

**AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU**

**MIEJSKIEGO PRZEDSZKOLA NR 8**

**ul. Łódzka 86**

**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
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji)	Gmina Miasto Zgierz		1955
	pl. Jana Pawła II	nr 16	ul. Łódzka nr bud. 86
	kod 95-100	miejsowość Zgierz	1.4 Adres budynku
	tel. -	fax -	kod 95-100 miejscowość 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>Belosowska</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. Miejsowość 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 ..... 8			
6. Usprawnienia i przedsięwzięcia termomodernizacyjne, wybrane na podstawie oceny stanu technicznego. .... 8			
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 8			
7.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych dotyczących zapotrzebowania na ciepło ..... 9			
7.2 Usprawnienia mające na celu zmniejszenie strat przez okna lub drzwi oraz poprawie systemu wentylacji. .... 9			
7.3 Metoda wyznaczania optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego. .... 14			
8. Metoda wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego ..... 17			
9. Opis techniczny optymalnego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, przewidzianego do realizacji. .... 19			
10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych ..... 20			
ZAŁĄCZNIKI ..... 21			
Z-1 Ceny jednostkowe ciepła ..... 21			
Z-2 Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją ..... 22			
Z-3 Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji ..... 23			
Z-4 Współczynnik strat ciepła przez wentylację ..... 24			
Z-5 Strumień objętości powietrza wentylacyjnego ..... 24			
Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła ..... 24			
Z-7 Projektowana strata ciepła ..... 25			
Z-8 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla stanu obecnego ..... 26			
Z-9 Zyski ciepła od nasłonecznienia dla optymalnego wariantu ..... 27			
Z-10 Roczne zapotrzebowanie na energię dla stanu obecnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 ..... 28			
Z-11 Roczne zapotrzebowanie na energię dla wariantu optymalnego wg PN-EN-ISO 13 790; 2009 ..... 29			
Z-12 Sprawności systemu grzewczego ..... 30			
Z-13 Ciepła woda użytkowa ..... 31			
Z-14 Obliczenie efektywności energetycznej ..... 32			
Z-15 Obliczenie efektu ekologicznego ..... 33			
Z-16 Niezbędne roboty towarzyszące ..... 34			



## 2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	Tradycyjna	Tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	1	1
3.	Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]	1 170	1 170
4.	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	294	294
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]	0	0
6.	Pow. ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]	294	294
7.	Liczba lokali mieszkalnych	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	89	89
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	podgrzewacze gazowe	podgrzewacze gazowe
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	pompowy z rozdziałem dolnym	pompowy z rozdziałem dolnym
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,544	0,544
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-
<b>2. Współczynniki przenikania ciepła [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>			
1	Ściany zewnętrzne	0,165	0,165
2	Dach /stropodach/ strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	-	-
3	Strop nad piwnicą	0,769	0,769
4	Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych	-	-
5	Okna, drzwi balkonowe	1,500	1,500
6	Drzwi zewnętrzne/bramy	2,750	2,750
7	Inne	-	-
<b>3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu</b>			
1.	Sprawność wytwarzania [-]	0,98	0,98
2.	Sprawność przesyłu [-]	0,90	0,90
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania [-]	0,93	0,93
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	[-]	0,85	0,85	
2.	Sprawność przesyłu	[-]	1,00	1,00	
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]	781	781	
4.	Krotność wymian powietrza	[1/h]	0,83	0,83	
6. Charakterystyka energetyczna budynku					
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego	[kW]	21,43	21,43	
2.	Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[kW]	10,48	10,48	
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględniania sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	150,89	150,89	
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[GJ/rok]	183,94	157,27	
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowanie ciepłej wody użytkowej	[GJ/rok]	10,48	10,48	
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)]	142,52	142,52	
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	173,73	148,54	
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> ]	3,83	3,83	
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)]	3,89	3,44	
6.	Miesięczna opłata abonamentowa	[zł/m-c]	-	-	
7.	Inne	[zł]	-	-	
8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego					
Planowana kwota kredytu <sup>1)</sup>	[zł]	34 797,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	[%]	13,72
Planowane koszty całkowite <sup>2)</sup>	[zł]	34 797,00	Premia termomodernizacyjna	[zł]	3 158,26
Roczna oszczędność kosztów energii	[zł/rok]	1 579,13			

