

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 6**

**ul. Gałczyńskiego 38**

**95 – 100 Zgierz**



**Zamawiający: Gmina Miasto Zgierz**

**ul. 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
	Gmina Miasto Zgierz		1984
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	pl.	Jana Pawła II	nr 16
	kod	95-100	miejsowość Zgierz
	tel.	-	fax -
	1.4 Adres budynku		ul. Gałczyńskiego nr bud. 38
		kod 95-100	miejsowość Zgierz
		powiat zgierski	
		województwo łódzkie	
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>Błosońska</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. Miejscowość 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. ....			8
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 .....			9
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. ....			14
7.4 Wybrane i zoptymalizowane usprawnienia termomodernizacyjne. ....			19
7.5 Zestawienie wariantów termomodernizacji budynku. ....			19
7.6 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. ....			20
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego .....			23
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. ....			25
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych.....			27
ZAŁĄCZNIKI.....			28
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła. ....			28
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją .....			29
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji. ....			30
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację.....			31
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego. ....			31
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła. ....			31
Z-7 Projektowana strata ciepła. ....			32
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego. ....			33
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu. ....			34
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009. ....			35
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009.....			36
Z-12 Sprawności systemu grzewczego. ....			37
Z-13 Ciepła woda użytkowa.....			38
Z-14 Oświetlenie wewnętrzne. ....			39
Z-15 Obliczenie efektywności energetycznej.....			41
Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego .....			42
Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące.....			43

## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Szkieletowa	Szkieletowa
2.	Liczba kondygnacji	2	2
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	3 106	3 106
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	841	841
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	841	841
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	175	175
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]	0,772	0,772
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	0,202	0,202
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	0,246	0,246
3	Strop nad piwnicą	1,078	1,078
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	0,335	0,335
5	Okna, drzwi balkonowe	1,500	1,500
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	1,700	1,700
7	Inne	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,91	0,91
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,80	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,77	0,88
4.	Sprawność akumulacji [-]	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia [-]	1,00	0,90
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]	1,00	0,95

4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1.	Sprawność wytwarzania	[-]	0,90	0,90	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	0,60	0,60	
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	[-]	1,00	1,00	
4.	Sprawność akumulacji	[-]	1,00	1,00	
5. Charakterystyka systemu wentylacji					
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]	2 200	2 500	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,87	0,99	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	59,63	59,43	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	19,94	19,94	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	397,03	255,25	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	708,22	302,81	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	47,17	47,17	
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)]	131,12	84,30	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	233,89	100,00	
10.	Udział odnawialnych źródeł energii	[%]	-	-	
7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)					
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> ]	28,04	28,04	
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)]	4,93	2,55	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu <sup>1)</sup>	[zł]	548 718,75	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	53,67
Planowane koszty całkowite <sup>2)</sup>	[zł]	548 718,75	Premia termomodernizacyjna	[zł]	48 061,44
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	24 030,72			

<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 Miejskiego Przedszkola Nr 6 w Zgierzu, ul. Gałczyńskiego 38 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 (Zlecniodawcy) .**

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	1984
Adres budynku	ul. Gałczyńskiego 38, 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	1	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	3 106	281	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	841	128	
Współczynnik kształtu	0,772		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,0	2,8	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	175	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	8	
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>		941,26	0,248
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>		315,26	0,202
<b>Okna</b>	S	0,00	1,500
	SW	46,70	1,500
	W	0,00	1,500
	NW	44,32	1,500
	N	0,00	1,500
	NE	44,49	1,500
	E	0,00	1,500
	SE	55,86	1,500

Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Drzwi wejściowe</b>		10,00	1,700
<b>Strop nad piwnicą</b>		151,28	1,030
<b>Podłoga na gruncie</b>		789,98	0,335

## 5. Ocena stanu technicznego budynku

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

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 6, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Gałczyńskiego 38. Budynek jest częściowo podpiwniczony wykonany w technologii szkieletowej. Ściany zewnętrzne stanowi szkielet drewniany, wypełniony wełną mineralną grubości 6 cm, ocieplony dodatkowo styropianem grubości 12cm. W budynku zastosowano stropodach konstrukcji drewnianej, kryty papą, ocieplony wełną mineralną 5 cm, oraz dodatkowo styropianem grubości 10 cm. Ogólny stan techniczny budynku pod względem konstrukcyjnym jest dobry. Stan przegród zewnętrznych jest również dobry. Zastrzeżenia budzi izolacyjność termiczna niektórych 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 - 0,246 W/m<sup>2</sup>K,
- ściany zewnętrzne - 0,202 W/m<sup>2</sup>K,
- strop nad piwnicą - 1,078 W/m<sup>2</sup>K,
- podłoga na gruncie - 0,335 W/m<sup>2</sup>K

są więc wyższe od wymaganych i przegrody te powinny zostać ocieplone, z wyjątkiem ścian zewnętrznych, które spełniają wymagania Warunków Technicznych. Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji stropu nad piwnicą, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowano ocieplenie ścian w części podpiwniczonej na głębokość jednego metra poniżej



poziomu gruntu wraz z wymianą okien piwnicznych, które są w złym stanie technicznym. Nie wpłynie to bezpośrednio na zmniejszenie zużycia energii, ale spowoduje podniesienie temperatury w piwnicy i mniejsze straty energii przez strop piwnicy.

Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji podłogi na gruncie. Ze względów ekonomicznych (bardzo długie SPBT) w opracowaniu nie będzie analizowane dodatkowe ocieplenie stropodachu.

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

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

W budynku starą stolarkę okienną 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 nie będzie analizowana jej wymiana.

W budynku drzwi wejściowe 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 nie będzie analizowana jej wymiana.

## **5.2 Ocena stanu technicznego i rozwiązań systemu ogrzewania.**

Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza, a w budynku zainstalowano węzeł cieplny, który jest własnością dostawcy energii cieplnej. Węzeł jest w dobrym stanie technicznym. 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, bez zaworów podpionowych. Przewody poziome izolowane (zły stan izolacji), pionowe nieizolowane. W budynku zainstalowano rury grzejne oraz grzejniki żeliwne bez zaworów z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny zarówno grzejników jak i instalacji jest zły, dlatego w opracowaniu zostanie przeanalizowana ich wymiana.

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

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z miejskiej sieci ciepłowniczej, a w budynku zainstalowano węzeł cieplny, który jest własnością dostawcy energii, który jest w dobrym stanie technicznym. Instalacja c.w.u. jest w dobrym stanie technicznym dlatego w opracowaniu nie będzie analizowana modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej.

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

W budynku zastosowano wentylację mieszaną. Wywiew powietrza odbywa się poprzez wentylatory dachowe, natomiast doprowadzenie powietrza przez nieszczelności w oknach i drzwiach. Ze względu na wymianę okien i drzwi drewnianych na szczelne okna i drzwi z PCV w obiekcie występuje niedostateczna wymiana powietrza. Dodatkowo zainstalowane wentylatory dachowe są w złym stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie modernizacja instalacji wentylacji.

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

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

- ocieplenie stropu nad piwnicą,
- modernizację wentylacji mechanicznej,
- wymianę instalacji, grzejników oraz montaż zaworów 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 stropu nad piwnicą. Modernizację instalacji wentylacji mechanicznej.
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Wymiana orurowania. 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:

$$\Delta O_{rU} = (x_0 * Q_{0u} * O_{0z} - x_1 * Q_{1u} * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_{0u} * O_{0m} - y_1 * q_{1u} * O_{1m}) + 12 * (A_{b0} - A_{b1}), [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

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 zł/m<sup>3</sup> 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 ciepłą przed i po wykonaniu usprawnienia termomodernizacyjnego,
- $Q_{0u}, Q_{1u}$  - zapotrzebowanie na moc ciepłą 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 ciepłą 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 ze wzoru:

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

gdzie:

- $U_c$  - wartość współczynnika przenikania ciepła przegrody budowlanej przed i po termomodernizacji, W/(m<sup>2</sup>\*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, m<sup>2</sup>,
- $S_d$  - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień\*K/rok,

Liczbę stopniodni  $S_d$  oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

$t_{wo}$  - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, °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, °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 ze 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, °C

A - jak we wzorze (3),

$U_c$  - jak we wzorze (3),

**UWAGA:** Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego przyjęto zgodnie z Ministerstwem 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
$T_c(m)$	-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, $T_{emin} = -20,0^\circ\text{C}$									

Optymalizację grubości ocieplenia przegród zestawiono w tabelach poniżej:

### Usprawnienia dotyczące stropu nad nieogrzewaną piwnicą

Rozpatruje się ocieplenie stropu nad nieogrzewaną piwnicą poprzez ocieplenie ścian poniżej gruntu styroporem lub styropianem XPS na głębokość jednego metra

Pow. obliczeniowa = 37,0 [m<sup>2</sup>] R<sub>0</sub> = 1,336 [(m<sup>2</sup>\*K)/W]

Pow. ocieplenia = ok. 37 [m<sup>2</sup>]

Materiał: styropor

U<sub>0</sub> = 0,748 [W/(m<sup>2</sup>\*K)]

λ = 0,032 [W/(m\*K)]

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

Izolacja	ΔR	R <sub>1</sub>	U	Q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	Nu	ΔKogrz	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	2,899	0,345	4,08	0,000	18 500,00	405,80	45,589
0,06	1,875	3,211	0,311	3,68	0,000	18 731,25	425,99	43,971
0,07	2,188	3,524	0,284	3,35	0,000	19 008,75	442,59	42,949
0,08	2,500	3,836	0,261	3,08	0,000	19 332,50	456,50	42,350
0,09	2,813	4,149	0,241	2,85	0,000	19 702,50	468,30	42,072
0,10	3,125	4,461	0,224	2,65	0,000	20 118,75	478,46	42,049
0,11	3,438	4,774	0,209	2,48	0,000	20 581,25	487,28	42,237
0,12	3,750	5,086	0,197	2,32	0,000	21 090,00	495,02	42,604
0,13	4,063	5,399	0,185	2,19	0,000	21 645,00	501,86	43,129
0,14	4,38	5,711	0,175	2,07	0,000	22 246,25	507,96	43,795
0,15	4,688	6,024	0,166	1,96	0,000	22 897,45	513,42	44,598
0,16	5,000	6,336	0,158	1,86	0,000	23 591,20	518,35	45,512
0,17	5,313	6,649	0,150	1,78	0,000	24 331,20	522,81	46,540
0,18	5,625	6,961	0,144	1,70	0,000	25 117,45	526,87	47,673
0,19	5,938	7,274	0,137	1,62	0,000	25 949,95	530,58	48,909
0,20	6,250	7,586	0,132	1,56	0,000	26 828,70	533,98	50,242
0,21	6,563	7,899	0,127	1,50	0,000	27 753,70	537,12	51,671
0,22	6,875	8,211	0,122	1,44	0,000	28 724,95	540,02	53,193
0,23	7,188	8,524	0,117	1,39	0,000	29 742,45	542,70	54,804
0,24	7,500	8,836	0,113	1,34	0,000	30 806,20	545,20	56,504
0,25	7,813	9,149	0,109	1,29	0,000	31 916,20	547,52	58,292

