115,00	
	[%]	42,98	
Oszczędność kosztów	[zł/rok]	37 220,85	
Nakłady inwestycyjne <sup>1)</sup>	[zł]	975 992,15	
SPBT	[lata]	26,22	

2) W kosztach inwestycji uwzględniono wymagane prace dodatkowe, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia

## Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej

W tabelach poniżej przedstawiono oszczędność energii końcowej i pierwotnej dla całego przedsięwzięcia (ocieplenie przegród, wymiana drzwi, wymiana okien, wymiana instalacji c.o., montaż Systemu Zarządzania Energią, wymiana oświetlenia wewnętrznego).

W obliczeniach przyjęto następujące współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej:

- ciepło sieciowe z ciepłowni węglowej – 1,3.
- energia elektryczna - 3,0.

Zużycie energii pierwotnej obliczono wg wzoru:

$$Q_p = Q_k * w_p$$

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
<b>Energia końcowa:</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	4 011,39	1 114 275,00	1 114,28
zużycie po modernizacji	2 297,99	638 330,56	638,33
oszczędność	1 713,40	475 944,44	475,94
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	414,51	115 140,50	115,14
zużycie po modernizacji	244,89	68 025,50	68,03
oszczędność	169,61	47 115,00	47,12
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	4 425,90	1 229 415,50	1 229,42
zużycie po modernizacji	2 542,88	706 356,06	706,36
<b>oszczędność</b>	<b>1 883,01</b>	<b>523 059,44</b>	<b>523,06</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>42,55</b>		
<b>Energia pierwotna</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	5 214,81	1 448 557,50	1 448,56
zużycie po modernizacji	2 987,39	829 829,72	829,83
oszczędność	2 227,42	618 727,78	618,73
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	1 243,52	345 421,50	345,42
zużycie po modernizacji	734,68	204 076,50	204,08
oszczędność	508,84	141 345,00	141,35
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	6 458,32	1 793 979,00	1 793,98
zużycie po modernizacji	3 722,06	1 033 906,22	1 033,91
<b>oszczędność</b>	<b>2 736,26</b>	<b>760 072,78</b>	<b>760,07</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>42,37</b>		

## Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnotowym Systemie Handlu Upewnieniami do Emisji za rok 2016 publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE)

	Roczna redukcja emisji CO <sub>2</sub>									
	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO <sub>2</sub>	Roczne zużycie ciepła		WE	emisja CO <sub>2</sub>	emisja CO <sub>2</sub>	
	GJ	MWh	kg/ GJ; Mg/MWh	Mg	GJ	MWh	kg/ GJ; Mg/MWh	Mg	Mg	%
	przed modernizacją				po modernizacji				redukcja	
sieć miejska	4 011,39	-	94,96	380,92	2 297,99	-	94,96	218,22		
energia elektryczna	-	115,14	0,832	95,80	-	68,03	0,832	56,60		
				<b>476,72</b>				<b>274,82</b>	<b>201,90</b>	<b>42,35</b>



## Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące

W ramach przedsięwzięcia należy przeprowadzić niezbędne roboty towarzyszące, stanowiące element prac remontowych i modernizacyjnych, w tym m.in.:

- ocieplenie ościeży,
- wymianę parapetów zewnętrznych,
- wymianę rur spustowych i orynowania,
- wykonanie opaski fundamentowej wraz z izolacją termiczną w obrębie naświetli do 1 m, izolacją przeciwwilgociową po obkopaniu naświetli po obwodzie oraz dostosowaniem naświetli do wykonanych prac termomodernizacyjnych wraz z wykonaniem odwodnienia i odtworzeniem obarierowania,
- prace modernizacyjne kanalizacji deszczowej odprowadzającej wodę z dachu,
- obróbki blacharskie,
- wymianę instalacji odgromowej,
- na ocieplanych elewacjach przełożenie zewnętrznych przewodów pod tynk,
- prace odtworzeniowe i wykończeniowe na elewacji (wraz z elementami znajdującymi się na elewacji np. kratki wentylacyjne, zadaszenia, drabiny, kraty) w tym naprawa tynków i ścian tam gdzie to niezbędne i malowanie elewacji,
- naprawę podestu wejściowego do miejskiej biblioteki, który znajduje się w bryle budynku wraz z dociepleniem, malowaniem i poprawą wykończenia schodów,
- ocieplenie zadaszenia,
- naprawę wraz z otynkowaniem i pomalowaniem ściany wejścia do pomieszczenia węzła ciepłego wraz z odnowieniem skorodowanej barierki BHP,
- naprawę powierzchni bocznych schodów wraz z wymianą gresu mrozoodpornego na stopniach i podeście schodów wyjściowych na elewacji północnej,
- malowanie czerpni powietrza wraz z odświeżeniem krat stalowych,
- demontaż i utylizację starych futryn, okien i drzwi,
- obróbkę nowych okien i drzwi,
- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe,
- wycinkę drzew i krzewów kolidujących z wykonaniem prac termomodernizacyjnych oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.