<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 8 w Zgierzu, ul. Łódzka 86 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	1955
Adres budynku	ul. Łódzka 86, 95 – 100 Zgierz	Właściciel	Gmina Miasto Zgierz, pl. Jana Pawła II 16, 95 – 100 Zgierz
4.2 Dane techniczne ogólne			
Konstrukcje, technologia (system)	Tradycyjna		
Liczba kondygnacji	podziemnych	nadziemnych	
	0	1	
Rodzaj dachu	Stropodach kryty papą		
Kubatura	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	1 170	0	
Powierzchnia	części ogrzewanej	część nieogrzewana	
	294,1	0	
Współczynnik kształtu	0,490		
Wysokość kondygnacji	nadziemnych	podziemnych	
	3,2	-	
Liczba pomieszczeń	-		
Liczba osób użytkująca budynek	czasowa	stała	
	89	-	
Czas użytkowania budynku	dni tygodnia	godziny	
	5	10	
4.3 Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych			
Przegroda	Położenie	Pow. netto	U
		[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]
<b>Ściana zewnętrzna [SZ-1]</b>		201,98	0,165
<b>Okna</b>	S	0,00	1,500
	SW	0,00	1,500
	W	20,84	1,500
	NW	0,00	1,500
	N	0,00	1,500
	NE	0,00	1,500
	E	31,90	1,500
	SE	0,00	1,500
<b>Drzwi wejściowe</b>		2,05	2,500
<b>Strop nad piwnicą</b>		380,11	0,769

## **5. Ocena stanu technicznego budynku**

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

W opracowaniu analizie poddano budynek Miejskiego Przedszkola Nr 8, zlokalizowany w Zgierzu, przy ul. Łódzkiej 86. Miejskie Przedszkole Nr 8 mieści się na parterze budynku wielorodzinnego. Budynek jest podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany budynku wykonane z cegły pełnej, ocieplone styropianem grubości 20cm. Nad budynkiem zastosowano stropodach wentylowany, kryty papą, ocieplony wełną mineralną. 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 analizowanej części budynku wynoszą:

- ściany zewnętrzne - 0,165 W/m<sup>2</sup>K,
- strop nad piwnicą - 0,769 W/m<sup>2</sup>K

Ze względów technicznych nie ma możliwości wykonania poziomej izolacji stropu nad piwnicą, a ściany zewnętrzne spełniają wymagania Warunków Technicznych, w związku z tym ich modernizacja nie będzie analizowana w dalszej części opracowania.

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 - 1,5 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 zastosowano drzwi wejściowe o współczynniku przenikania ciepła 2,5 W/(m<sup>2</sup>K) w średnim stanie technicznym, w związku z tym w opracowaniu przeanalizowana zostanie ich wymiana.



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

Źródłem ciepła dla budynku jest miejska sieć ciepłownicza, a w budynku zainstalowano wymiennikowy węzeł jednofunkcyjny z automatyką pogodową, w dobrym stanie technicznym. Właścicielem węzła jest dostawca energii cieplnej. Instalacja c.o. w budynku została wykonana jako wodna o parametrach wody grzejnej 90/70°C z rozdziałem dolnym w układzie dwururowym, pompowym. Instalacja została w 2000 roku zmodernizowana. W budynku zainstalowano grzejniki żeliwne, z zaworami z głowicami termostatycznymi. Stan techniczny grzejników i instalacji jest dobry, w związku z tym w opracowaniu zostanie przeanalizowany montaż Systemu Zarządzania Energią..

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

Ciepła woda użytkowa pozyskiwana jest z podgrzewaczy gazowych, zamontowanych bezpośrednio przy punktach poboru. 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:

- wymianę drzwi wejściowych
- 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	Wymiana drzwi wejściowych
2	Usprawnienia dotyczące zmniejszenia strat przez system centralnego ogrzewania	Montaż systemu zarządzania energią.

## 7.2 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 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 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:

$S_d$  - liczba stopniodni, obliczona zgodnie ze wzorem (4), dzień\*K/rok,

$U$  - 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.

Liczbę stopniodni  $S_d$  oblicza się z zależności::

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

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,

$L_d(m)$  - 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.