Optymalna grubość warstwy ocieplenia dla rozpatrywanej przegrody, dla której prosty okres zwrotu poniesionych nakładów kapitałowych SPBT przyjmuje wartość najmniejszą, wynosi 10 cm. W związku z tym, że w Warunkach Technicznych 2017 brak jest wymagań dla minimalnego oporu cieplnego warstwy materiału izolacyjnego izolacji obwodowej ściany poniżej gruntu dla nieogrzewaną piwnicy, ocieplenie o grubości 10 cm przyjmuje się do dalszej analizy. W kosztach przedsięwzięcia uwzględniono wymianę okien piwnicznych. 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:

$$SPBT = (N_{Ok} + N_W) / \sum (\Delta O_{rok} + \Delta O_{rW}), \quad [\text{lata}] \quad (1)$$

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:

$$\Delta O_{rok} + \Delta O_{rW} = (x_0 * Q_0 * O_{0z} - x_1 * Q_1 * O_{1z}) + 12 * (y_0 * q_0 * O_{0m} - y_1 * q_1 * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \quad [\text{zł/rok}] \quad (2)$$

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,

$O_{0z}$ ,  $O_{1z}$  - 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,

$q_0$ ,  $q_1$  - 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,

$O_{0m}$ ,  $O_{1m}$  - 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.

Wartości rocznego zapotrzebowania ciepła w przypadku gdy doprowadzanie powietrza



wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

$$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{Ok} * U + Q_{inf}, \quad [GJ/rok] \quad (3)$$

gdzie:

- S<sub>d</sub> - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień\*K/rok,
- U - współczynnik przenikania ciepła okna lub drzwi przed i po termomodernizacji, W/(m<sup>2</sup> \* 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<sub>Ok</sub> - powierzchnia całkowita okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, m<sup>2</sup>,
- Q<sub>inf</sub> - roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzanie niepożądanego strumienia powietrza napływającego przez nieszczelności okien i drzwi, obliczane według wzoru (12), GJ/rok.

Liczbę stopniodni S<sub>d</sub> oblicza się z zależności::

$$S_d = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] L_d(m), \quad [dzień \cdot K/rok] \quad (4)$$

gdzie:

- t<sub>wo</sub> - temperatura obliczeniowa wewnętrzna w ogrzewanych pomieszczeniach, określona zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi, °C,
- t<sub>e</sub>(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, °C,
- L<sub>d</sub>(m) - liczba dni ogrzewania w miesiącu m, podana w tabeli 1 lub przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku dla danej lokalizacji,
- L<sub>g</sub> - liczba miesięcy ogrzewania w ciągu roku.

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

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

gdzie:

$S_d$  - jak we wzorze (4),

$U$  - jak we wzorze (3),

$A_{Ok}$  - jak we wzorze (3),

$V_{nom}$  - 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,  $m^3/h$ ,

$c_r$  - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2,

$c_w$  - współczynnik korekcyjny zgodnie z tabelą nr 2.

Wartości zapotrzebowania na moc cieplną  $q_0, q_1$  w przypadku, gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego nie odbywa się przez nawiewniki ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

$t_{w0}$  - jak we wzorze (4),

$t_{z0}$  - obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego dla danej strefy klimatycznej, określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą temperatur obliczeniowych zewnętrznych,  $^{\circ}C$

$A_{Ok}$  - jak we wzorze (3),

$U$  - jak we wzorze (3),

$a$  - współczynnik przepływu powietrza przez szczeliny okien lub drzwi przed i po termomodernizacji, określany w oparciu o tabelę 1 część 3 załącznika do Rozporządzenia,  $m^3/(m * h * daPa^{2/3})$ ,

$l$  - długość zewnętrznych szczelin przylgowych okien lub drzwi, przed i po termomodernizacji, m.