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:

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

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:

$$Q_{0inf}, Q_{1inf} = 1,43 \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot l \sum_{m=1}^{L_g} [t_{w0} - t_e(m)]^{5/3} Ld(m), \quad [GJ/rok] \quad (8)$$

gdzie:

$a$  - jak we wzorze (6),

$l$  - jak we wzorze (6),

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

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

**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, $T_{emin} = - 20,0^{\circ}C$									



Wyniki obliczeń dotyczących wyboru optymalnego typu drzwi (o powierzchni około 4,03 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	2,8	1,2	1,0	1,93	0,000	-	-	-
1	1,7	1,0	1,0	1,22	0,000	42,94	2 767,50	64,45
2	1,6	1,0	1,0	1,16	0,000	46,90	2 972,50	63,37
3	1,5	1,0	1,0	1,09	0,000	50,87	3 177,50	62,46

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. Jednak ze względu na bardzo długie SPBT, przedsięwzięcie to jest nieopłacalne ekonomicznie i wymiana drzwi wejściowych nie zostanie uwzględniona w dalszej analizie.

### 7.3 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<sub>CO</sub> – planowane koszty robót wynikające z zastosowania wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego dotyczącego poprawy sprawności systemu grzewczego, zł,

ΔO<sub>rCO</sub> – 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:

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

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 węzeł cieplny, instalacja jak i grzejniki są w dobrym stanie technicznym, w związku z tym przeanalizowany zostanie tylko montaż Systemu Zarządzania Energią.

Ocenę proponowanego przedsięwzięcia przedstawiono w tabeli poniżej:

Lp.	Omówienie	Jednostka	Stan istn.	Stan docelowy
1	Obliczeniowa moc cieplna c.o.	MW	0,0214	0,0214
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło c.o. bez uwzględniania sprawności	GJ/rok	151	151
3	Ogólna sprawność c.o.	-	0,8203	0,8203
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 c.o. z uwzględnieniem sprawności i przerw w ogrzewaniu	GJ/rok	183,94	157,27
7	Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	13 714,80	12 135,67
8	Oszczędność kosztów	zł/rok		1 579,13
9	Szacunkowy koszt modernizacji	zł		34 797,00
10	SPBT	lat		22,04

<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>	Q <sub>CWU</sub>	Oplata CWU	Q <sub>CO+CWU</sub>	KOSZT	GJ/rok	%	zł/rok
	MW	GJ/rok	-	-	MW	GJ/rok	zł/rok	GJ/rok	zł/rok			
0	0,0214	150,89	0,8203	1	0,001	10,48	548,01	194	14 262,81			
A	0,0214	150,89	0,8203	0,855	0,001	10,48	548,01	168	12 683,68	27	13,72	1 579,13

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]	[zł]	20% kredytu	16% kosztów całkowitych	2 lata oszczędności	
1	2	3	4	5	[zł]	[zł/rok]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	[zł]	
1	A	34 797,00	1 579,13	13,72	0,00	0,00	7	8	9	6 959,40	5 567,52	3 158,26
					34 797,00	100,00						

<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.**

Wariant Nr 1 (A) spełnia wszystkie wymogi Ustawy i może być realizowany. Według tego wariantu należy wykonać:

1. 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.
- dostosowanie węzła ciepłego 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,

## **10. Podsumowanie przedsięwzięć termomodernizacyjnych**

<b>1</b>	<b>Całkowity koszt robót szacuje się na</b>	<b>34 797,00 zł</b>
<b>2</b>	<b>Przewidywana premia termomodernizacyjna</b>	<b>3 158,26 zł</b>
<b>3</b>	<b>Efektem modernizacji będzie roczna oszczędność kosztów eksploatacji</b>	<b>1 579,13 zł</b>
<b>4</b>	<b>Czas zwrotu nakładów SPBT</b>	<b>22,04 lat</b>

*Barbara Kosowska*

*mgr inż. Barbara Kosowska*

## ZAŁĄCZNIKI

### Z-1 Ceny jednostkowe ciepła.

Ceny jednostkowe ciepła dla potrzeb centralnego ogrzewania

		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>Ściana zewnętrzna</b>	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	0,165
	Mur z cegły pełnej	64,0	0,640	0,770	0,831	
	Styropian	20,0	0,200	0,040	5,000	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	$R$				5,880	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				6,050	
<b>Strop nad piwnicą</b>	Dąb w poprzek włókien	2,00	0,020	0,220	0,091	0,769
	Podkład cementowy	4,0	0,04	1,00	0,040	
	Papa asfaltowa	5,0	0,05	0,18	0,278	
	Polepa gliniana	10,00	0,100	0,850	0,118	
	Strop KLEINA	26,00	0,260		0,416	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	$R$				0,961	
	$R_{si}$				0,170	
	$R_{se}$				0,170	
$R_T$				1,301		
<b>Okna</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</b>				2,500	1,1	2,750

### 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>Ściana zewnętrzna</b>	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	0,165
	Mur z cegły pełnej	64,0	0,640	0,770	0,831	
	Styropian	20,0	0,200	0,040	5,000	
	Tynk cem.-wapienny	2,0	0,020	0,820	0,024	
	$R$				5,880	
	$R_{si}$				0,130	
	$R_{se}$				0,040	
	$R_T$				6,050	
<b>Strop nad piwnicą</b>	Dąb w poprzek włókien	2,00	0,020	0,220	0,091	0,769
	Podkład cementowy	4,0	0,04	1,00	0,040	
	Papa asfaltowa	5,0	0,05	0,18	0,278	
	Polepa gliniana	10,00	0,100	0,850	0,118	
	Strop KLEINA	26,00	0,260		0,416	
	Tynk cem.-wapienny	1,5	0,015	0,82	0,018	
	$R$				0,961	
	$R_{si}$				0,170	
	$R_{se}$				0,170	
	$R_T$				1,301	
<b>Okna</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</b>				2,500	1,1	2,750



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

Wyszczególnienie	Jednostka	Strumień powietrza		
		obecnie	docelowo	
Kubatura wentylowana $V_{ve}$	[m <sup>3</sup> ]	941		
Powierzchnia ogrzewana $A_f$	[m <sup>2</sup> ]	294		
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]	0,16		
Dodatkowy strumień powietrza na infiltrację	[m <sup>3</sup> /s]	0,05	0,05	
Obliczeniowy strumień powietrza wentylacyjnego	[m <sup>3</sup> /s]	0,22	0,22	
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]	0,22	0,22	
Strumień powietrza	[m <sup>3</sup> /h]	781	781	
Współczynnik strat ciepła	[W/K]	260,38	260,38	
Krotność wymiany powietrza	[1/h]	0,83	0,83	

#### 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		941	0,5			470,6

#### Z-6 Wewnętrzne zyski ciepła.

	Powierzchnia	Strumień ciepła	Zysk ciepła
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]	[W]
Wewnętrzne zyski ciepła	294	4,7	1 382

## 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]		
Ściana zewnętrzna	201,98	0,165	1,0	33	40	1,34
Okna	52,74	1,500	1,0	79		3,16
Drzwi wejściowe	2,05	2,750	1,0	6		0,23
Strop nad piwnicą	380,11	0,769	0,8	234		9,35
Mostki liniowe	l	$\psi$	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	120,56	0,050	1,0	6		0,24
nadproża	42,32	0,200	1,0	8		0,34
podokien	42,32	0,220	1,0	9		0,37
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				376		15,03
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		471	0,34	160		
OGÓLEM						21,43

### Projektowana strata ciepła dla wariantu optymalnego

Przegroda	A	U	$b_u$	$H_r$	$\Delta\Theta$ [°C]	$\Phi$ [kW]
	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	-	[W/K]		
Ściana zewnętrzna	201,98	0,165	1,0	33	40	1,34
Okna	52,74	1,500	1,0	79		3,16
Drzwi wejściowe	2,05	2,750	1,0	6		0,23
Strop nad piwnicą	380,11	0,769	0,8	234		9,35
Mostki liniowe	l	$\psi$	□			
	[m]	[W/mK]				
ościeża	120,56	0,050	1,0	6		0,24
nadproża	42,32	0,200	1,0	8		0,34
podokien	42,32	0,220	1,0	9		0,37
balkony	0,00	0,650	1,0	0		0,00
Ogółem				376		15,03
Wentylacja		$V_1$	$\rho \cdot c_p$	$H_v$		
		[m <sup>3</sup> /h]	[J/m <sup>3</sup> /K]	[W/K]		
		471	0,34	160		
OGÓLEM						21,43



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	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	20,84	14,59	0,67	774	898	1 985	2 872	3 887	2 347	1 538	720	563	15 584
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	31,90	22,33	0,67	1 220	1 412	3 437	4 724	6 509	3 494	2 272	1 098	883	25 048
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	52,74	36,92		1 993	2 311	5 422	7 596	10 396	5 840	3 810	1 818	1 446	40 632
OGÓLEM	52,74	36,92		1 993	2 311	5 422	7 596	10 396	5 840	3 810	1 818	1 446	40 632