Wartość zapotrzebowania na moc cieplną  $q_0, q_1$  w przypadku gdy doprowadzanie powietrza wentylacyjnego odbywa się przez nawiewniki okienne lub ściennie, okna lub drzwi, oblicza się ze wzoru:

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

gdzie:

$t_{w0}$  - jak we wzorze (4),

$t_{z0}$  - jak we wzorze (6),

$A_{Ok}$  - jak we wzorze (3),

$U$  - jak we wzorze (3),

$V_{obl}$  - 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,  $m^3/h$ ,

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

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (8)$$

gdzie:

$a$  - jak we wzorze (6),

$l$  - jak we wzorze (6),

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

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

Jak wspomniano w części opisowej Audytu w analizowanym budynku zastosowano wentylację mieszaną, która nie działa prawidłowo, ze względu na szczelność okien i drzwi oraz zły stan techniczny wentylatorów dachowych. W związku z tym proponuje się zainstalowanie wentylacji mechanicznej nawiewno - wywiewnej z odzyskiem ciepła, poprzez wymianę istniejących wentylatorów dachowych na nowe, montowane w ścianach zewnętrznych, z wymiennikiem krzyżowym. Przyjęto, że w wyniku ogrzewania powietrza napływowego przez powietrze wypływowe nastąpi obniżenie zużycia ciepła o 67%. Założono sumaryczną wydajność wentylacji mechanicznej około 2 500  $m^3/h$ . Przy powyższych założeniach oszczędność energii z powyższego rozwiązania wyniesie:

Strumień powietrza	$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$	Sd	Q	$\Delta Q$
	[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]	-	GJ	GJ
Obecnie	2 200	0,33	726,10	3 696,40	231,90	144,95
Docelowo	2 500	0,33	272,25	3 696,40	86,95	

Natomiast opłacalność przedsięwzięcia zamieszczono w poniższej tabeli:

$\Delta Q$	Oszczędność	Nakład	SPBT
GJ	zł	zł	lat
144,95	10 191,84	243 000,00	23,84

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	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	243 000,00	23,84
2	Ocieplenie stropu nad piwnicą	20 118,75	42,05

#### 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. Szacunkowe koszty modernizacji budynku wg wariantu I**

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	243 000,00	23,84
2	Ocieplenie stropu nad piwnicą	20 118,75	42,05
	Ogółem	263 118,75	

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

Lp.	Opis wprowadzonej modernizacji	Szacunkowy koszt [zł]	SPBT
1	2	3	4
1	Modernizacja wentylacji	243 000,00	23,84
	Ogółem	243 003,00	

### 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:

$$SPBT = \frac{N_{CO}}{\sum_n \Delta O_{rCO}}, \text{ [lata]} \quad (9)$$

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:

$$\Delta O_{rCO} = (x_0 * w_{t0} * w_{d0} * Q_{OCO} * O_{0z} / \eta_0 - x_1 * w_{t1} * w_{d1} * Q_{OCO} * O_{1z} / \eta_1) + 12 * (y_0 * q_{0m} * O_{0m} - y_1 * q_{1m} * O_{1m}) + 12 * (Ab_0 - Ab_1), \text{ [zł/rok]} \quad (10)$$

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:

$$\eta_0, \eta_1 = \eta_w \eta_p \eta_r \eta_e, \quad (11)$$

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	0,0596	0,0596
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	397	397
3	Ogólna sprawność CO	-	0,5606	0,7207
4	Obniżenie nocne <sup>1)</sup>	-	1,00	0,95
5	Obniżenie tygodniowe <sup>1)</sup>	-	1,00	0,90
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CO z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	708	471
7	Roczna opłata zmienna	zł/rok	41 933,71	27 889,09
8	Roczna opłata stała	zł/rok	7 864,18	7 864,18
9	Roczne zapotrzebowanie na ciepło C.W.U	GJ/rok	25,47	25,47
10	Ogólna sprawność C.W.U	-	0,5400	0,5400
11	Roczne zapotrzebowanie na ciepło CWU z uwzględnieniem sprawności	GJ/rok	47,17	47,17
12	Cena ciepła C.W.U	zł/GJ	80,31	80,31
13	Koszt ciepła CO	zł	49 797,89	35 753,28
14	Koszt ciepła CWU	zł	3 788,38	3 788,38
15	Koszt ciepła	zł	53 586,27	39 541,66
16	Oszczędność kosztów	zł		14 044,61
17	Koszt modernizacji	zł		285 600,00
18	SPBT	lat		20,34

<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>CO+W/η</sub>	Opłata CO	q <sub>CWU</sub>	Q <sub>CWU</sub>	Opłata CWU	Q <sub>CO+CWU</sub>	KOSZT			
	MW	GJ/rok	-	-	GJ/rok	zł/rok	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	%	zł/rok
0	0,0596	397,03	0,5606	1	708,22	49 797,89	0,008	47,17	3 788,38	755	53 586,27			
I+A	0,0594	255,25	0,7207	0,855	302,81	25 767,17	0,008	47,17	3 788,38	350	29 555,55	405	53,67	24 030,72
II+A	0,0596	256,74	0,7207	0,855	304,58	25 902,15	0,008	47,17	3 788,38	352	29 690,53	404	53,43	23 895,74
A	0,0596	397,03	0,7207	0,855	471,02	35 753,28	0,008	47,17	3 788,38	518	39 541,66	237	31,40	14 044,61

Dokumentacja wyboru optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego budynku

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite <sup>1)</sup>	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię	Planowana kwota środków własnych i kwota kredytu <sup>2)</sup>			Premia termomodernizacyjna			
					[zł]	[zł/rok]	[zł]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności	
					[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	I+A	548 718,75	24 030,72	53,67	0,00 548 718,75	0,00 100,00	109 743,75	87 795,00	48 061,44		
2	II+A	528 603,00	23 895,74	53,43	0,00 528 603,00	0,00 100,00	105 720,60	84 576,48	47 791,48		
3	A	285 600,00	14 044,61	31,40	0,00 285 600,00	0,00 100,00	57 120,00	45 696,00	28 089,22		

<sup>1)</sup> Podana kwota jest wielkością szacunkową

<sup>2)</sup> W przypadku ubiegania się o premię termomodernizacyjną

## **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 stropu nad nieogrzewaną piwnicą poprzez ocieplenie ścian poniżej gruntu o powierzchni około 37 m<sup>2</sup>, proponuje się wykonać płytami ze styroporu lub styropianu XPS warstwą o grubości minimum 10 cm i współczynnika przewodzenia  $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^*\text{K}$ . Dodatkowo w kosztach przedsięwzięcia uwzględniono wymianę okien piwnicznych. 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.: roboty ziemne, niezbędne prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia.
2. Modernizację instalacji wentylacji poprzez wymianę istniejących wentylatorów dachowych na wentylatory naścienne nawiewno - wywiewne z wymiennikiem krzyżowym, o łącznej wydajności około 2500 m<sup>3</sup>. Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry. W kosztach inwestycji uwzględniono pozostałe prace niezbędne np.: prace instalacyjne i odtworzeniowe oraz inne prace, niezbędne do wykonania przedsięwzięcia
3. Modernizację instalacji centralnego ogrzewania poprzez:
  - wymianę rurociągów oraz ich izolację w pomieszczeniach nieogrzewanych,
  - wymianę istniejących grzejników na grzejniki płytowe (około 64 szt.),
  - montaż zaworów z głowicami termostatycznymi (około 64 szt.),
  - 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.

Dopuszcza się rozwiązania techniczne równoważne lub lepsze, w wyniku których zostaną otrzymane równoważne lub lepsze parametry.

4. 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 zużycia 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 umożliwić komunikację opartą na otwartych protokołach komunikacyjnych.

### **10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

<b>1</b>	<b>Całkowity koszt robót szacuje się na</b>	<b>548 718,75 zł</b>
<b>2</b>	<b>Przewidywana premia termomodernizacyjna</b>	<b>48 061,44 zł</b>
<b>3</b>	<b>Efekt modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji</b>	<b>24 030,72 zł</b>
<b>4</b>	<b>Czas zwrotu nakładów SPBT</b>	<b>22,83 lat</b>

*Bllososhe*

*mgr inż. Barbara Kosowska*

## ZAŁĄCZNIKI

### Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej

		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]
<b>Stropodach wentylowany</b>	Papa asfaltowa	1,5	0,015	0,180	0,083	0,246
	Styropian	10,0	0,100	0,040	2,500	
	Deska sosnowa	1,8	0,018	0,160	0,113	
	Pustka powietrzna	30,0			0,160	
	Wełna mineralna	5,0	0,05	0,050	1,000	
	Panele z PCV	1,3	0,013	0,200	0,065	
	R				3,921	
	R <sub>si</sub>				0,100	
	R <sub>se</sub>				0,040	
R <sub>T</sub>				4,061		
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	0,202
	Styropian	12,0	0,120	0,040	3,000	
	Płyta pilśniowa twarda	3,5	0,035	0,180	0,194	
	Wełna mineralna	6,0	0,060	0,045	1,333	
	Pustka powietrzna	5,0	0,050		0,180	
	Płyta gipsowa	1,3	0,013	0,300	0,043	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				4,788	
	R <sub>si</sub>				0,130	
	R <sub>se</sub>				0,040	
R <sub>T</sub>				4,958		
<b>Strop nad piwnicą</b>	Płytki	1,0	0,01	1,05	0,010	1,078
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,00	0,020	
	Styropian	2,0	0,02	0,045	0,444	
	Strop DZ-3	10,0	0,1	1,05	0,095	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	R				0,587	
	R <sub>si</sub>				0,170	
	R <sub>se</sub>				0,170	
	R <sub>T</sub>				0,927	
<b>Podłoga na gruncie</b>	Kleпка dębowa	2,0	0,020	0,220	0,091	0,335
	Płyta betonowa	5,0	0,05	1,05	0,048	
	Styropian	2,0	0,02	0,045	0,444	
	Płyta betonowa	10,0	0,1	1,05	0,095	
	Keramzyt	15,0	0,15	0,20	0,750	
	R				1,428	
	Opór zastępczy gruntu				1,554	
	R <sub>T</sub>				2,982	
<b>Okna nowe</b>				$U_0$	Wsp.	$U$
				[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/m <sup>2</sup> K]
				1,500	1,0	1,500
<b>Drzwi wejściowe nowe</b>				1,700	1,0	1,700