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	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	20,84	14,59	0,67	774	898	1 985	2 872	3 887	2 347	1 538	720	563	15 584
NW	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	31,90	22,33	0,67	1 220	1 412	3 437	4 724	6 509	3 494	2 272	1 098	883	25 048
SE	0,00	0,00	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Razem	52,74	36,92		1 993	2 311	5 422	7 596	10 396	5 840	3 810	1 818	1 446	40 632
OGÓLEM	52,74	36,92		1 993	2 311	5 422	7 596	10 396	5 840	3 810	1 818	1 446	40 632



**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
Srednia 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	$H_{tr}, H_{ve}$										
Ściana zewnętrzna	[MJ]	1 878	1 696	1 493	1 073	94	102	1 198	1 402	1 726	10 662
Okna	[MJ]	4 450	4 019	3 539	2 543	222	243	2 839	3 322	4 090	25 266
Drzwi wejściowe	[MJ]	317	286	252	181	16	17	202	237	291	1 800
Strop nad piwnicą	[MJ]	13 150	11 878	10 458	7 515	657	717	8 391	9 817	12 086	74 669
Mostki liniowe	[MJ]	1 339	1 209	1 065	765	67	73	854	999	1 230	7 602
Straty przez przegrody	[MJ]	21 134	19 089	16 807	12 077	1 055	1 152	13 485	15 777	19 423	119 999
Wentylacja	[MJ]	14 645	13 228	11 646	8 369	731	799	9 345	10 933	13 460	83 156
Całkowite przeniesienie ciepła	[MJ]	35 779	32 317	28 453	20 445	1 786	1 951	22 831	26 711	32 883	203 156
Zyski słoneczne	[MJ]	1 993	2 311	5 422	7 596	10 396	5 840	3 810	1 818	1 446	40 632
Zyski wewnętrzne	[MJ]	3 702	3 344	3 702	3 583	597	597	3 702	3 583	3 702	26 513
Razem zyski	[MJ]	5 695	5 655	9 124	11 179	10 993	6 437	7 512	5 401	5 148	67 145
Stosunek zysków do przenieszenia		0,1592	0,1750	0,3207	0,5468	6,1545	3,2994	0,3290	0,2022	0,1566	0,3305
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	294									
Pojemność ciepła	[J/K]	76 466 000									
Stała czasowa	[h]	33									
Metoda obliczeniowa		miesięczna									
Referencyjny parametr liczbowy $a_{H,0}$		1									
Stała czasowa odniesienia $t_{H,0}$	[h]	15									
Parametr numeryczny $a_H$		3,23									
Parametr numeryczny $a_H + 1$		4,23									
$\eta$		0,9978	0,9970	0,9825	0,9299	0,1621	0,2986	0,9812	0,9954	0,9979	
Zyski ciepła	[MJ]	5 683	5 638	8 965	10 395	1 782	1 922	7 371	5 376	5 137	52 269
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	30 097	26 679	19 488	10 050	4	29	15 459	21 335	27 746	150 887



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. miesięcząca	[°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										
Ściana zewnętrzna	[MJ]	1 878	1 696	1 493	1 073	94	102	1 198	1 402	1 726	10 662
Okna	[MJ]	4 450	4 019	3 539	2 543	222	243	2 839	3 322	4 090	25 266
Drzwi wejściowe	[MJ]	317	286	252	181	16	17	202	237	291	1 800
Mostki liniowe	[MJ]	1 339	1 209	1 065	765	67	73	854	999	1 230	7 602
Strop nad piwnicą	[MJ]	13 150	11 878	10 458	7 515	657	717	8 391	9 817	12 086	74 669
Straty przez przegrody	[MJ]	21 134	19 089	16 807	12 077	1 055	1 152	13 485	15 777	19 423	119 999
Wentylacja	[MJ]	14 645	13 228	11 646	8 369	731	799	9 345	10 933	13 460	83 156
Całkowite przenoszenie ciepła	[MJ]	35 779	32 317	28 453	20 445	1 786	1 951	22 831	26 711	32 883	203 156
Zyski słoneczne	[MJ]	1 993	2 311	5 422	7 596	10 396	5 840	3 810	1 818	1 446	40 632
Zyski wewnętrzne	[MJ]	3 702	3 344	3 702	3 583	597	597	3 702	3 583	3 702	26 513
Razem zyski	[MJ]	5 695	5 655	9 124	11 179	10 993	6 437	7 512	5 401	5 148	67 145
Stosunek zysków do przenoszenia		0,1592	0,1750	0,3207	0,5468	6,1545	3,2994	0,3290	0,2022	0,1566	0,3305
Typ budynku		ciężki (260 000)									
Powierzchnia ogrzewana	[m <sup>2</sup> ]	294									
Pojemność ciepła	[J/K]	76 466 000									
Stała czasowa	[h]	33									
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>		3,23									
Parametr numeryczny a <sub>H</sub> + 1		4,23									
η		0,9978	0,9970	0,9825	0,9299	0,1621	0,2986	0,9812	0,9954	0,9979	
Zyski ciepła	[MJ]	5 683	5 638	8 965	10 395	1 782	1 922	7 371	5 376	5 137	52 269
Zapotrzebowanie ciepła	[MJ]	30 097	26 679	19 488	10 050	4	29	15 459	21 335	27 746	150 887