### 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	0,246
	Styropian	10,0	0,100	0,040	2,500	
	Deska sosnowa	1,8	0,018	0,160	0,113	
	Pustka powietrzna	30,0	0,300		0,160	
	Wełna mineralna	5,0	0,050	0,050	1,000	
	Panele z PCV	1,3	0,013	0,200	0,065	
	R				3,921	
	Rsi				0,100	
	Rse				0,040	
R <sub>T</sub>				4,061		
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	0,202
	Styropian	12,0	0,12	0,040	3,000	
	Płyta pilśniowa twarda	3,5	0,035	0,180	0,194	
	Wełna mineralna	6,0	0,06	0,045	1,333	
	Pustka powietrzna	5,0	0,05		0,180	
	Płyta gipsowa	1,3	0,013	0,300	0,043	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				4,788	
	Rsi				0,130	
	Rse				0,040	
R <sub>T</sub>				4,958		
<b>Strop nad piwnicą</b>	Płytki	1,0	0,010	1,050	0,010	1,078
	Gładź cementowa	2,0	0,02	1,000	0,020	
	Styropian	2,0	0,02	0,045	0,444	
	Strop DZ-3	10,0	0,1		0,095	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,820	0,018	
	R				0,587	
	Rsi				0,170	
	Rse				0,170	
R <sub>T</sub>				0,927		
<b>Podłoga na gruncie</b>	Kleпка dębowa	2,0	0,020	0,220	0,091	0,335
	Płyta betonowa	5,0	0,05	1,050	0,048	
	Styropian	2,0	0,02	0,045	0,444	
	Płyta betonowa	10,0	0,1	1,050	0,095	
	Keramzyt	15,0	0,15	0,200	0,750	
	R				1,428	
	Opór zastępczy gruntu				1,554	
R <sub>T</sub>				2,982		
<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>Drzwi wejściowe nowe</b>				1,7	1,000	1,700

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

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	2 523		
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	841		
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]	0,47		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,14	0,14	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	0,61	0,61	
Współczynniki korekcyjne	$c_r$	-	1,0	1,0
	$c_w$	-	1,0	1,0
	$c_m$	-	1,0	1,0
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /s]	0,61	0,61	
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	2 200	2 200	
Sprawność wymiennika	-	-	0,67	
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	2 200,32	2 500,00	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	726,10	272,25	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,87	0,99	

#### 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		2 523	0,5			1 261,7

#### Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	841	4,7	3 953



## 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	941,26	0,246	1,0	232	40	9,27	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	315,26	0,202	1,0	64		2,54	
Okna	191,37	1,500	1,0	287		11,48	
Drzwi wejściowe	10,00	1,700	1,0	17		0,68	
Strop nad piwnicą	151,28	1,078	0,67	109		4,37	
Podłoga na gruncie	789,98	0,335	1,0	265		10,60	
Mostki liniowe	l	$\psi$	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	402,24	0,050	1,0	20		0,80	
nadproża	141,08	0,200	1,0	28		1,13	
podokien	141,08	0,220	1,0	31		1,24	
balkony	13,50	0,650	1,0	9		0,35	
Ogółem				1 062		42,47	
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$			
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]			
		1 262	0,34	429		17,16	
OGÓŁEM						59,63	

### 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	941,26	0,246	1,0	232	40	9,27	
Ściana zewnętrzna [SZ-1]	315,26	0,202	1,0	64		2,54	
Okna nowe	191,37	1,500	1,0	287		11,48	
Drzwi wejściowe	10,00	1,700	1,0	17		0,68	
Strop nad piwnicą	151,28	1,078	0,64	104		4,18	
Podłoga na gruncie	789,98	0,335	1,0	265		10,60	
Mostki liniowe	l	$\psi$	□				
	[m]	[W/mK]					
ościeża	402,24	0,050	1,0	20		0,80	
nadproża	141,08	0,200	1,0	28		1,13	
podokien	141,08	0,220	1,0	31		1,24	
balkony	13,50	0,650	1,0	9		0,35	
Ogółem				1 057		42,27	
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$			
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]			
		1 262	0,34	429		17,16	
OGÓŁEM						59,43	

Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego.

	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	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	46,70	32,69	0,67	3 011	2 894	5 676	6 960	9 266	5 913	4 552	2 127	1 635	42 034
W	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	44,32	31,02	0,67	1 450	1 614	3 579	5 567	7 204	4 435	2 692	1 395	1 175	29 111
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	44,49	31,14	0,67	1 456	1 619	3 696	5 745	7 690	4 412	2 698	1 401	1 179	29 895
E	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	55,86	39,11	0,67	3 689	3 554	7 644	8 939	11 894	6 879	5 244	2 533	2 006	52 382
Razem	191,37	133,96		9 606	9 681	20 595	27 211	36 054	21 639	15 186	7 456	5 995	153 423
OGÓLEM	191,37	133,96		9 606	9 681	20 595	27 211	36 054	21 639	15 186	7 456	5 995	153 423

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	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SW	46,70	32,69	0,67	3 011	2 894	5 676	6 960	9 266	5 913	4 552	2 127	1 635	42 034
W	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	44,32	31,02	0,67	1 450	1 614	3 579	5 567	7 204	4 435	2 692	1 395	1 175	29 111
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	44,49	31,14	0,67	1 456	1 619	3 696	5 745	7 690	4 412	2 698	1 401	1 179	29 895
E	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	55,86	39,11	0,67	3 689	3 554	7 644	8 939	11 894	6 879	5 244	2 533	2 006	52 382
Razem	191,37	133,96		9 606	9 681	20 595	27 211	36 054	21 639	15 186	7 456	5 995	153 423
OGÓLEM	191,37	133,96		9 606	9 681	20 595	27 211	36 054	21 639	15 186	7 456	5 995	153 423