## Z-12 Sprawności systemu grzewczego.

### Sprawność systemu grzewczego dla stanu obecnego

1	Rodzaj systemu zasilania			sieć miejska
2	Wytwarzanie ciepła	$\eta_g$	0,98	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90	przewody w dobrym stanie technicznym
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,93	regulacja centralna i regulacja miejscowa
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,820	
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	$\eta_g$	0,98	węzeł cieplny
3	Przesyłanie ciepła	$\eta_d$	0,90	przewody poziome i pionowe izolowane
4	Regulacja i wykorzystanie ciepła	$\eta_e$	0,93	regulacja centralna i miejscowa
5	Akumulacja ciepła	$\eta_s$	1,00	brak zbiornika buforowego
6	Sprawność całkowita systemu	$\eta_0$	0,820	
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 $A_f$	$\text{m}^2$	294
Liczba użytkowników	osoba	89
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	$\text{kWh/rok}$	2 473,8
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	8,9
Sprawność wytwarzania	-	0,850
Sprawność przesyłu	-	1,000
Sprawność akumulacji	-	1,000
Sprawność sezonowa wykorzystania	-	1,000
Sprawność całkowita	-	0,850
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{kWh/rok}$	2 910,4
Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego	$\text{GJ/rok}$	10,5
Średnie godzinowe zapotrzebowanie ciepła	$\text{m}^3/\text{h}$	0,040
Wsp. godzinowej nierównomierności rozbioru	-	1,057
Zużycie ciepła na ogrzanie $1 \text{ m}^3$ wody	$\text{GJ/m}^3$	0,222
Max. moc c.w.u.	$\text{kW}$	2,58
Średnia moc c.w.u.	$\text{kW}$	2,4
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{rok})$	9,9



## Z-14 Obliczenie efektywności energetycznej

W tabelach poniżej przedstawiono oszczędność energii końcowej i pierwotnej dla całego przedsięwzięcia (montaż Systemu Zarządzania Energią).

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	194,42	54 005,56	54,01
zużycie po modernizacji	167,75	46 597,22	46,60
<b>oszczędność</b>	<b>26,67</b>	<b>7 408,33</b>	<b>7,41</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>13,72</b>		
<b>Energia pierwotna</b>			
<i>ciepło</i>			
zużycie przed modernizacją	250,65	69 625,00	69,63
zużycie po modernizacji	215,98	59 994,17	59,99
<b>oszczędność</b>	<b>34,67</b>	<b>9 630,83</b>	<b>9,64</b>
<b>oszczędność %</b>	<b>13,83</b>		

### Z-15 Obliczenie efektu ekologicznego

Wskaźnik emisji (WE CO<sub>2</sub>) przyjęto na podstawie danych przyjętych do raportowania we Wspólnym Systemie Handlu Uprawnieniami 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	183,94	-	94,96	17,47	157,27	-	94,96	14,93		
gaz ziemny	10,48	-	56,10	0,59	10,48	-	56,10	0,59		
				<b>18,05</b>				<b>15,52</b>	<b>2,53</b>	<b>14,03</b>



### **Z-16 Niezbędne roboty towarzyszące**

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

- odtworzenie i malowanie ubytków po pracach instalacyjnych w kolorystyce zgodnej z danym pomieszczeniem,
- prace instalacyjne i odtworzeniowe,
- inne prace niezbędne do osiągnięcia pełnej funkcjonalności i estetyki budynku.