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. 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
Straty	$H_{tr}, H_{re}$										
Stropodach wentylowany	[MJ]	13 037	11 776	10 368	7 450	651	711	8 319	9 733	11 982	74 026
Ściana zewnętrzna [SZ-I]	[MJ]	3 577	3 231	2 844	2 044	179	195	2 282	2 670	3 287	20 309
Okna	[MJ]	16 146	14 583	12 840	9 226	806	880	10 303	12 054	14 839	91 677
Drzwi wejściowe drewniane	[MJ]	956	864	760	546	48	52	610	714	879	5 429
Strop nad piwnicą	[MJ]	6 147	5 552	4 888	3 512	307	335	3 922	4 589	5 649	34 901
Mostki liniowe	[MJ]	4 958	4 478	3 942	2 833	247	270	3 163	3 701	4 556	28 149
Podłoga na gruncie	[MJ]	14 900	13 458	11 849	8 514	744	812	9 507	11 123	13 693	84 600
Straty przez przegrody	[MJ]	59 720	53 941	47 492	34 126	2 981	3 257	38 107	44 584	54 885	339 092
Wentylacja	[MJ]	40 841	36 888	32 478	23 338	2 039	2 227	26 060	30 489	37 535	231 895
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	100 561	90 829	79 970	57 463	5 020	5 484	64 167	75 073	92 420	570 987
Zyski słoneczne	[MJ]	9 606	9 681	20 595	27 211	36 054	21 639	15 186	7 456	5 995	153 423
Zyski wewnętrzne	[MJ]	10 588	9 564	10 588	10 247	1 708	1 708	10 588	10 247	10 588	75 825
Razem zyski	[MJ]	20 194	19 245	31 183	37 458	37 762	23 347	25 774	17 702	16 583	229 248
Stosunek zysków do przeniesienia		0,2008	0,2119	0,3899	0,6519	7,5218	4,2575	0,4017	0,2358	0,1794	0,4015
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	969									
Pojemność ciepła	[J/K]	252 044 000									
Stała czasowa	[h]	39									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$		3,61									
Parametr numeryczny $a_{H+1}$		4,61									
$\eta$		0,9976	0,9971	0,9794	0,9138	0,1329	0,2339	0,9774	0,9958	0,9983	
Zyski ciepła	[MJ]	20 145	19 189	30 540	34 227	5 017	5 461	25 193	17 629	16 556	173 957
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	80 416	71 640	49 430	23 236	3	22	38 975	57 444	75 864	397 030

**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]	13 037	11 776	10 368	7 450	651	711	8 319	9 733	11 982	74 026
Ściana zewnętrzna [SZ-I]	[MJ]	3 577	3 231	2 844	2 044	179	195	2 282	2 670	3 287	20 309
Okna	[MJ]	16 146	14 583	12 840	9 226	806	880	10 303	12 054	14 839	91 677
Drzwi wejściowe drewniane	[MJ]	956	864	760	546	48	52	610	714	879	5 429
Mostki liniowe	[MJ]	4 958	4 478	3 942	2 833	247	270	3 163	3 701	4 556	28 149
Strop nad piwnicą	[MJ]	5 871	5 303	4 669	3 355	293	320	3 747	4 383	5 396	33 338
Podłoga na gruncie	[MJ]	14 900	13 458	11 849	8 514	744	812	9 507	11 123	13 693	84 600
Straty przez przegrody	[MJ]	59 445	53 692	47 273	33 968	2 968	3 242	37 931	44 378	54 633	337 529
Wentylacja	[MJ]	15 313	13 831	12 178	8 750	764	835	9 771	11 452	14 073	86 948
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	74 758	67 523	59 450	42 719	3 732	4 077	47 703	55 810	68 706	424 477
Zyski słoneczne	[MJ]	9 606	9 681	20 595	27 211	36 054	21 639	15 186	7 456	5 995	153 423
Zyski wewnętrzne	[MJ]	10 588	9 564	10 588	10 247	1 708	1 708	10 588	10 247	10 588	75 825
Razem zyski	[MJ]	20 194	19 245	31 183	37 458	37 762	23 347	25 774	17 702	16 583	229 248
Stosunek zysków do przenoszenia		0,2701	0,2850	0,5245	0,8768	10,1179	5,7270	0,5403	0,3172	0,2414	0,5401
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	969									
Pojemność ciepła	[J/K]	252 044 000									
Stała czasowa	[h]	53									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy a <sub>H,0</sub>		I									
Stała czasowa odniesienia t <sub>H,0</sub>	[h]	15									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub>		4,51									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1		5,51									
η		0,9980	0,9975	0,9734	0,8679	0,0988	0,1746	0,9704	0,9962	0,9988	
Zyski ciepła	[MJ]	20 154	19 197	30 353	32 511	3 732	4 075	25 011	17 634	16 563	169 230
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	54 604	48 326	29 098	10 208	0	1	22 691	38 176	52 143	255 247

## Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

### Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,91	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,80	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	$\eta_0$	0,561	
7	Tygodniowe przerwy na ogrzewanie	$w_t$	1,00	praca ciągła
8	Dobowe przerwy na ogrzewanie	$w_d$	1,00	praca ciągła

### Sprawność systemu grzewczego dla optymalnego wariantu

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,91	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90	przewody poziome i pionowe izolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,88	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,73	
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 pomieszeń $A_f$	$\text{m}^2$	841,1
Liczba użytkowników	osoba	175
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	$\text{kWh/rok}$	7 074,8
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	25,5
Sprawność wytwarzania	-	0,900
Sprawność przesyłu	-	0,600
Sprawność akumulacji	-	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,540
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{kWh/rok}$	13 101,6
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	47,2
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	$\text{m}^3/\text{h}$	0,078
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	2,643
Zużycie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody	$\text{GJ/m}^3$	0,349
Max. moc c.w.u.	$\text{kW}$	19,94
Średnia moc c.w.u.	$\text{kW}$	7,5
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	15,6

## Z-14 Oświetlenie wewnętrzne.

W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej proponuje się wymianę oświetlenia wewnętrznego. W budynku zastosowano oświetlenie jarzeniowe w ilości 123 sztuk opraw o mocy 80 W oraz żarowe w ilości 111 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:

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

gdzie:

$P_N$  - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w analizowanych pomieszczeniach [W/ $\text{m}^2$ ],

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

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabelach poniżej:

Rodzaj opraw oświetleniowych	Jednostkowa moc opraw oświetleniowych W	Ilość szt	Moc opraw oświetleniowych W
przed modernizacją	80	123	9 840
	60	110	6 600
po modernizacji	45	123	5 535
	25	110	2 750



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]
841	16 440	19,5	9,9	1 500

	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Zużycie energii do oświetlenia LENI	kWh/m <sup>2</sup> rok	29,32	14,78
Zużycie energii do oświetlenia	kWh/rok	24 660,00	12 427,50
Cena energii elektrycznej	zł/kWh	0,65	0,65
Koszt energii elektrycznej	zł/rok	16 029,00	8 077,88
Oszczędność energii elektrycznej	zł/kWh	12 232,50	
	%	49,60	
Oszczędność kosztów	zł/rok	7 951,13	
Nakłady inwestycyjne <sup>1)</sup>	zł	166 859,52	
SPBT	lata	20,99	

1) 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 okien piwnicznych, wymiana instalacji c.o., modernizacja wentylacji, 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:

$$Q_p = Q_k \cdot w_p$$

Wyszczególnienie	GJ	kWh	MWh
<b>Energia końcowa:</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	755,39	209 830,56	209,83
zużycie po modernizacji	349,98	97 216,67	97,22
oszczędność	405,41	112 613,89	112,61
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	90,77	25 213,50	25,21
zużycie po modernizacji	46,73	12 981,00	12,98
oszczędność	44,04	12 232,50	12,23
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	846,16	235 044,06	235,04
zużycie po modernizacji	396,71	110 197,67	110,20
<b>oszczędność</b>	<b>449,45</b>	<b>124 846,39</b>	<b>124,84</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>53,12</b>		
<b>Energia pierwotna</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	982,01	272 779,72	272,78
zużycie po modernizacji	454,97	126 381,67	126,38
oszczędność	527,03	146 398,05	146,40
<i>energia elektryczna</i>			
zużycie przed modernizacją	272,31	75 640,50	75,64
zużycie po modernizacji	140,19	38 943,00	38,94
oszczędność	132,11	36 697,50	36,70
<i>ogółem</i>			
zużycie przed modernizacją	1 254,31	348 420,22	348,42
zużycie po modernizacji	595,17	165 324,67	165,32
<b>oszczędność</b>	<b>659,14</b>	<b>183 095,55</b>	<b>183,10</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>52,55</b>		

## Z-16 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnym 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	755,39	-	94,96	71,73	349,98	-	94,96	33,23		
energia elektryczna	-	25,21	0,832	20,97	-	12,98	0,832	10,80		
				<b>92,71</b>				<b>44,03</b>	<b>48,67</b>	<b>52,50</b>

## Z-17 Niezbędne roboty towarzyszące

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

- wymianę parapetów zewnętrznych,
- remont opaski fundamentowej wraz z ze zmianą spadku oraz uzupełnieniem brakujących elementów,
- izolację termiczną w obrębie naświetli do 1 m, izolację przeciwwilgociową po obkopaniu naświetli po obwodzie oraz dostosowanie naświetli do wykonanych prac termomodernizacyjnych wraz z wykonaniem odwodnienia i odtworzeniem obarierowania,
- prace modernizacyjne kanalizacji deszczowej odprowadzającej wodę z dachu,
- likwidacja kominów stalowych z naprawą poszycia dachowego,
- odnowienie tynku i malowanie elewacji ścian ocieplonych,
- demontaż i utylizację starych futryn i okien,
- obróbkę nowych okien,
- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe,
- po wymianie instalacji elektrycznej wykonanie zabudowy podwieszanych sufitów i zabudowy świetlików,
- wycinkę drzew i krzewów kolidujących z wykonaniem prac termomodernizacyjnych, oraz inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.